

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO –
CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Óleo Essencial de Canela (*Cinnamomum verum*) e Orégano
(*Origanum vulgare*) em Dietas de Frangos de Corte

Orientadora: Dra. Cibele Silva Minafra

Mestrando: Thiago Ferreira Costa

Novembro - 2020

Rio Verde – Goiás

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO –
CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Óleo Essencial de Canela (*Cinnamomum verum*) e Orégano
(*Origanum vulgare*) em Dietas de Frangos de Corte

Orientadora: Dra. Cibele Silva Minafra

Mestrando: Thiago Ferreira Costa

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – Área de concentração nutrição animal.

Novembro - 2020

Rio Verde – Goiás

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

CC8376 Costa, Thiago Ferreira
Óleo Essencial de Canela (*Cinnamomum verum*) e
Orégano (*Origanum vulgare*) em Dietas de Frangos de
Corte / Thiago Ferreira Costa; orientadora Prof^a
Dra. Cibele Silva Minafra; co-orientadora Prof^a Dra.
Ana Paula Cardoso Gomide. -- Rio Verde, 2020.
87 p.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -- Instituto
Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2020.

1. Antibiótico Promotor de Crescimento. 2.
Cinamaldeído. 3. Fitogênicos. 4. Microbiota. 5.
Timol. I. Minafra, Prof^a Dra. Cibele Silva, orient.
II. Gomide, Prof^a Dra. Ana Paula Cardoso, co-orient.
III. Título.



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Thiago Ferreira Costa

Matrícula: 2018202310240053

Título do Trabalho: Óleo Essencial de Canela (*Cinnamomum verum*) e Orégano (*Origanum vulgare*) em Dietas de Frangos de Corte

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: Os capítulos serão publicada em revista.

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 25/01/2023

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 25/01/2021.
Local Data

Thiago Ferreira Costa

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Cibele Silva Minafra
Assinatura do(a) orientador(a)

Cibele Silva Minafra
Dra. em Bioquímica Agrícola
IFG - Campos Rio Verde - GO



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 80/2020 - NREPG-RV/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Unidade do IF Goiano:	Campus Rio Verde	
Programa de PósGraduação :	Zootecnia	
Defesa de:	Dissertação	Defesa de número:113
Data: 30/11/2020	Hora de início: 08:30h	Hora de encerramento: 10:30h
Matrícula do discente:	2018202310240053	
Nome do discente:	Thiago Ferreira Costa	
Título do trabalho:	Óleo Essencial de Canela (Cinnamomum verum) e Orégano (Origanum vulgare) em Dietas de Frangos de Corte	
Orientadora:	Cibele Silva Minafra	
Área de concentração:	Zootecnia/Recursos Pesqueiros	
Linha de Pesquisa:	Manejo, Nutrição e Alimentação Animal	
Projeto de pesquisa de vinculação	Óleo Essencial de Canela (Cinnamomum verum) e Orégano (Origanum vulgare) em Dietas de Frangos de Corte	
Titulação:	Mestre em Zootecnia	

Nesta data, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora, Prof^a. Dra Cibele Silva Minafra (Orientadora), Prof^a. Dra. Ana Paula Cardoso Gomide (Avaliadora interna), Prof^a. Dra. Christiane Silva Souza (Avaliadora externa) e Prof^a. Dra Poliana Carneiro Martins (Avaliadora externa) sob a presidência da primeira, em sessão pública realizada por vídeo conferência via Google Meet à distância, para procederem a avaliação da defesa de dissertação, em nível de Mestrado, de autoria de **THIAGO FERREIRA COSTA**, discente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pela presidente da Banca Examinadora, Cibele Silva Minafra, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida o(a) autor (a) da dissertação para, em 40 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o(a) examinado(a), tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, e procedidas às correções recomendadas, a dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM ZOOTECNIA**. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGZ da versão definitiva da dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, esta ata perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60** (sessenta) dias da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Tese em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação de mestrado, e foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Decisão da banca: Aprovado

Esta defesa é parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna do IFGoiano.

Documento assinado eletronicamente por:

- Poliana Carneiro Martins, Poliana Carneiro Martins - Professor Avaliador de Banca - Fundo Municipal de Saude de Rio Verde - Go (06190522000180), em 01/12/2020 17:24:32.
- Ana Paula Cardoso Gomide, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 01/12/2020 13:19:50.
- Christiane Silva Souza, Christiane Silva Souza - Professor Avaliador de Banca - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Ufrj (29427465000105), em 01/12/2020 13:13:45.
- Cibele Silva Minafra, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 01/12/2020 13:00:14.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 30/11/2020. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 216173
Código de Autenticação: d1529292ff



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3620-5600



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

Óleo Essencial de Canela (*Cinnamomum verum*) e Orégano (*Origanum vulgare*) em Dietas de Frangos de Corte

Autor: Thiago Ferreira Costa
Orientadora: Cibele Silva Minafra

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia – Área de Concentração em Zootecnia/Recursos
Pesqueiros.

APROVADO em 30 de novembro de 2020.

Dra. Christiane Silva Souza
Avaliadora externa
UFRRJ/RJ

Dra. Ana Paula Cardoso Gomide
Avaliadora interna
IF Goiano/RV

Dra. Cibele Silva Minafra
Presidente da banca
IF Goiano/RV

Dra. Poliana Carneiro Martins
Avaliadora externa
Fundo Municipal de Saúde/RV

Documento assinado eletronicamente por:

- Poliana Carneiro Martins, Poliana Carneiro Martins - Professor Avaliador de Banca - Fundo Municipal de Saude de Rio Verde - Go (06190522000180), em 01/12/2020 17:22:08.
- Ana Paula Cardoso Gomide, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 01/12/2020 13:19:26.
- Christiane Silva Souza, Christiane Silva Souza - Professor Avaliador de Banca - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Ufrj (29427465000105), em 01/12/2020 13:14:24.
- Cibele Silva Minafra, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 01/12/2020 13:06:24.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 30/11/2020. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 216172
Código de Autenticação: 6a3b6b9f0a



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me dar forças para sempre buscar meus sonhos em todos momentos de minha jornada até aqui e por poder estar conquistando mais este grande objetivo em minha vida.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Cibele Silva Minafra, pelas diferenças profissionais, ter me aceitado e acreditado em meu potencial. E, que ao longo de 2 anos, experiências e aprendizados de mutuo compartilhamento, enriqueceram a relação orientadora e orientado, profissional e pessoal. Fico profundamente agradecido por fazer parte da minha vida nos momentos difíceis e nas conquistas, sempre me apoiando e motivando a nunca desistir das conquistas que virão.

A minha Família, por sempre estar nos momentos e nos diversos auxílios prestados durante esses 2 anos de mestrado. Em especial a minha esposa, por todo apoio, ajuda e paciência, neste que foi um período estressante e de grande aprendizado.

A minhas coorientadoras, Prof.^a Dr.^a Fabiana Ramos dos Santos e Prof.^a Dr.^a Ana Paula Cardoso Gomide que sempre se mostraram dispostas a me auxiliar quando tive dúvidas.

A equipe do Laboratório de Bioquímica e Metabolismo Animal (LABMA), formada por diversos alunos(as) que já se formaram e que irão se formar, meu agradecimento profundo por toda ajuda e auxílio na execução do mestrado e além das relações de amizade e convívio tanto dentro do instituto como fora.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação e Mestrado em produção animal, que conheci vários(as) colegas que me ensinaram muito, e, meu profundo agradecimento, pela amizade e companheirismo.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal Goiano Campus – Rio verde, pelos conhecimentos transmitidos e aos ensinamentos extracurriculares.

Ao corpo técnico administrativo do Instituto Federal Goiano- Campus Rio verde, por toda ajuda e auxílio nesse período, e, um agradecimento em especial ao senhor Nilton, pela amizade e por toda a colaboração.

Ao Instituto Federal Goiano, por ter me concedido a oportunidade de ampliar meu conhecimento.

“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá”

Ayrton Senna

BIOGRAFIA DO AUTOR

Thiago Ferreira Costa, filho de Luciano Silva Costa e Elviane Francelina Ferreira Costa. Nascido em 01 de maio de 1991 na cidade de Rio Verde – Goiás. Iniciou sua formação profissional no primeiro semestre de 2009, quando ingressou no curso superior de Farmácia na Universidade de Rio Verde, concluindo seus estudos no segundo semestre de 2012. No segundo semestre de 2018, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, campus Rio Verde, concluindo em novembro de 2020.

ÍNDICE

	Página
3.1 Saúde	intestinal
.....4	
3.2 Microbiota intestinal.....5	5
3.3 Antibióticos promotores de crescimento na produção de frangos de corte.....6	6
3.4 Óleo	
essencial.....9	9
3.5 Óleo essencial como substituto dos promotores de crescimento.....11	11
3.6 Característica antimicrobiana e condição de ação sistêmica do óleo essencial...13	13
3.7 Tecnologia aplicada para a utilização comercial dos óleos essencial.....15	15
3.8 Óleo essenciais de orégano e canela na avicultura15	15
4 REFERÊNCIAS.....17	17
CAPÍTULO 228	28
INTRODUÇÃO.....30	30
MATERIAL E MÉTODOS.....31	31
RESULTADOS.....37	37
DISCUSSÃO.....46	46
CONCLUSÃO.....49	49
REFERÊNCIA.....50	50
CAPÍTULO 356	56
INTRODUÇÃO.....58	58
MATERIAL E MÉTODOS.....60	60
RESULTADOS.....64	64
DISCUSSÃO.....69	69
CONCLUSÃO.....72	72
REFERÊNCIA.....73	73
5 CONCLUSÃO GERAL.....77	77

Índice de tabelas

	Página
Tabela 1: Composição das rações experimentais.....	32
Tabela 2: Temperatura média ambiente do galpão de acordo com a fase de produção....	33
Tabela 3: Desempenho de frangos de corte suplementados com níveis de óleo essencial.....	38
Tabela 4: Metabolizabilidade proteica e do extrato etéreo de frangos de corte aos 42 dias de idade, com níveis de óleo essencial.....	39
Tabela 5- Biometria de órgãos do TGI de frangos de corte em 7 e 14 dias de idade, com níveis de óleo essencial.....	40
Tabela 6- Biometria Relativa dos frangos de corte em 21 e 42 dias de idade, com níveis de óleo essencial.....	41
Tabela 7- Perfil Bioquímico sérico de frangos de corte de um e 14 dias de idade, com níveis de óleo essencial.....	42
Tabela 8- Perfil Bioquímico de frangos de corte de 21 e 42 dias de idade, com níveis de óleo essencial.....	43
Tabela 9- Perfil de TGO e TGP em vísceras de fígado, com níveis de óleo essencial.....	44
TABELA 10 - Histomorfometria do intestino delgado, aos 42 dias, com níveis de óleo essencial.....	45
Tabela 11 – composição das rações experimentais.....	61
Tabela 12: Temperatura média ambiente do galpão de acordo com a fase de produção....	62
Tabela 13: Percentual de filós identificados no conteúdo do intestino delgado dos frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com ração contendo óleos essenciais	

de	orégano	e	
canela.....			64
Tabela 14: Percentual de gêneros identificados no conteúdo do intestino delgado dos frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com óleos essenciais de orégano e canela.....			
			65
Tabela 15: Percentual de espécies identificados no conteúdo do intestino delgado frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com óleos essenciais de orégano e canela.....			
			66

Índice de figuras

Página

Figura 1: Análise de PCA dos microrganismos na classificação de gênero identificados no conteúdo intestinal dos frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com óleos essenciais	de	orégano	e	
canela.....				67
Figura 2: Heatmap de cluster dos microrganismos na classificação de gênero identificados no conteúdo intestinal dos frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com óleos essenciais de orégano e canela.....				
				68

RESUMO

A busca de um substituto ao antibiótico promotor de crescimento (APC) é de grande interesse científico e comercial. Sendo os óleos essenciais (OE), promissores substitutos, em função dos efeitos antimicrobianos auxiliando diversas ações benéficas que ajuda a alcançar o máximo desempenho produtivo. Objetivou-se avaliar a ação neste estudo o óleo de canela e de orégano, em associação na dieta de frangos de corte e sua influência nos parâmetros bioquímicos, biometria do aparelho digestivo, perfil bioquímico do fígado, histomorfometria do intestino delgado e análise de microbioma do intestino delgado. Foram utilizados 385 pintinhos de um dia, machos, da linhagem Cobb alojados em gaiolas. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e sete repetições de 11 animais cada. Os tratamentos consistiram em ração controle, um controle positivo com antibiótico e os demais tratamentos com níveis crescentes de óleo essencial em 0,050; 0,100 e 0,150 kg/t. Foram verificados resultados significativos ao desempenho no 21 e 42 dias e na histomorfometria das vilosidades no intestino delgado. No teste de componentes principais, dois grupos, foram formados, um correspondente aos tratamentos controle e aos níveis de 0,1 e 0,15 com predominância de *Lactobacillus sp.* e outro pelo tratamento de 0,05 com predominância de *Enterococcus sp.* Sendo já o grupo majoritário de lactobacillus, podendo ser subdividido em dois, pela presença de *Clostridium ruminococcus* nos tratamentos com OE e a sua ausência nos tratamentos controle. Conclui-se que o óleo essencial pode ser recomendado como substituto ao antibiótico promotor, por não demonstrar alterações prejudiciais, melhorar características produtivas e preservar a microflora intestinal com bactérias benéfica.

Palavra Chave: Antibiótico Promotor de Crescimento, Fitogênicos, Cinemaldeído, Microbiota, Timol.

ABSTRACT

The search of a replacement for growth-promoting antibiotic (APC) is of great scientific and commercial interest. Being essential oils (OE), a promising substitute, due to the antimicrobial effects, helping several beneficial actions that allow to achieve maximum productive performance. The objective of this study is to evaluate the action of cinnamon and oregano essential oil in association in diet of broiler chickens and their influence on biochemical parameters, biometry of the digestive system, liver biochemical profile, the small intestine histomorphometry and microbiome analysis. In this experiment 385 day-old male Cobb chicks housed in cages were used. The experimental design was completely randomized, with five treatments and seven replications of 11 animals each. The treatments consisted of control ration, a positive control with antibiotics and the other treatments with increasing levels of essential oil in 0.050; 0.100 and 0.150 kg / t. The results were subjected to analysis of variance and polynomial regression analysis, at 5% probability and Dunnet's test as a positive control construct. To microbiome analysis it was performed a test of main components. Significant results were obtained for performance on the 21st and 42th days and on the villi histomorphometry in the small intestine. In the main component test, 2 groups were formed, one corresponding to the control treatments and the levels of 1.0 and 1.5 with a predominance of *Lactobacillus* sp. and another for treatment of 0.05 with predominance of *Enterococcus* sp. Being the majority group of *Lactobacillus*, it can be divided into 2, due to the presence of *Clostridium ruminococcus* in treatments with OE and its absence in control treatments. It is concluded that essential oil can be recommended as a substitute for promoting antibiotic, as it does not show harmful changes, improves productive characteristics and preserves the intestinal microflora with beneficial bacteria.

Keyword: Growth Promoting Antibiotic, Cobb, Cinamaldehyde, Microbiota, Thymol

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. INTRODUÇÃO

Os importância da pecuária para o suprimento de alimentos em uma população crescente é um objetivo enfrentado ao longo dos anos, sendo alcançada mediante a utilização de uma variedade de antimicrobianos em dose subterapêuticas, denominadas de antibiótico promotor de crescimento, utilizados desde da década de 1940 (HAMID et al., 2019).

Em sua definição, o antibiótico promotor de crescimento (APC), tem seu uso contínuo na alimentação nas aves de corte, em uma dosagem subterapêutica para melhorar o crescimento e a conversão alimentar e não para propósitos terapêuticos (Khan et al., 2014).

O antibiótico promotor de crescimento (APC) adicionado a dieta em doses subterapêuticas proporcionou duas características cruciais na produção, capacidade de suprimir e controlar doenças infecciosas e aumentar até 8,0% a taxa de conversão alimentar, aliado a diminuição do consumo de alimento em 5,0%, ao considerar dietas sem adição de antibiótico promotor de crescimento (Gadde et al., 2018).

De acordo com Kheiri et al. (2018), o uso contínuo dos APC com intuito alimentar, levantou dúvidas e questionamentos quanto a resistência cruzada, que ocasionalmente acometeria os seres humanos com desenvolvimento de bactérias resistentes a antibióticos. Diante deste contexto, desde de 1985 a Suécia proibiu o uso total de APC, sendo acompanhado pela Dinamarca proibindo o uso no ano de 1998 e na União Europeia no ano de 2006 (Muaz et al., 2018).

Sendo uma das ações para conter o avanço das bactérias multirresistentes, foi o banimento do uso subterapêutico em alimentos para animais, pela entrada de patógenos resistentes a cadeia alimentar humana e sua posterior transferência de animal para o homem (Nelson et al., 2019).

Pela necessidade de se adequar ao mercado externo, e as preocupações preconizadas pelo o uso do APC, a portaria 171 do Ministério da Agricultura, Pecuária

e Abastecimento (MAPA) (Brasil, 2018), recomendou a proibição de antibióticos utilizados na nutrição animal, como a tilosina, lincomicina, virginiamicina, bacitracina e tiamulina. Que dentre esses, tilosina, lincomicina, e tiamulina foram proibidos de serem utilizados pela instrução normativa nº1 de 13 de janeiro de 2020 do MAPA (Brasil, 2020)

A busca de uma substância que possa substituir os APC é de grande interesse científico e comercial. Sendo os óleos essenciais (OE), possuindo características semelhantes aos APC em função dos efeitos antimicrobianos, além de promover diversas ações biológicas benéficas de modo a possibilitar a alcançar o máximo desempenho produtivo (Oceľová et al., 2019).

OE são líquidos aromáticos, extraídos por destilação de partes de plantas, sendo obtidas substâncias ativas, responsáveis por inúmeros efeitos. Dentre as plantas, têm-se a canela (*Cinnamomum* spp.); o orégano (*Origanum* spp.); a laranja (*Citrus sinensis* L.); a sálvia (*Salvia officinalis* L.), o alecrim (*Rosmarinusofficinalis* L.) e entre outros, que foram utilizados na suplementação de frangos de corte (Puvača et al., 2019)

A canela, que é uma planta medicinal nativa da região do sul da Índia, demonstrou vários efeitos benéficos ao animal, tais como, a redução dos níveis de lipoproteína de baixa densidade, triglicerídeos e colesterol. Além do aumento nos níveis de lipoproteína alta densidade, foram obtidos por Faghani et al. (2014).

Dentre os metabólitos secundários, que são substâncias criadas pelo metabolismo fisiológico da planta. O cinamaldeído se refere ao composto com maior quantificação encontrado no óleo essencial da canela, que apresenta efeitos antibacterianos, anti-inflamatórios e antioxidantes, e também a inibição de bactérias comensais patogênicas na microflora de frangos (Saeed et al., 2018).

No óleo essencial de orégano, tem-se o cavaracrol e o timol como seus metabólicos secundários marcantes. Asli et al. (2017) estudaram o uso de 300 ppm de OE de orégano nas rações para frangos de corte, Ross 308. Os autores observaram melhoras na histomorfologia do intestino delgado e diminuição nas contagens de *E. coli*.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo, avaliar a ação conjunta dos óleos essenciais de canela e de orégano sobre índices zootécnicos e metabolismo animal.

2 OBJETIVO GERAL

Objetivou-se com esse estudo, avaliar a ação do óleo de canela e de orégano, em associação na dieta de frangos de corte e sua influência nos parâmetros bioquímicos séricos e hepáticos, biometria dos órgãos do sistema digestório, Histomorfometria e microbioma do intestino delgado de frangos de corte.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Saúde intestinal

A saúde intestinal é de vital importância para o desempenho produtivo dos animais, em que o “intestino” saudável está intrinsecamente conectado. Mas, para tal, sua importância é altamente complexa, envolvendo diversas funções e relações de simbiose com bactérias colonizadoras (microbiota) (Kogut, 2017).

O complexo trato gastrointestinal composto por diversos órgãos, que desempenham diversas funções, como digestão e absorção do nutriente, metabolismo orgânico, barreiras imunológicas e liberações endócrinas sistêmicas ou locais. Comumente, abriga-se espécies bacterianas ao longo deste complexo, resultando em funcionamento sistêmico fisiológico homeostático, que certas perturbações desse complexo, geram consequências sistêmicas indesejáveis (Oviedo-Rondón, 2019).

Quando perturbações homeostáticas ocorrem, decorrente de insultos tóxicos, infecções ou disbiose, podem ativar uma resposta inflamatória local, com alterações drásticas na arquitetura intestinal, resultando em vazamento intestinal e perdas na produção pela diminuição da digestibilidade e perda de fluidos. Além de ocorrer translocação de bactérias intestinais, compostos microbianos e ou antígenos, gerando outras respostas imune sistêmica, sacrificando energia metabólica (Dal Pont et al., 2020).

Para melhorar e prevenir a saúde intestinal das aves a suplementação de aditivos alimentares, como os APC são comumente utilizados na produção de aves. No entanto, com a proibição do seu uso, alternativas estão sendo utilizadas, como os óleos essenciais. Estes possuem propriedades antimicrobianas seletivas, agindo contra a proliferação de *Clostridium perfringens* e outras bactérias de interesse, ajudando a controlar a infecção e reduzindo a enterite necrótica (Stefanello et al., 2020)

3.2 Microbiota intestinal

A microbiota consiste numa população complexa que incluem muitas espécies diferentes de bactérias, além de um número menor de fungos, protozoários e archaea. Sendo esta interação microbiota-hospedeiro expande ao potencial bioquímico, auxilia na digestão dos alimentos, produz micronutrientes, modula o sistema imunológico (Stanley et al., 2016).

É estimado que os microrganismos simbiotes no intestino das aves, sejam de ordem de 10^{13} indivíduos, principalmente, por bactérias aeróbias facultativas. Estes microrganismos, em estado de equilíbrio, compreendem a microbiota benéfica do organismo, composta principalmente por bactérias dos gêneros *Lactobacillus* spp., *Bifidobacterium* spp., *Streptococcus* spp., *Bacterioides* spp., *Fusobacterium* spp. e *Eubacterium* spp. No entanto, quando há desequilíbrio da microbiota intestinal os microrganismos patogênicos predominantes no intestino são dos gêneros *Salmonella* spp., *Clostridium* spp., *Escherichia* spp., *Campylobacter* spp., *Staphylococcus* spp., *Listeria* spp e entre outras (Christofoli et al., 2020).

Uma das patologias que envolve o desequilíbrio da microbiota intestinal, é a disbiose, sendo a interrupção da composição da microbiota intestinal, ocasionando reações inflamatórias e desestabilização das funções fisiológicas. Tornaram-se questões importantes, especialmente com a proibição de promotores de crescimento antimicrobiano. Pensava-se que os problemas de saúde intestinal eram amplamente mantidos sob controle pelo uso generalizado desses antimicrobianos, no entanto, a proibição de seu uso na alimentação de aves pode levar ao aumento de doenças entéricas e enterite necrótica (Gao et al., 2017; Ducatelle et al., 2018).

A enterite necrótica e a coccidiose, outras patologias que envolvem a alteração ou proliferação de bactérias patogênicas como a *Eimeria* spp., *Clostridium perfringens*, *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni* e *Escherichia coli* que são agentes com a

capacidade de alterar a estrutura da microbiota intestinal, principalmente em membros da ordem Clostridiales e Lactobacillales além de reduzir bactéria produtoras de ácidos graxos de cadeia curta. Além disso, causar alterações morfológicas reduzindo o comprimento das vilosidades intestinais (Bortoluzzi et al., 2019).

Embora muitos dos dados disponíveis sobre a microbiota intestinal e a saúde entérica estejam relacionados com alterações associadas a um estado doente, há exemplos claros da importância da microbiota na manutenção da saúde intestinal e da função intestinal normal (Carrasco et al., 2019)

Segundo Pan & Yu (2013), avaliando frangos livre de germes em seu trato gastrointestinal, foi relatado que as vilosidades mais curtas e criptas rasas, foram apresentados nestas aves em contraste das aves convencionais colonizadas, que apresentarão vilosidades mais longas e criptas profundas. Em relação ao peso do intestino delgado e ceco, aves livres de germes foram inferiores a aves convencionais.

Bactérias comensais e benéficas atacam a fração indigesta da dieta, em formação os polissacarídeos não amiláceos, produzindo produtos de fermentação e algumas vitaminas, como o complexo de vitamina K e B (Borda-Molina et al., 2018; Dibner & Richards, 2005).

Com a preocupação de manter a microbiota intestinal de qualidade produtiva, beneficiando o hospedeiro (frango de corte), os aditivos fitogênicos, conseguem através de suas propriedades antimicrobianas, modular a flora bacteriana, evitando cepas prejudiciais (Costa et al., 2020).

3.3 Antibióticos promotores de crescimento na produção de frangos de corte

A primeira publicação acerca da utilização de antibióticos na nutrição de frangos de corte, foi descrita ao ano de 1946, quando o pesquisador Moore et al. (1946) realizou um estudo acerca do uso de estreptotricina e outros em avaliação nutricional de pintinhos.

Com a utilização dos APC nos anos subsequentes, como insumos não terapêuticos na dieta de frangos de corte, obtiveram com essa utilização, melhor eficiência na conversão alimentar, associado a prevenção contra patologias que

acometia os animais e alcançando melhores lucros financeiros a partir do seu uso (Oh et al., 2019).

Em 1965, a produção de frango de corte levava 112 dias, e o animal atingia peso médio 1,1 quilos e a conversão alimentar era de 4,7 quilos. No ano de 2012, o tempo de criação, foi diminuído para 42 dias, com peso médio de 2,7kg e com uma conversão alimentar de 1,8 kg. (Yang et al., 2019).

Essa realização foi conquistada não apenas ao uso dos APC, mas associado a programas de seleção genética, que conseguiu desenvolver várias condições fisiológicas do frango, sendo principalmente o crescimento muscular além de associar a melhor eficiência na conversão alimentar (Codd et al., 2018).

Os ganhos, esses obtidos, principalmente pela melhoria genética, geraram consequências à saúde do animal, em que a seleção para crescimento rápido, sem a devida consideração aos sistemas de suporte fisiológico, levou a distúrbios músculo-esqueléticos, insuficiência cardíaca súbita, além de maior suscetibilidade à doença em comparação com raças mais velhas (Zou et al., 2020).

Conforme Cheema et al. (2003), que realizam um estudo sobre imunocompetência de frangos de corte da linhagem Ross 308 de 2001 e de uma linhagem canadense de 1957, comparando as respostas imunológicas, sugeriram que a seleção genética resultou em aumento nas respostas inflamatórias mediadas por células. Tal fato, pode ser um indicativo para que estas aves que foram melhoradas geneticamente, sejam mais susceptíveis a infecções do que aves de linhagens antigas.

Na atualidade, disbiose, que se constitui por inflamação aguda intestinal, que é desencadeada através da alteração da composição da microbiota no intestino, causada por bactérias colonizadoras no intestino delgado (Caekebeke et al., 2020).

E outra patologia preocupante, enfrentada pela indústria avícola, com percas globais estimadas na casa de 2 bilhões de dólares, é a enterite necrótica, causado, pela bactéria *Clostridium perfringens* (Zou et al., 2020).

Frente a estas e demais outras patologias envolvendo o sistema digestório aviário, em ênfase ao intestino, está o foco de atuação do antibiótico promotor de crescimento. Com duas hipóteses de atuação: a primeira, sendo a hipótese da ação

bacteriana propriamente dita, e a mais aceita, em que ocorre a inibição de infecções subclínicas; reduz os metabólitos microbianos que deprimem o crescimento; com a diminuição da carga microbiana, os nutrientes são aproveitados melhor pelo animal e aumenta a absorção e uso de nutrientes através da parede intestinal mais fina associada a animais alimentados com antibióticos (Gaskins et al., 2002).

E, a segunda hipótese, pelo estudo de Niewold. (2007), hipoteticamente demonstra que a ação dos APC não possui influência a microbiota em si, mas a ocasiona ação anti-inflamatória, através de sua acumulação em células inflamatórias como exemplo células fagocíticas (macrófagos e polimorfonucleócitos).

Mesmo que ainda não tenha sido afirmando corretamente qual hipótese é adequada a definir um mecanismo de ação aos APC, ambas são válidas, que segundo trabalhos de Liu et al. (2017) e Zanu et al. (2020), ao utilizarem técnicas de quantificação de diversidade na microbiota, os mesmos observaram diferenças entre os frangos submetidos ao antibiótico promotor de crescimento versus o tratamento controle.

Já para a hipótese da atuação anti-inflamatória dos antibióticos, Oh et al. (2019) através de dois experimentos, demonstraram que o APC pode aumentar o crescimento da ave, em parte através da regulação negativa das respostas inflamatórias induzidas por patógenos.

Apesar dos resultados observados na produção animal advindas da utilização de APCs, faz-se necessária a total restrição ao seu uso. Pois os mesmos são inviabilizados atualmente, pela consequência das bactérias resistentes a antibióticos, que desde de 1969, os primeiros casos de resistência bacteriana a antibióticos de uso em humanos. Já iniciaram recomendações para a proibição do uso de APC que fossem usados para a medicina humana (Yang et al., 2019)

Segundo a Organização Mundial de Saúde (2013) a resistência antimicrobiana é definida “por um aumento na concentração inibitória mínima de um composto para uma cepa previamente sensível”. É com o uso excessivo e descontrolado de antibióticos, sendo estes tantos no uso terapêuticos em humano e no uso terapêutico e promotor na

pecuária as principais causas de resistência bacterianas a antibióticos (Thapa et al., 2020).

Diante da preocupação das bactérias resistentes a antibióticos, sendo estimado que causam mais de 25 mil mortes por ano na União Europeia, levando a custos de tratamentos, a esses pacientes, a um valor representativo de 1.5 bilhões de euros por ano (Bennani et al., 2020)

A China, por exemplo, com seu aumento na pecuária intensiva, o uso de antibióticos na produção avícola, deve aumentar em 143% entre os anos de 2010 a 2030. Esses números de alta taxa de uso de antibióticos tem um impacto importante no surgimento de bactérias resistentes transmitidas entre animais a seres humanos por contato direto, contaminação por alimentos ou indireta pelo meio ambiente (Xu et al., 2020)

A interação entre humanos, animais e o meio ambiente, em relação ao desenvolvimento e disseminação de bactéria resistente a antibiótico, em que estudos, correlacionam o uso de antimicrobiano em animais e a resistência em humanos, envolvendo a transmissão direta e indireta. Dentre as medidas preventivas, foi o banimento no ano de 2006, o uso de antimicrobianos para ação promotora de crescimento, na União Europeia, mas essa prática, ainda é utilizada nas Américas e na Ásia (Allcock et al., 2017)

Com a crescente restrição ao uso dos antibióticos promotores de crescimento, na criação de animais, há preocupações sobre a viabilidade do sistema produtivo. Pois os antibióticos promotores atuavam como prevenção contra os distúrbios da homeostase intestinal, principalmente sobre infecções bacterianas (Stefanello et al., 2020)

Dentre todos os impactos negativos que são influenciados pela proibição do uso dos APC na criação de frangos de corte, um substituto é recomendando aos antibióticos promotores de crescimento para prevenir as perdas ocasionada.

3.4 Óleo essencial

Os óleos essenciais (OE) são compostos voláteis complexos, sintetizados naturalmente durante o metabolismo secundário da planta. Essas substâncias contêm uma variedade de moléculas, como terpenos e terpenoides e derivados de fenol aromático e alifático. Essas substâncias, possuem diversas propriedades como antibacterianas, antifúngicas, antivirais e antioxidantes reconhecidas (Ruíz-Rico et al., 2020).

Os metabólitos secundários são derivados de rotas posterior ao metabolismo primário (glicólise e fotossíntese), obtidos através de rotas metabólicas como a via do chiquimato ou da via dos isoprenoides, através do difosfato de isopentenil e difosfato de dimetilalil (Shih et al. 2020).

Os flavonoides são os compostos providos da rota da via do chiquimato, possuindo um arranjo químico de carbono de difenil-propanos e dois anéis de bezeno unidos por uma cadeia linear de três carbonos, possuindo mais de 8.000 compostos descrito na literatura.

Os terpenos, os principais constituintes dos óleos essenciais, são derivados da via dos isoprenoides. Eles são compostos por unidades de isopreno (C 5), que são a base para sua classificação, ou seja, duas unidades de isopreno formam monoterpenos (C 10), três unidades formam sesquiterpenos (C 15), quatro unidades formam diterpenos (C 20), seis unidades formam triterpenos (C 30) e oito unidades formam carotenoides (C 40). Os terpenos podem ter vários grupos químicas diferentes, incluindo álcool, aldeído, fenol, cetona, grupos éter e hidrocarbonetos (Guimarães et al., 2019).

É importante salientar que os compostos secundários gerados são amplamente distribuídos em diferentes células vegetais, tecidos e órgãos, e que o crescimento e desenvolvimento das plantas são geralmente provocados ou inibidos por diferentes condições ambientais. Portanto, a adaptação da morfologia, anatomia e funções fisiológicas das plantas às mudanças bióticas e abióticas pode influenciar o acúmulo de metabólitos secundários (Li et al., 2020).

Khadhri et al. (2019) avaliaram a extração da planta *Origanum majorana L.* em diferentes estágios de crescimento do mesmo e compararam a extração por hidrodestilação (óleo essencial) e por meio de solvente etanoico (extrato vegetal). Os pesquisadores concluíram que as composições químicas do óleo essencial testado, foram qualitativa e quantitativamente diferentes, nos estágios de crescimento, além que

os teores de componentes secundários tiveram mudanças significativas. Exemplo a capacidade antioxidante foi afetada de acordo com os estágios e quando comparada a atividade antioxidante entre os modos de extração, o óleo essencial, possuiu maior capacidade antioxidante do que o extrato.

Na obtenção dos óleos essenciais, utilizam-se métodos convencionais como hidrodestilação e destilação a vapor. Faz-se necessário evidenciar que as referidas técnicas apresentam limitações. Pois, alguns metabólitos são sensíveis às condições de destilação a vapor, Além do tempo dispendido para a realização das análises, os custos são maiores. Atualmente, outros métodos são utilizados para a obtenção de óleos essenciais, como extração subcrítica de água, extração supercrítica de dióxido de carbono e hidrodestilação assistida por micro-ondas. Estes métodos, são econômicos e ambientalmente amigáveis, sustentáveis e altamente eficientes. Com isso, o rendimento do óleo essencial, como a obtenção final do conteúdo dos componentes bioativos dependem do método utilizado (Drinić et al., 2020).

Além dessa diferenciação sobre quantificações de certos componentes, os óleos essenciais, são misturas complexas de cerca de 20 a 60 compostos secundários e sua bioatividade depende, principalmente de algumas moléculas contidas em concentrações mais altas. No entanto, os compostos contidos em baixas porcentagens são úteis para aumentar a sua eficácia. Mesmos compostos isolados, conseguem ter uma bioatividade, mas se forem associados aos demais compostos em conjunto mostram uma atividade sinérgica mútua que explora os múltiplos mecanismos de ação complementares da maioria dos componentes (Pavoni et al., 2020)

3.5 Óleo essencial como substituto dos promotores de crescimento.

No Brasil, o uso de óleos essenciais, tanto para humanos e para animais, ainda é regulamentado como “Aromatizantes Naturais” ou do grupo de aditivos sensoriais, através da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 2 de janeiro de 2007 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA para uso em Humanos, e de acordo com a instrução normativa 42 de dezembro de 2010 caracterizando o seu uso como “sensorial” e a Instrução Normativa 13 de novembro de 2004 que não caracteriza os aditivos fitogênicos (óleos essenciais) como aditivos zootécnicos.

Porém, as pesquisas envolvendo os óleos essenciais na avicultura os caracterizam como melhoradores de desempenho produtivo, pois contêm componentes ativos que exercem efeitos positivos nos processos fisiológicos e têm efeitos como antibacteriano, anti-inflamatório e antioxidante. Com a restrição ao uso de antimicrobianos promotores de crescimento na dieta animal. O óleo essencial (OE) tem grande potencial entre as alternativas para ser utilizado como substituto, além de ser geralmente considerado mais seguro (Rashid et al., 2020).

Zamora et al. (2017), ao estudarem o óleo essencial de orégano mexicano (*Lippia berlandieri schauer*) em uma dosagem de 0,04g/kg na ração de frangos de corte da linhagem Ross até 42 dias, os pesquisadores descreveram que as aves que receberam o OE de orégano apresentaram variáveis zootécnicas superiores (CR, GP, CA) quando comparadas as aves que alimentadas com uso de APC e/ou do tratamento controle.

Na utilização de óleo essencial de lavandin, Barbarestani et al. (2020), em frangos da linhagem Arbor Acres. Demonstrou que a utilização de 600mg do respectivo óleo essencial, foi significativo para melhor ganho de peso e conversão alimentar, além de aumentar a altura das vilosidades intestinais tanto do duodeno e jejuno.

Óleo essencial de capim-limão em níveis de 200, 400 e 600 ml por 100kg de ração, Shah et al. (2019), avaliaram a inclusão na dieta de aves Cobb até 42 dias de criação, e tiveram melhores resultados no desempenho destas aves que consumiram o óleo essencial na adição de 400 e 600 ml contra o tratamento controle.

Porém, mesmo com efeitos benéficos no desempenho dessas aves, os óleos essenciais, em outros estudos demonstram que não houve melhora significativa no quesito de desempenho, como exemplo o trabalho de Chowdhury et al. (2018) utilizaram três óleos essenciais distintos (canela, cravo e ajwain), sendo apenas o óleo de canela, possuindo efeito igual ao antibiótico utilizado.

As quantidades usadas nas rações, os tipos de óleos (diferentes fontes) e as condições experimentais foram determinantes para os diferentes resultados descritos

com os trabalhos de Barbarestani et al. (2020); Chowdhury et al. (2018); Shah et al. (2019) e Zamora et al. (2017).

Duas razões podem ser levadas em consideração: sendo primeiramente, os óleos essenciais têm sua ação através dos metabólitos secundários. E, estes são influenciados, tanto quantitativamente e qualitativamente, pelos processos de extração e o processamento de pré e pós colheita das plantas (Madhupriya et al., 2018). E, a segunda razão está na condição de como foram executados os protocolos de criação desses animais, pois as condições ambientais e aves em condições de higiene não adequadas, podem ser instrumentos que demonstrem resultados positivos indiscriminatórios. (Zhai et al., 2018).

Como exemplo o trabalho de Vazquez et al (2015), que utilizou frangos da linhagem Ross 308 até 39 dias, com o uso de 400 ppm do óleo essencial de *Lippia berlandieri* Schauer. Sendo um dos tratamentos com o respectivo óleo, tendo composição química, com 4% de timol e 60% de carvacrol e um segundo tratamento, com o mesmo óleo, porém sendo quantitativamente diferente, este possuindo, timol a 40% e 20% de carvacrol. Em seus resultados, o tratamento com 4% de timol e 60% de carvacrol, apresentou melhor peso corporal do que o tratamento com 40% de timol e 20% de carvacrol.

Os óleos essenciais atuam no desempenho das aves, através da estimulação de produção de enzimas pancreáticas, melhorando a digestão de nutrientes, por suas propriedades antioxidantes diretas e indiretas, reduzindo a oxidação de ácidos graxos nos enterócitos que, por sua vez, melhoram a integridade intestinal e o status oxidativo hepático e características com ação anti-inflamatórias, tendo a capacidade de limitar a inflamação indiretamente, podendo estimular a ingestão de alimentos (Aar et al., 2017).

3.6 Características antimicrobianas e condição de ação sistêmica do óleo essencial

Pelas várias funções que o OE pode exercer, ainda é incerto o seu mecanismo de ação. Na hipótese de atuação como antimicrobiano, que através de certos compostos do metabolismo secundário, atuará nas membranas celulares da bactéria, alterando a homeostase de membrana, que levará ao esgotamento de energia, ocorrendo morte celular de bactérias alvos (Costa et al., 2020).

Swamy et al. (2016), de acordo com sua revisão, descreve o efeito do óleo essencial contra bactérias de *Staphylococcus aureus* e *Escheria Coli*, ocorre o aumento no extravasamento de íons K⁺ intracelular e alteração no arranjo de ácidos graxos dissimilares, bicamada fosfolipídicas e moléculas de polissacarídeos.

A retirada do antibiótico promotor de crescimento, em países da União Europeia foi acompanhada pelo aumento na incidência de enterite necrótica (NE), causada pelo *Clostridium perfringens*, que caracteriza por surtos com alta mortalidade e necrose da mucosa do intestino delgado em aves de poedeiras, e na Noruega, a maioria das empresas de ração aboliu os APC em 1995 e, em um mês, eram evidentes aumentos na incidência de NE em a granjas, indicando que os APC tiveram um tratamento profilático eficaz para controlar o NE (Immerseel et al., 2009; Skinner et al., 2010).

Uma lógica envolvida, em termos de prevenção e combate a patologias envolvida no intestino aviário, que reduzindo os altos gastos energéticos contra processos inflamatórios/infecciosos, esse aporte energético será direcionado para sua produção respectivamente.

Outro efeito, que carece de estudos, está sobre a possível ação dos compostos secundários, em uma ação sistêmica nos organismos de aves. Essa hipótese, embasada no trabalho de Ocel'ová et al. (2019), que o mesmo em aves da linhagem Ross 308, utilizando suplementação de óleo essencial de tomilho, quantificou timol um componente secundário, no intestino delgado, intestino grosso e no plasma destas aves.

Qualquer composto, não fisiológico do próprio organismo, são denominados pelo termo de xenobióticos, que no intestino delgado, possui vias de absorção e excreção de diversas substâncias correspondente deste termo, sendo o timol, um deles.

Os xenobióticos (Timol), são “regulados” por vários tipos de proteínas especializadas no intestino. Como os transportadores de membrana (transportador de peptídeo 1, transportador de carnitina / cátion 1 e entre outros), e os transportadores de efluxo como proteínas um de resistência a múltiplas drogas (PRMD1) e proteína dois de resistência a múltiplas drogas (PRMD2) (Arana et al., 2016).

Haritova et al. (2010) descobriram que níveis de RNAm tecidual de transportadores PRMD1 e PRMD2 em galinhas da raça Isa-Brown, expressaram níveis altos nas regiões do intestino delgado.

Oceřová et al. (2019) “O fato de termos encontrado baixas concentrações de timol no íleo podem ser devido à baixa atividade do transportador de MRP2, de modo que os metabólitos do óleo essencial de tomilho ou timol (um componente secundário do tomilho) podem ser absorvidos pelos enterócitos e transportados efetivamente para a circulação sanguínea”.

Com isso, abrindo um leque de possibilidades para efeitos sistêmicos que os óleos essenciais, nesse caso o timol pode exercer fisiologicamente e não apenas no ambiente do lúmen intestinal.

3.7 Tecnologia aplicada para a utilização comercial de óleo essencial.

Os óleos essenciais, para o seu uso comercial, possuem entraves, em virtude, que podem ocorrer durante o manuseio ou armazenamento. Eles são suscetíveis a reações químicas através de fatores ambientais como temperatura, luz e oxigênio. Tem-se propriedades físico-químicas especiais como a sua alta volatilidade, sua curta meia vida e a sua insolubilidade em água. Associando essas condições podem resultar em redução ou perda de eficácia em sua utilização plena (Turek & Stintzing, 2013).

No sentido de preservar e acondicionar maior qualidade aos óleos essenciais, a tecnologia de nanoencapsulação representa uma condição, para a veiculação do EO. Nesta abordagem de nanoencapsulação melhora as propriedades físico-químicas e a estabilidade dos OE, permitindo sua dispersibilidade da água, reduzindo sua volatilidade e protegendo-os da interação com o meio ambiente. Permitem também o controle e a modulação da liberação de compostos secundários no local alvo (Bilia et al., 2014)

Para proteger os OE de fatores extrínsecos e intrínsecos, como pH, temperatura, água, umidade, atividade, ambiente de armazenamento e degradação enzimática, alguns sistemas de entrega como a maltodextrina são utilizados (Basavegowda et al., 2020).

O timol e o cinamaldeído, foram encapsulados em maltodextrina e adicionado ao alimento para averiguar sua qualidade e disponibilidade. Após 6 meses de experimento, foram recuperados a cerca de 93% desses compostos secundários na dieta, sob maltodextrina (Bento et al., 2013).

3.8 Óleos essenciais de orégano e canela na avicultura

Um dos primeiros trabalhos utilizou 15g de timol e 5g de cinemaldeído, por tonelada de ração, em frangos da linhagem Ross, em que parâmetros de ganho de peso foram significativamente maiores comparados ao controle e demais variáveis foram melhores em desempenho e mortalidade. Além de modulações benéficas na microbiota e os seus metabólitos no ceco (Tiihonen et al., 2010).

No desafio de aves com Salmonela, utilizando raça Hubbard, que foram suplementados com timol e cinemaldeído, não alteraram os resultados de desempenho, nas dosagens testadas, porém, tiveram contagem inferiores de Salmonela em amostra de fezes desses animais, quando suplementadas com 13.5g/kg de timol e 4.5g/kg de ração de cinemaldeído (Cerisuelo et al., 2014).

Alp et al. (2012) utilizando óleo essencial de orégano na dosagem de 300ppm, utilizando frangos da Linhagem Ross 308, obtiveram melhor resultado ao final de 42 dias, na ingestão de alimento e refletindo em melhor conversão alimentar.

Roofchae et al. (2011) avaliando o uso de óleo essencial de orégano em frangos da linhagem Ross 308, aos 42 dias, em condições de estresse térmico, apresentaram melhores resultados na conversão alimentar.

O óleo essencial de orégano, com frangos da linhagem Cobb em condições normais de criação, tiveram resultados significativos no ganho de peso e porém não sendo significativos na conversão alimentar, ao final de 42 dias de criação (Peng et al., 2016).

Na utilização de canela em pó em 0.5% adicionado na ração em frangos da linhagem Ross 308 aos 42 dias, Kanani et al (2016) obtiveram efeito significativo no ganho de peso e ingestão de alimento contra o tratamento controle. Outros parâmetros significativos avaliados, como a espécie reativa Malondialdeído e níveis séricos de ALT e ácido úrico, tiveram redução ao comparar ao tratamento controle.

Também utilizando canela em pó em 0.5%, em aves da linhagem Cobb 500, o desempenho de tais aves contra o tratamento controle não diferiram significativamente, porém tiveram resultados benéficos no aumento de enzimas que atuam nas cadeias oxidativas como a superóxido dismutase, catalase, glutathiona peroxidase, capacidade

total de antioxidante. E diminuiu o Malondialdeído, sendo este uma espécie reativa presente no organismo no estresse oxidativo (Sadeghi & Moghaddam, 2018).

4 REFERÊNCIAS

Aar, P J Van der, F vd Molist, and J D Van Der Klis. 2017. “The Central Role of Intestinal Health on the Effect of Feed Additives on Feed Intake in Swine and Poultry.” *Animal Feed Science and Technology* 233: 64–75.

Allcock, S., E. H. Young, M. Holmes, D. Gurdasani, G. Dougan, M. S. Sandhu, L. Solomon, and M. E. Török. 2017. “Antimicrobial Resistance in Human Populations: Challenges and Opportunities.” *Global Health, Epidemiology and Genomics* 2. <https://doi.org/10.1017/gh.2017.4>.

Alp, M, M Midilli, N Kocabağlı, H Yılmaz, N Turan, A Gargılı, and N Acar. 2012. “The Effects of Dietary Oregano Essential Oil on Live Performance, Carcass Yield, Serum Immunoglobulin G Level, and Oocyst Count in Broilers.” *Journal of Applied Poultry Research* 21 (3): 630–36.

Anu, H K, C Keerqin, S K Kheravii, N K Morgan, S B Wu, M R Bedford, and R A Swick. 2020. “Influence of Meat and Bone Meal, Phytase, and Antibiotics on Broiler Chickens Challenged with Subclinical Necrotic Enteritis: 1. Growth Performance, Intestinal PH, Apparent Ileal Digestibility, Cecal Microbiota, and Tibial Mineralization.” *Poultry Science* 99 (3): 1540–50.

ANVISA, RESOLUÇÃO. 2007. “Resolução RDC N° 5, de 15 de Janeiro de 2007.” *Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento 2007: ANEXO.*

Arana, Maite R, Guillermo N Tocchetti, Juan P Rigalli, Aldo D Mottino, and Silvina S M Villanueva. 2016. “Physiological and Pathophysiological Factors Affecting the Expression and Activity of the Drug Transporter MRP2 in Intestine. Impact on Its Function as Membrane Barrier.” *Pharmacological Research* 109: 32–44.

Barbarestani, S Yarmohammadi, V Jazi, H Mohebodini, A Ashayerizadeh, A Shabani, and M Toghyani. 2020. “Effects of Dietary Lavender Essential Oil on Growth Performance, Intestinal Function, and Antioxidant Status of Broiler Chickens.” *Livestock Science* 233: 103958.

Basavegowda, Nagaraj, Jayanta Kumar Patra, and Kwang-Hyun Baek. 2020. “Essential Oils and Mono/Bi/Tri-Metallic Nanocomposites as Alternative Sources of Antimicrobial Agents to Combat Multidrug-Resistant Pathogenic Microorganisms: An Overview.” *Molecules* 25 (5): 1058. <https://doi.org/10.3390/molecules25051058>.

Bennani, Houda, Ana Mateus, Nicholas Mays, Elizabeth Eastmure, Katharina D.C. Stärk, and Barbara Häslér. 2020. “Overview of Evidence of Antimicrobial Use and Antimicrobial Resistance in the Food Chain.” *Antibiotics* 9 (2). <https://doi.org/10.3390/antibiotics9020049>.

Bento, M. H.L., A. C. Ouwehand, K. Tiihonen, S. Lahtinen, P. Nurminen, Markku T. Saarinen, H. Schulze, T. Mygind, and J. Fischer. 2013. “Essential Oils and Their Use in Animal Feeds for Monogastric Animals - Effects on Feed Quality, Gut Microbiota, Growth Performance and Food Safety: A Review.” *Veterinarni Medicina* 58 (9): 449–58. <https://doi.org/10.17221/7029-VETMED>.

Bilia, Anna Rita, Clizia Guccione, Benedetta Isacchi, Chiara Righeschi, Fabio Firenzuoli, and Maria Camilla Bergonzi. 2014. “Essential Oils Loaded in Nanosystems: A Developing Strategy for a Successful Therapeutic Approach.” *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2014.

Borda-Molina, Daniel, Jana Seifert, and Amélia Camarinha-Silva. 2018. “Current Perspectives of the Chicken Gastrointestinal Tract and Its Microbiome.” *Computational and Structural Biotechnology Journal* 16: 131–39. <https://doi.org/10.1016/j.csbj.2018.03.002>.

Bortoluzzi, Cristiano, Bruno Serpa Vieira, Juliano Cesar de Paula Dorigam, Anita Menconi, Adebayo Sokale, Kiran Doranalli, and Todd Jay Applegate. 2019. “Bacillus Subtilis Dsm 32315 Supplementation Attenuates the Effects of Clostridium Perfringens Challenge on the Growth Performance and Intestinal Microbiota of Broiler Chickens.” *Microorganisms* 7 (3). <https://doi.org/10.3390/microorganisms7030071>.

Brasil. 2004. “Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento BINAGRI SISLEGIS”. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 13, DE 30 DE NOVEMBRO DE 2004.

Brasil. 2010. “Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento BINAGRI SISLEGIS” INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 42, DE 16 DE DEZEMBRO DE 2010

Brasil. 2018. “Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento BINAGRI – SISLEGIS” Portaria nº 171, de 13 de dezembro de 2018

Brasil. 2020. “Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento BINAGRI – SISLEGIS” Instrução Normativa nº 1, de 13 de janeiro de 2020

Brondani, L Pradebon, T Alves da Silva Neto, R Antonio Freitag, and R Guerra Lund. 2018. “Evaluation of Anti-Enzyme Properties of Origanum Vulgare Essential Oil against Oral Candida Albicans.” *Journal de Mycologie Médicale* 28 (1): 94–100. <https://doi.org/10.1016/j.mycmed.2017.12.001>.

Caekebeke, Nele, Moniek Ringenier, Fien De Meyer, Richard Ducatelle, Nikolai Ongena, Filip Van Immerseel, and Jeroen Dewulf. 2020. “A Study on Risk Factors for Macroscopic Gut Abnormalities in Intensively Reared Broiler Chickens.” *Avian Pathology* 49 (2): 193–201.

Cardoso Dal Pont, Gabriela, Morgan Farnell, Yuhua Farnell, and Michael H Kogut. 2020. “Dietary Factors as Triggers of Low-Grade Chronic Intestinal Inflammation in Poultry.” *Microorganisms* 8 (1): 139.

Cerisuelo, A., C. Marín, F. Sánchez-Vizcaíno, E. A. Gómez, J. M. De La Fuente, R. Durán, and C. Fernández. 2014. “The Impact of a Specific Blend of Essential Oil Components and Sodium Butyrate in Feed on Growth Performance and Salmonella Counts in Experimentally Challenged Broilers.” *Poultry Science* 93 (3): 599–606. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03528>.

Cheema, M A, M A Qureshi, and G B Havenstein. 2003. “A Comparison of the Immune Response of a 2001 Commercial Broiler with a 1957 Randombred Broiler Strain When Fed Representative 1957 and 2001 Broiler Diets.” *Poultry Science* 82 (10): 1519–29.

Chowdhury, Subrata, Guru Prasad Mandal, and Amlan Kumar Patra. 2018. “Different Essential Oils in Diets of Chickens: 1. Growth Performance, Nutrient Utilisation, Nitrogen Excretion, Carcass Traits and Chemical Composition of Meat.” *Animal Feed Science and Technology* 236: 86–97.

Christofoli, Marcela, Christiane Silva Souza, Thiago Ferreira Costa, Samantha Leandro de Sousa Andrade Alexandrino, Priscila Paula de Faria, Cintia Silva Minafra-Rezende, Fabiana Ramos dos Santos, Cibele Silva Minafra, and Paulo Sérgio Pereira. 2020. “Microbiota Intestinal Benéfica e Prejudicial Na Avicultura: Revisão.” *Research, Society and Development* 9 (7): 43973667. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.3667>.

Costa, Thiago Ferreira, Aline Silva Gouvêa, Frederico Costa Nunes, Stéfane Alves Sampaio, Nadya Gabrielly Dias da Silva, Jessica Martins de Abreu, Elísio Marques de Almeida Júnior, Karine Oliveira Costa, Thiago Jordão de Oliveira Feitosa, and Lorryne Moraes de Paulo. 2020. “Aditivos Fitogênicos: Óleos Essenciais Para Frangos de Corte-Revisão.” *Research, Society and Development* 9 (3): 44. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2325>.

Díaz Carrasco, Juan María, Enzo Alejandro Redondo, Natalia Daniela Pin Viso, Leandro Martin Redondo, Marisa Diana Farber, and Mariano Enrique Fernández Miyakawa. 2018. “Tannins and Bacitracin Differentially Modulate Gut Microbiota of Broiler Chickens.” *BioMed Research International* 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/1879168>.

Dibner, J J, and J D Richards. 2005. “Antibiotic Growth Promoters in Agriculture: History and Mode of Action.” *Poultry Science* 84 (4): 634–43. <https://doi.org/10.1093/ps/84.4.634>.

Drinić, Zorica, Dejan Pljevljakušić, Jelena Živković, Dubravka Bigović, and Katarina Šavikin. 2020. “Microwave-Assisted Extraction of *O. Vulgare* L. Spp. Hirtum Essential

Oil: Comparison with Conventional Hydro-Distillation.” *Food and Bioproducts Processing* 120: 158–65.

Ducatelle, Richard, Evy Goossens, Fien De Meyer, Venessa Eeckhaut, Gunther Antonissen, Freddy Haesebrouck, and Filip Van Immerseel. 2018. “Biomarkers for Monitoring Intestinal Health in Poultry: Present Status and Future Perspectives.” *Veterinary Research* 49 (1): 1–9. <https://doi.org/10.1186/s13567-018-0538-6>.

Faghani, M. ; Rahimian, Y. ; Rafiee, A. and Namjoo, A. R. 2014. Effect of garlic and cinnamon in comparison to virginiamycin on performance and some haematological parameters in broiler chicks. *Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences*. 4:504-507.

Gadde, Ujvala Deepthi, Sungtaek Oh, Hyun S. Lillehoj, and Erik. P. Lillehoj. 2018. “Antibiotic Growth Promoters Virginiamycin and Bacitracin Methylene Disalicylate Alter the Chicken Intestinal Metabolome.” *Scientific Reports* 8 (1): 3592. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22004-6>.

Gao, Pengfei, Qiangchuan Hou, Lai-Yu Kwok, Dongxue Huo, Shuzhen Feng, and Heping Zhang. 2017. “Effect of Feeding *Lactobacillus Plantarum* P-8 on the Faecal Microbiota of Broiler Chickens Exposed to Lincomycin.” *Science Bulletin* 62 (2): 105–13. <https://doi.org/10.1016/j.scib.2017.01.001>.

Gaskins, H R, C T Collier, and D B Anderson. 2002. “Antibiotics as Growth Promotants: Mode of Action.” *Animal Biotechnology* 13 (1): 29–42.

Gaskins, H. R., Collier, C. T., & Anderson, D. B. (2002). Antibiotics as growth promotants: mode of action. *Animal Biotechnology*, 13(1), 29–42.

Guimarães, Aline Cristina, Leandra Martins Meireles, Mayara Fumiere Lemos, Marco Cesar Cunegundes Guimarães, Denise Coutinho Endringer, Marcio Fronza, and Rodrigo Scherer. 2019. “Antibacterial Activity of Terpenes and Terpenoids Present in Essential Oils.” *Molecules* 24 (13): 2471.

Hamid, H, L H Zhao, G Y Ma, W X Li, H Q Shi, J Y Zhang, C Ji, and Q G Ma. 2019. “Evaluation of the Overall Impact of Antibiotics Growth Promoters on Broiler Health

and Productivity during the Medication and Withdrawal Period.” *Poultry Science*, January. <https://doi.org/10.3382/ps/pey598>.

Haritova, Aneliya M, Jan Schrickx, and Johanna Fink-Gremmels. 2010. “Expression of Drug Efflux Transporters in Poultry Tissues.” *Research in Veterinary Science* 89 (1): 104–7.

Immerseel, Filip Van, Julian I Rood, Robert J Moore, and Richard W Titball. 2009. “Rethinking Our Understanding of the Pathogenesis of Necrotic Enteritis in Chickens.” *Trends in Microbiology* 17 (1): 32–36.

Kanani, P Baghban, Mohsen Daneshyar, and Ramin Najafi. 2016. “Effects of Cinnamon (*Cinnamomum Zeylanicum*) and Turmeric (*Curcuma Longa*) Powders on Performance, Enzyme Activity, and Blood Parameters of Broiler Chickens under Heat Stress.” *Poultry Science Journal* 4 (1): 47–53.

Khadhri, Ayda, Intidhar Bouali, Chedia Aouadhi, Marie-Christine Lagel, Eric Masson, and Antonio Pizzi. 2019. “Determination of Phenolic Compounds by MALDI–TOF and Essential Oil Composition by GC–MS during Three Development Stages of *Origanum Majorana L.*” *Biomedical Chromatography* 33 (11): e4665.

Khan, Rifat Ullah, Naz Shabana, and Dhama Kuldeep. 2014. “Chromium: Pharmacological Applications in Heat-Stressed Poultry.” *International Journal of Pharmacology* 10 (4): 213–17. <https://doi.org/10.3923/ijp.2014.213.217>.

Kheiri, Farshid, Mostafa Faghani, and Nasir Landy. 2018. “Evaluation of Thyme and Ajwain as Antibiotic Growth Promoter Substitutions on Growth Performance, Carcass Characteristics and Serum Biochemistry in Japanese Quails (*Coturnix Japonica*).” *Animal Nutrition* 4 (1): 79–83. <https://doi.org/10.1016/J.ANINU.2017.09.002>.

Kogut, Michael H., Xiaonan Yin, Jianmin Yuan, and Leon Broom. 2017. “Gut Health in Poultry.” *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 12 (October 2017). <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR201712031>.

Li, Yanqun, Dexin Kong, Ying Fu, Michael R Sussman, and Hong Wu. 2020. “The Effect of Developmental and Environmental Factors on Secondary Metabolites in Medicinal Plants.” *Plant Physiology and Biochemistry* 148: 80–89.

Liu, ShuDong, MinHo Song, Won Yun, JiHwan Lee, ChangHee Lee, WooGi Kwak, NamSoo Han, HyeunBum Kim, and JinHo Cho. 2018. “Effects of Oral Administration of Different Dosages of Carvacrol Essential Oils on Intestinal Barrier Function in Broilers.” *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 102 (5): 1257–65.

Madhupriya, V, P Shamsudeen, G Raj Manohar, S Senthilkumar, V Soundarapandiyam, and M Moorthy. 2018. “Phyto Feed Additives in Poultry Nutrition—A Review.” *Int J Sci Environ Technol* 7 (3): 815–22.

Maria Cardinal, Katia, Marcos Kipper, Ines Andretta, and Andréa Machado Leal Ribeiro. 2019. “Withdrawal of Antibiotic Growth Promoters from Broiler Diets: Performance Indexes and Economic Impact.” *Poultry Science* 98 (12): 6659–67. <https://doi.org/10.3382/ps/pez536>.

Mohiti-Asli, Maziar, and Moein Ghanaatparast-Rashti. 2018. “Comparing the Effects of a Combined Phytogetic Feed Additive with an Individual Essential Oil of Oregano on Intestinal Morphology and Microflora in Broilers.” *Journal of Applied Animal Research* 46 (1): 184–89. <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1284074>.

Moore, P R, A Evenson, T D Luckey, E McCoy, C A Elvehjem, and E B Hart. 1946. “Use of Sulfasuxidine, Streptothricin, and Streptomycin in Nutritional Studies with the Chick.” *J. Biol. Chem* 165 (2): 437–41.

Muaz, KHURRAM, MUHAMMAD RIAZ, SAEED AKHTAR, SUNGKWON PARK, and AMIR ISMAIL. 2018. “Antibiotic Residues in Chicken Meat: Global Prevalence, Threats, and Decontamination Strategies: A Review.” *Journal of Food Protection* 81 (4): 619–27. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-17-086>.

Niewold, T.A. 2007. “The Nonantibiotic Anti-Inflammatory Effect of Antimicrobial Growth Promoters, the Real Mode of Action? A Hypothesis.” *Poultry Science* 86 (4): 605–9. <https://doi.org/10.1093/PS/86.4.605>.

Oceľová, Vladimíra, Remigius Chizzola, Giovanna Battelli, Jana Pisarcikova, Stefan Faix, Francesco Gai, and Iveta Placha. 2019. “Thymol in the Intestinal Tract of Broiler Chickens after Sustained Administration of Thyme Essential Oil in Feed.” *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 103 (1): 204–9. <https://doi.org/10.1111/jpn.12995>.

Oh, Sungtaek, Hyun Soon Lillehoj, Youngsub Lee, David Bravo, and Erik Lillehoj. 2019. “Dietary Antibiotic Growth Promoters Down-Regulate Intestinal Inflammatory Cytokine Expression in Chickens Challenged with LPS or Co-Infected with *Eimeria Maxima* and *Clostridium Perfringens*.” *Frontiers in Veterinary Science* 6: 420.

Oviedo-Rondón, Edgar O. 2019. “Holistic View of Intestinal Health in Poultry.” *Animal Feed Science and Technology* 250 (January): 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.01.009>.

Pan, Deng, and Zhongtang Yu. 2013. “Intestinal Microbiome of Poultry and Its Interaction with Host and Diet.” *Gut Microbes* 5 (1). <https://doi.org/10.4161/gmic.26945>.

Pavoni, Lucia, Diego Romano Perinelli, Giulia Bonacucina, Marco Cespi, and Giovanni Filippo Palmieri. 2020. “An Overview of Micro-and Nanoemulsions as Vehicles for Essential Oils: Formulation, Preparation and Stability.” *Nanomaterials* 10 (1): 135.

Peng, Q, X F Zeng, J L Zhu, S Wang, X T Liu, C L Hou, P A Thacker, and S Y Qiao. 2016. “Effects of Dietary *Lactobacillus Plantarum* B1 on Growth Performance, Intestinal Microbiota, and Short Chain Fatty Acid Profiles in Broiler Chickens.” *Poultry Science* 95 (4): 893–900. <https://doi.org/10.3382/ps/pev435>.

Puvača, N.; Čabarkapa, I.; Petrović, A.; Bursić, V.; Prodanović, R., Soleša, D.; and Lević, J. 2019. Tea tree (*Melaleuca alternifolia*) and its essential oil: Antimicrobial, antioxidant and acaricidal effects in poultry production. *World's Poultry Science Journal* 75:235-246

Rashid, Z., Gilani, S. M. H., Ashraf, A., Zehra, S., Azhar, A., Al-Ghanim, K. A., Al-Misned, F., Mahboob, S., & Galani, S. (2020). Benchmark taxonomic classification of

chicken gut bacteria based on 16S rRNA gene profiling in correlation with various feeding strategies. *Journal of King Saud University - Science*, 32(1), 1034–1041. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2019.09.013>

Roofchae, Amir, Mehrdad Irani, Mohammad Ali Ebrahimzadeh, and Mohammad Reza Akbari. 2011. “Effect of Dietary Oregano (*Origanum Vulgare* L.) Essential Oil on Growth Performance, Cecal Microflora and Serum Antioxidant Activity of Broiler Chickens.” *African Journal of Biotechnology* 10 (32): 6177–83. <https://doi.org/10.5897/AJB10.2596>.

Sadeghi, A. A., and M. Moghaddam. 2018. “The Effects of Turmeric, Cinnamon, Ginger and Garlic Powder Nutrition on Antioxidant Enzymes’ Status and Hormones Involved in Energy Metabolism of Broilers during Heat Stress.” *Iranian Journal of Applied Animal Science* 8 (1): 25–130.

Saeed, M., Kamboh, A., Syed, S., Babazadeh, D., Suheryani, I., Shah, Q., Chao, S. 2018. Phytochemistry and beneficial impacts of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) as a dietary supplement in poultry diets. *World's Poultry Science Journal*, 74:331-346.

Shah, B, L N Pandey, H Azad, M R Tiwari, A Jha, and N Paudel. 2019. "Effect of Lemon Grass Oil Inclusion in Broiler Feed and Its Effect on Growth Performance." *Nepalese Journal of Agricultural Sciences* 18: 62–70.

Shih, Meng-Ling, and John A Morgan. 2020. "Metabolic Flux Analysis of Secondary Metabolism in Plants." *Metabolic Engineering Communications* 10: e00123.

Skinner, James T., Sharon Bauer, Virginia Young, Gail Pauling, and Jeff Wilson. 2010. "An Economic Analysis of the Impact of Subclinical (Mild) Necrotic Enteritis in Broiler Chickens." *Avian Diseases* 54 (4): 1237–40. <https://doi.org/10.1637/9399-052110-Reg.1>.

Stanley, Dragana, Robert J Hughes, Mark S Geier, and Robert J Moore. 2016. "Bacteria within the Gastrointestinal Tract Microbiota Correlated with Improved Growth and Feed Conversion: Challenges Presented for the Identification of Performance Enhancing Probiotic Bacteria." *Frontiers in Microbiology* 7: 187.

Stefanello, Catarina, Daniele P. Rosa, Yuri K. Dalmoro, Ana L. Segatto, Marcia S. Vieira, Mariana L. Moraes, and Elizabeth Santin. 2020. "Protected Blend of Organic Acids and Essential Oils Improves Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Intestinal Health of Broiler Chickens Undergoing an Intestinal Challenge." *Frontiers in Veterinary Science* 6 (January): 491. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00491>.

Swamy, Mallappa Kumara, Mohd Sayeed Akhtar, and Uma Rani Sinniah. 2016. "Antimicrobial Properties of Plant Essential Oils against Human Pathogens and Their Mode of Action: An Updated Review." *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2016 (December): 1–21. <https://doi.org/10.1155/2016/3012462>.

Thapa, Sarina Pradhan, Smriti Shrestha, and Anil Kumar Anal. 2020. "Addressing the Antibiotic Resistance and Improving the Food Safety in Food Supply Chain (Farm-to-Fork) in Southeast Asia." *Food Control* 108: 106809.

Tiihonen, K., H. Kettunen, M. H.L. Bento, M. Saarinen, S. Lahtinen, A. C. Ouwehand, H. Schulze, and N. Rautonen. 2010. "The Effect of Feeding Essential Oils on Broiler Performance and Gut Microbiota." *British Poultry Science* 51 (3): 381–92. <https://doi.org/10.1080/00071668.2010.496446>.

Turcu, Raluca Paula, Cristina Tabuc, Petru Alexandru Vlaicu, Tatiana Dumitra Panaite, Mihaela Buleandra, and Mihaela Saracila. 2018. "Effect of the Dietary Oregano (*Origanum Vulgare* L.) Powder and Oil on the Balance of the Intestinal Microflora of Broilers Reared under Heat Stress (32° C)." *Scientific Papers: Series D, Animal Science-The International Session of Scientific Communications of the Faculty of Animal Science* 61.

Turek, Claudia, and Florian C. Stintzing. 2013. "Stability of Essential Oils: A Review." *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 12 (1): 40–53. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12006>.

Vázquez, Ramón Silva, Lorenzo Antonio Durán Meléndez, Eduardo Santellano Estrada, Carlos Rodríguez Muela, Guillermo Villalobos Villalobos, Gerardo Méndez Zamora, and Michael E Hume. 2015. "Performance of Broiler Chickens Supplemented with Mexican Oregano Oil (*Lippia Berlandieri* Schauer)." *Revista Brasileira de Zootecnia* 44 (8): 283–89.

Xu, Jingyi, Rassamee Sangthong, Edward McNeil, Rong Tang, and Virasakdi Chongsuvivatwong. 2020. "Antibiotic Use in Chicken Farms in Northwestern China." *Antimicrobial Resistance & Infection Control* 9 (1): 1–9.

Yang, Yichao, Amanda J Ashworth, Kim Cook, Cammy Willett, Abhinav Upadhyay, Phillip Owens, Steven C Ricke, Jennifer Mary DeBruyn, and Philip A Moore. 2019. "Review of Antibiotic Resistance, Ecology, Dissemination, and Mitigation in US Broiler Poultry Systems." *Frontiers in Microbiology* 10: 2639.

Zamora, G. M.; MELÉNDEZ, L. A. D.; HUME, M. E.; VÁZQUEZ, R. S. 2017. Performance, blood parameters, and carcass yield of broiler chickens supplemented with Mexican oregano oil. *R. Bras. Zootec.*, 46(6): 515-520.

Zhai, Hengxiao, Hong Liu, Shikui Wang, Jinlong Wu, and Anna-Maria Klunter. 2018. "Potential of Essential Oils for Poultry and Pigs." *Animal Nutrition* 4 (2): 179–86. <https://doi.org/10.1016/J.ANINU.2018.01.005>.

Zou, Angela, Kerry Nadeau, Pauline W Wang, Jee Yeon Lee, David S Guttman, Shayan Sharif, Doug R Korver, John H Brumell, and John Parkinson. 2020. "Accumulation of Genetic Variants Associated with Immunity in the Selective Breeding of Broilers." *BMC Genetics* 21 (1): 1–14.

Capítulo 2 – Óleo Essencial de Canela (*Cinnamomum verum*) e Orégano (*Origanum vulgare*) em Dietas de Frangos de Corte

RESUMO

O objetivo deste estudo é utilizar óleo essencial, suplementado por ração, nos parâmetros de desempenho, biometria dos órgãos do trato gastrointestinal, parâmetros bioquímicos, análise de vísceras hepáticas e histomorfometria intestinal. Neste experimento, foram utilizados 385 pintos machos de um dia da linhagem Cobb, alojados em gaiolas de arame galvanizado com dimensões de 0,90m x 0,60m x 0,45m. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e sete repetições de 11 animais cada. Os tratamentos consistiram de ração controle, controle positivo com antibióticos e os demais tratamentos com teores crescentes de óleo essencial em 0,05; 0,1 e 0,15 kg / t. Resultados significativos foram observados para o desempenho das aves ao final de 21 e 42 dias e para análise da histomorfometria de Vilo no intestino delgado, com o uso de óleos essenciais, enquanto as demais análises não foram significativas. Conclui-se que o óleo essencial pode ser recomendado como substituto da promoção de antibióticos, pois não apresenta alterações prejudiciais e melhora as características produtivas.

Palavras-chave: Desempenho, Frango de corte, Histomorfometria, Óleo essencial,

ABSTRACT

The objective of this study is to use essential oil, supplemented by feed, in the performance parameters, biometrics of the gastrointestinal tract organs, biochemical parameters, analysis of liver viscera and intestinal histomorphometry. In this experiment, 385 male day-old chicks of the Cobb strain were used, housed in galvanized wire cages with dimensions of 0.90m x 0.60m x 0.45m. The experimental design was the completely randomized, with five treatments and seven replications of 11 animals each. The treatments consisted of control ration, a positive control with antibiotics and the other treatments with increasing levels of essential oil in 0.05; 0.1 and 0.15 kg / t. Significant results were observed for performance of the birds at the end of 21 and 42 days and for analysis of Villi Histomorphometry in the small intestine, with the use of essential oils, while the other analyzes were not significant. It is concluded that essential oil can be recommended as a substitute for promoting antibiotic, as it does not show harmful changes and improves productive characteristics.

Keywords: Broiler Chicken, Essential oil, Histomorphometry, Performance

INTRODUÇÃO

A utilização de antibióticos promotores de crescimento (APC) nas rações constitui uma prática bastante utilizada na avicultura. Sendo utilizados há mais de 60 anos, não apenas para controlar doenças infecciosas, mas também para aumentar a eficiência alimentar e melhorar o desempenho desses animais (Gadde et al., 2018). Todavia, o uso desses APC vem sendo restringido, devido a resistência a drogas entre as populações bacterianas, que levaram a proibição em diversos países (Abd el-hack M et al., 2020).

A retirada dos APC, impactou a produção de frangos de corte com incidências de infecções bacterianas, que ocasionam distúrbios entéricos no animal com perda de desempenho e no aumento da mortalidade. A fim de prevenir essas consequências negativas, pesquisas com alternativas eficazes aos promotores de crescimento são estudadas para prevenir e melhorar os ganhos de produção nesses animais, promover ganhos produtivos e as condições de bem-estar animal (Pham et al., 2020; Costa et al., 2020)

Dentre dessas alternativas os óleos essenciais (OE) de plantas, são alternativas eficazes, por conter compostos bioativos que expressam atividades antimicrobianas, antioxidantes e anti-inflamatórias (Xue et al., 2020).

Dentre os compostos bioativos já utilizados, têm-se o cinemaldeído, obtido do óleo essencial da canela (*Cinnamomum ssp.*) e o timol, extraído do óleo essencial do orégano (*Origanum ssp.*) e em meio a outros já foram utilizados na suplementação de frangos de corte (Puvača et al., 2019).

Diante desse exposto, o objetivo com este estudo foi avaliar o uso do óleo essencial, em associação, suplementado via ração, nos índices zootécnicos e no metabolismo: de desempenho, biometria dos órgãos do trato gastrointestinal, parâmetros bioquímicos, análises de vísceras hepáticas, análise da histomorfometria intestinal.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em Rio Verde, Goiás, Brasil, latitude 17°48'34.5"S longitude 50°53'55.4"W. A pesquisa em animais foi conduzida de acordo com o comitê institucional sobre uso de animais (8605090419). O experimento durou 42 dias, sendo adotado delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e sete repetições com 11 aves cada, totalizando 385 pintinhos de lote misto de um dia, da linhagem Cobb alojados em gaiolas de arame galvanizado com dimensões 0,90m x 0,60m x 0x45m.

A formulação da dieta consistiu em rações produzidas de acordo com as recomendações de Rostagno et al (2017). Separadas em quatro fases de tratamento. Com fornecimento de ração e a água, *ad libitum*. De acordo com a tabela 2.

A ração controle foi composta por farelo de soja e milho(T1). O antibiótico utilizado consistiu no antibiótico bacitracina de zinco, na dosagem de 0,25g/t de princípio ativo (T2). O óleo essencial utilizado é um produto importado europeu para frango de cortes, sendo preconizado a utilização de 0,1 kg por tonelada de ração fornecida. Este óleo essencial tem como parâmetro de composição, os componentes do óleo essencial são Cinamaldeído (*Cinnamomum verum*) com concentração de 4,5g e Timol (*Origanum vulgare*) com concentração de 13,5g a cada 100g do produto utilizado.

Nos tratamentos com óleo essencial comercial, o tratamento T3 foi adicionado 0,05kg/t, o T4 adicionado 0,1kg/t e T5 foi adicionado 0,15kg/t.

Tabela 1 – composição das rações experimentais.

Ingredientes (Kg)	Inicial			
	Pré-Inicial (1-7 dias)	(8-21 dias)	Crescimento (22-35 dias)	Final (36-42 dias)
Milho	55.30	56.02	61.40	67.00
Farelo de soja 45%	39.37	37.93	32.20	26.90
Óleo de soja	0.80	1.70	2.90	2.80
Fosfato bicálcico	0.06	1.25	1.48	1.10
Premix	1.00 ¹	1.00 ¹	0.80 ²	1.20 ²
Sal comum	0.50	0.49	0.48	0.45
DL-Metionina	0.26	0.50	0.29	0.20
L-Lisina	0.30	0.27	0.22	0.40
Calcário	2.2	1.20	0.19	0.20
L-Treonina	0.19	0.07	0.10	0.07
Total	100.0	100.0	100.0	100.0
Níveis calculados				
Energia Metab. (Kcal/Kg)	3000.00	3100.0	3147.54	3201.18
Proteína bruta (%)	25.31	24.50	20.64	18.68
Lisina dig(%)	1.36	1.31	1.12	1.14
Metionina dig(%)	0.55	0.53	0.58	0.46
Fósforo disp. (%)	0.48	0.43	0.33	0.28
Cálcio (%)	1.01	0.84	0.75	0.66
Sódio (%)	0.23	0.21	0.20	0.19

1 Premix Vitamínico Mineral (Níveis Nutricionais por quilo de Produto): Metionina (Min): 290 g/kg, Ferro (Min): 5000 mg/kg, Cobre (Min): 1500 mg/kg, Manganês (Min): 14 g/kg, Zinco (Min): 12 g/kg, Iodo (Min): 28 mg/kg, Selênio (Min) 70 mg/kg, Vitamina A (Min): 1500000 UI/kg, Vitamina D3 (Min): 500000 UI/kg, Vitamina E (Min): 3333 UI/kg, Vitamina K3 (Min): 250 mg/kg, Vitamina B1 (Min): 300 mg/kg, Vitamina B2 (Min): 1000 mg/kg, Vitamina B6 (Min): 500 mg/kg, Vitamina B12 (Min) 3333 mcg/kg, Niacina (Min): 6667 mg/kg, Pantotenato de

Cálcio (Min): 2000 mg/kg, Ácido Fólico (Min): 280 mg/kg Biotina (Min): 8.3 mg/kg, Cloreto de Colina (Min): 70 mg/kg. 2 Premix Vitamínico Mineral (Níveis Nutricionais por quilo de Produto) – Metionina (Min): 300 g/kg, Ferro (Min): 6000 mg/kg, Cobre (Min): 1850 mg/kg, Manganês (Min): 16.8 g/kg, Zinco (Min): 14.5 g/kg, Iodo (Min): 330 mg/kg, Selênio (Min) 84 mg/kg, Vitamina A (Min): 1500000 UI/kg, Vitamina D3 (Min): 500000 UI/kg, Vitamina E (Min): 3600 UI/kg, Vitamina K3 (Min): 240 mg/kg, Vitamina B1 (Min): 300 mg/kg, Vitamina B2 (Min): 1100 mg/kg, Vitamina B6 (Min): 500 mg/kg, Vitamina B12 (Min) 3600 mcg/kg, Niacina (Min): 7000 mg/kg, Pantotenato de Cálcio (Min): 2000 mg/kg, Ácido Fólico (Min): 320 mg/kg Biotina (Min): 6 mg/kg, Cloreto de Colina (Min): 65 mg/kg.

Tabela 2: Temperatura média ambiente do galpão de acordo com a fase de produção.

Ciclo	Temperatura média (°C)		Umidade (%)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
Pré-inicial	31,05	18,22	69,00	56,00
Inicial	30,83	17,21	69,52	50,00
Crescimento	29,77	16,54	65,00	57,00
Final	27,83	16,00	64,00	58,87

As rações e as aves foram pesadas no final de sete dias, 14 dias, 21 dias e 42 dias para avaliação do peso corporal, do ganho de peso, do consumo de ração, da conversão alimentar.

O ensaio de digestibilidade, os animais permaneceram durante três dias para adaptação, e iniciou o período de coleta total de excretas após cinco dias. Para determinação do início e o fim das coletas, utilizou 1% de óxido férrico como indicador fecal nas rações correspondentes à primeira e a última coleta de excretas. Nesse período, o consumo de ração de cada unidade experimental foi monitorado, evitando-se desperdícios e contaminação das excretas.

Em cada tratamento, as excretas foram coletadas das bandejas e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em freezer.

Finalizando o período experimental, todas as amostras de excretas foram descongeladas por 24 horas. Após esse período, as amostras de cada repetição do tratamento, foram homogeneizadas e retirado uma alíquota, para cada tratamento de até 400 g.

As alíquotas de excretas retiradas foi-se colocado em pratos de alumínio, identificadas e levadas à pré-secagem em estufa retilínea de ventilação forçada (FANEM LTDA) a 55 ± 5 °C, e posteriormente as excretas e rações experimentais foram trituradas em moinhos tipo Willey, utilizando peneira de 2 mm, após serem trituradas, foram colocadas em potes de material plástico com a respectiva identificação, para realização das análises, respeitando a metodologia de Silva e Queiroz (2002).

O cálculo utilizado para determinar a digestibilidade é o nutriente ingerido menos o excretado dividido pelo nutriente ingerido; já a digestão de proteína bruta é dada pela quantidade de proteína bruta ingerida menos a quantidade excretada dividida pelo ganho de peso. O cálculo retenção de nutrientes seguiu o descrito por Noy & Sklan (2002).

Nos dias 7^º, 14^º, 21^º e 42^º uma ave de cada repetição, com peso médio da parcela experimental, foi separada para jejum de 8 horas. Ao final do jejum, foi realizado a coleta de sangue e realizado a eutanásia por deslocamento cervical. A coleta de amostras usadas nas análises dos órgãos do sistema digestivo e avaliação das frações do intestino delgado.

Na avaliação bioquímica sérica, o sangue dos animais foi colhido por punção cardíaca e as amostras foram processadas seguindo metodologia descrita em Minafra et al. (2010). Foram avaliados os teores de amilase (u/dl), colesterol (mg/dl), cálcio (mmol/dl), fósforo (mmol/dl), glicose (mg/dl), proteínas totais (g/dl), relação cálcio:fósforo (mmol/dl), triglicerídeos (mg/dl), aspartato aminotransferase (u/l) e alanina aminotransferase (u/l). Sendo estes utilizados kits comerciais, colorimétricos.

Na necropsia foram retiradas as vísceras que compõem o trato gastrointestinal, as quais foram pesadas seguindo os seguintes procedimentos (MINAFRA et al., 2007): o peso do trato gastrointestinal, desde a inserção do

esôfago na orofaringe até a comunicação do intestino grosso com a cloaca, o peso dos órgãos separadamente, do pró-ventrículo mais moela (com conteúdo remanescente), peso do pâncreas, após sua separação da alça duodenal; peso do intestino delgado, porção que compreende o final do estômago muscular até o início dos cecos, peso do intestino grosso, representado pelo peso dos cecos, do cólon e do reto; peso do fígado, dado pelo peso do fígado sem a vesícula.

Os resultados foram convertidos em pesos relativos de acordo com a fórmula: peso relativo do órgão = (peso do órgão/peso corporal) x 100.

Na análise da bioquímica hepática, procedeu-se a homogeneização dos fígados, em proporção de 1g de víscera para 9 ml de água que em seguida, centrifugada a 8000 rpm, por 10 minutos. Feito a centrifugação, foi coletado o sobrenadante, sendo utilizado para quantificar a enzima glutamato-oxaloacetato transaminase e a enzima glutamato-piruvato transaminase.

As vilosidades e as criptas do duodeno também foram avaliadas microscopicamente após o abate com metodologia adaptada de Almeida et al. (2016). Os segmentos do intestino com aproximadamente 4,0 cm de comprimento. Foram cuidadosamente coletados e lavados imediatamente em água destilada, identificados, armazenados em solução de formol tamponado a 10%.

Para a montagem das lâminas, foram realizados cortes intestinais das amostras coletadas, acondicionados em bloquetes, que foram desidratados em série crescente de etanol, diafanizados em xilol e adicionados em parafina líquida em formato de bloco. Com a parafina em sua forma sólida, foram realizados cortes multisseriados de 6 µm de espessura, em que foram escolhidos seis cortes de cada segmento, e foram dispostos em lâmina de vidro, corados em hematoxilina-eosina e cobertos com lamínula de vidro. As análises morfométricas da mucosa intestinal feitas pelas imagens obtidas em aumentos de 4 x com o auxílio de um microscópio óptico acoplado ao sistema analisador de imagens da Leica (Image-Pro Plus versão 4.5.0.27). As imagens obtidas foram analisadas pelo programa AnatiQuanti da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

As variáveis estudadas foram a altura das vilosidades intestinais, profundidade das criptas e a relação altura do vilo/cripta. As medidas das vilosidades intestinais foram feitas a partir da região basal coincidente com a porção superior das criptas até ao ápice dos vilos. A profundidade das criptas foi

tomada a partir da região basal das vilosidades até a sua delimitação com a muscular da mucosa.

As variáveis obtidas, submetidos a análise de variância, por teste de regressão consistido do tratamento controle (T1) e os níveis de óleo essencial e no teste de Dunnet, que consiste em todos os tratamentos, sendo o tratamento (T2) em contraste com os demais a 5% de probabilidade. O programa estático utilizado o software R. O modelo estatístico geral e a equação: $Y_{ij} = M + T_j + E_{ij}$

Em que o Y_{ij} é o valor observado da característica estudada, no tratamento sendo representado pela letra “i” e a repetição representada pela letra “j”; o valor de M representa a média geral de todas as observações do experimento. A variável T_j representa o efeito do tratamento i. A variável E_{ij} e o erro associado à observação Y_{ij} . Sendo a hipóteses H_0 os tratamentos que possui os mesmos efeitos e a hipótese “ H_a ” pelo menos dois tratamentos em efeitos diferentes.

RESULTADOS

Na Tabela 3 contém os resultados de desempenho, com os parâmetros desempenho aos sete, 14, 21 e 42 dias de idade. De um aos 14, todos os parâmetros avaliados foram não significativos para análise de regressão.

De um a 21, os parâmetros de ganho de peso e consumo de ração não foram significativos para análise de regressão, sendo já a conversão alimentar, tendo efeito quadrático, e até a adição de 0,1 kg/t e dado o pico máximo de eficiência alimentar.

De um a 42, apenas o parâmetro de ganho de peso, que não foi significativo pela análise de regressão, sendo o consumo de ração, significativo para regressão, tendo efeito quadrático, indicando que o pico máximo de diminuição no consumo de ração está associado com a adição de 0,15 kg/t. Já no parâmetro de conversão de alimentação, foi significativo, tendo um efeito quadrático, indicando que o pico máximo de eficiência alimentar, foi na adição de 0,1 kg/t.

Já nos testes de Dunnet, de um a 42, no parâmetro de conversão alimentar, em comparação as médias, o tratamento controle positivo, não foi significativo aos níveis de óleo essencial, mas comparado ao tratamento controle negativo, obteve efeito significativo, em que o tratamento positivo foi menor que o tratamento negativo.

Tabela 3 - Desempenho de frangos de corte suplementados com níveis de óleo essencial.

Parâmetro	Cont. Pos.	Cont. Neg.	Óleo Essencial (kg/t)			CV (%) ¹	P-Valor	EMP ²
			0.05	0.10	0.15			
1 a 7 dias de idade								
GP (g) ³	55	56	57	55	52	4.88	0.267	0.0005
CR(g) ⁴	73	71	76	75	74	5.98	0.595	0.0008
CA ⁵	1.38	1.35	1.34	1.35	1.36	5.71	0.187	0.001
1 a 14 dias de idade								
GP (g) ³	206	194	213	212	205	6.09	0.151	0.052
CR(g) ⁴	0.289	0.279	0.283	0.275	0.282	5.70	0.806	0.002
CA ⁵	1.41	1.40	1.35	1.28*	1.35	5.97	0.897	0.0163
1 a 21 dias de idade								
GP (g) ³	471	464	509	512	482	5.22	0.010 ⁶	0.005
CR(g) ⁴	0.760	0.797	0.744	0.741	0.722	4.55	0.003 ⁷	0.008
CA ⁵	1.59	1.69	1.47	1.43*	1.50	4.86	(4.5e-6) ⁸	0.023
1 a 42 dias de idade								
GP (g) ³	2.632	2.597	2.624	2.669	2.536	4.05	0.120	0.021
CR(g) ⁴	4.24	4.28	3.98	3.86*	3.89*	5.30	0.004 ⁹	0.049
CA ⁵	1.59	1.66	1.53	1.44*	1.53	5.48	0.0008 ¹⁰	0.02

1Coeficiente de Variação, 2Erro médio estatístico (EMP). 3Ganho de peso, 4Consumo de ração, 5Conversão alimentar. 6Efeito quadrático $y = 0.469+0.113x+(-0.07x^2)$ ($R^2 = 0,98$). 7Efeito linear $y = 0.785+(-0.045x)$ ($R^2 = 0,83$). 8Efeito quadrático $y = 1.691+(0.554x)+0.288x^2$ ($R^2 = 0,99$). 9Efeito linear $y = 4.203+(-0.259x)$ ($R^2 = 0,76$). 10Efeito quadrático $y = 1.671+(-0.423x)+0.220x^2$ ($R^2 = 0,96$). *Difere do tratamento controle positivo pelo teste Dunnett a 5% probabilidade.

Na Tabela 4 contém os resultados de Metabolizabilidade proteica e do extrato etéreo aos 42 dias de idade, onde não foram observados resultados significativos.

Tabela 4 - Metabolizabilidade proteica e do extrato etéreo de frangos de corte aos 42 dias de idade, com níveis de óleo essencial.

Parâmetro	Cont. Pos	Cont. Neg	Óleo Essencial (kg/t)			CV(%) ¹	P. valor	SEM ²
			0.05	0.1	0.15			
CDPB ³	70.06	72.99	69.99	71.28	70.99	8.30	0.156	0.076
CDEE ⁴	64.72	63.98	62.76	63.89	64.07	9.56	0.217	0.012

1. Coeficiente de variação; 2. Erro Médio Estatístico; 3 Coeficientes de digestibilidade de proteína bruta; 4 Coeficientes de digestibilidade de extrato etéreo.

A Tabela 5 contém os resultados de biometria relativa para sete e 14 dias, não foram observados resultados significativos.

Tabela 5- Biometria de órgãos do TGI de frangos de corte em 7 e 14 dias de idade, com níveis de óleo essencial.

Parâmetro	Cont. Pos.	Cont. Neg.	Óleo Essencial (kg/t)			CV (%) ¹	P-Valor	EMP ²
			0.05	0.10	0.15			
1 a 7 dias de idade								
PA ³	83.71	83.71	87.14	87.14	84.00	4.88	4.880	0.807
PTGI ⁴	20.95	19.67	20.52	20.88	20.11	12.37	0.823	0.456
PR+MO ⁵	7.53	7.74	7.09	7.21	6.78	10.44	0.146	0.150
ID(g) ⁶	5.32	5.11	5.26	5.55	4.91	11.39	0.252	0.115
IG(g) ⁷	1.57	1.87	1.82	1.64	1.90	12.86	0.191	0.046
Pâncreas (g)	0.52	0.53	0.55	0.57	0.54	13.15	0.862	0.013
Fígado(g)	4.48	4.55	4.09	4.74	4.17	12.90	0.123	0.113
1 a 14 dias de idade								
PA ³	228	218	229	225	230	6.31	0.387	2.703
PTGI ⁴	15.99	17.39	17.32	17.08	16.68	7.22	0.698	0.226
PR+MO ⁵	5.64	5.94	5.60	5.70	5.20	10.47	0.155	0.117
ID(g) ⁶	3.77	5.26	5.33	5.04	4.90	12.83	0.610	0.122
IG(g) ⁷	1.33	1.29	1.26	1.42	1.33	13.78	0.433	0.034
Pâncreas (g)	0.50	0.53	0.49	0.52	0.52	12.95	0.604	0.012
Fígado(g)	3.80	3.59	3.69	3.59	3.76	9.36	0.749	0.063

1Coeficiente de Variação 2Erro médio estatístico. 3Peso da Ave, 4Peso Relativo Trato Gastrointestinal, 5proventrículo + moela, 6Intestino Delgado, 7Intestino Grosso.

A Tabela 6 contém os resultados de biometria relativa para 21 e 42 dias de idade, não foram observados resultados significativos.

Tabela 6- Biometria Relativa dos frangos de corte em 21 e 42 dias de idade, com níveis de óleo essencial.

Parâmetro	Cont. Pos.	Cont. Neg.	Óleo Essencial (kg/t)			CV (%) ¹	P-Valor	EMP ²
			0.05	0.10	0.15			
1 a 21 dias de idade								
PA ³	484	474	500	508	492	6.29	0.243	6.022
PTGI ⁴	13.84	14.62	13.92	3.86	14.19	6.58	0.427	0.175
PR+MO ⁵	4.45	4.63	4.40	4.47	4.33	10.60	0.689	0.086
ID(g) ⁶	4.10	4.50	4.35	4.27	4.58	7.51	0.299	0.063
IG(g) ⁷	0.85	1.01	0.88	0.92	0.90	11.31	0.153	0.020
Pâncreas (g)	0.45	0.41	0.44	0.43	0.45	13.81	0.591	0.011
Fígado(g)	3.17	3.23	3.15	3.07	3.06	11.17	0.778	0.063
1 a 42 dias de idade								
PA ³	2512	2475	2545	2575	2436	5.68	0.265	27.51
PTGI ⁴	6.73	6.83	6.63	6.54	6.91	5.76	0.277	0.074
PR+MO ⁵	2.17	2.20	2.14	2.11	2.23	5.76	0.292	0.024
ID(g) ⁶	1.75	1.77	1.72	1.69	1.79	5.69	0.254	0.019
IG(g) ⁷	0.48	0.49	0.48	0.47	0.50	5.83	0.225	0.005
Pâncreas (g)	0.18	0.19	0.18	0.18	0.19	5.37	0.219	0.002
Fígado(g)	0.17	1.8	1.74	1.72	1.81	5.77	0.294	0.019

1Coeficiente de Variação 2Erro médio estatístico. 3Peso da Ave, 4Peso Relativo Trato Gastrointestinal, 5proventrículo + moela, 6Intestino Delgado, 7Intestino Grosso.

Os resultados de bioquímica são descritos na tabela 7, para sete e 14 dias, nenhum dos parâmetros analisados, não foram significativos.

Tabela 7- Perfil Bioquímico sérico de frangos de corte de um e 14 dias de idade, com níveis de óleo essencial.

Parâmetro	Cont. POS	Cont. NEG	Óleo Essencial (kg/t)			CV(%) ¹	P Valor	EMP ²
			0,05	0,10	0,15			
1 – 7 dias de idade								
Amilase(U/dl)	809	793	742	777	795	10,2	0,583	14,69
Colesterol(mg/dl)	160	161	165	164	150	4,43	0,095	2,55
Cálcio(mmol/dl)	7,62	7,8	7,69	7,99	7,34	10,68	0,528	0,153
Fósforo(mmol/dl)	3,16	4,03	3,35	3,99	3,69	12,76	0,219	0,128
Glicose(mg/dl)	255	248	265	276	260	5,49	0,234	4,78
PT ³ (g/dl)	3,07	2,90	2,85	3,40	3,10	13,69	0,127	0,093
R. Ca:P ⁴ (mmol/dl)	2,39	1,95	2,30	2,00	2,00	13,80	0,119	0,057
Tri ⁵ (mg/dl)	241	246	246	239	238	5,49	0,788	3,49
TGO ⁶ (u/l)	246	227	243	261	249	15,5	0,566	8,30
TGP ⁷ (u/l)	33,43	28,7	30,8	30,2	28,5	13,06	0,802	0,891
1 – 14 dias de idade								
Amilase(U/dl)	850	830	854	855	780	8,03	0,146	13,25
Colesterol(mg/dl)	144	145	127	155	134	13,87	0,376	5,78
Cálcio(mmol/dl)	7,93	7,70	7,84	7,76	7,99	9,47	0,948	0,168
Fósforo(mmol/dl)	3,96	3,52	3,64	3,74	3,83	14,26	0,859	0,122
Glicose(mg/dl)	254	258	254	267	281	8,34	0,377	5,60
PT ³ (g/dl)	2,55	2,11	2,45	2,39	2,60	13,37	0,060	0,071
R. Ca:P ⁴ (mmol/dl)	2,04	1,97	2,29	2,02	2,00	13,83	0,395	0,072
Tri ⁵ (mg/dl)	232	231	231	207	187	9,28	0,071	7,41
TGO ⁶ (u/l)	279	279	269	278	274	6,76	0,802	3,93
TGP ⁷ (u/l)	29,81	29,8	29,92	30,47	28,06	11,04	0,747	0,766

1Coeficiente de variação. 2Erro médio estatístico. 3Proteínas Totais. 4Relação Cálcio:Fósforo. 5Triglicerídeos. 6Transaminase Glutâmico Oxalacética. 7Transaminase Glutâmico – Pirúvica

Nos resultados de bioquímica de 21 e 42 dias (tabela 8), os parâmetros avaliados, não foram significativos.

Tabela 8- Perfil Bioquímico de frangos de corte de 21 e 42 dias de idade, com níveis de óleo essencial.

Parâmetro	Cont. POS	Cont. NEG	Óleo Essencial (kg/t)			CV(%) ¹	P Valor	EMP ²
			0,05	0,10	0,15			
1 – 21 dias de idade								
Amilase(U/dl)	835	910	854	872	826	10,35	0,622	21,50
Colesterol(mg/dl)	188	148	161	182	142	15,94	0,294	7,76
Cálcio(mmol/dl)	7,19	7,13	6,88	7,28	7,60	11,53	0,675	0,198
Fósforo(mmol/dl)	3,52	3,81	3,60	3,78	3,78	12,05	0,898	0,103
Glicose(mg/dl)	262	281	290	272	249	9,27	0,171	6,92
PT ³ (g/dl)	2,98	2,76	3,03	2,60	2,72	13,38	0,456	0,092
R. Ca:P ⁴ (mmol/dl)	2,04	1,87	1,92	1,93	2,02	10,61	0,782	0,048
Tri ⁵ (mg/dl)	229	230	232	214	211	10,19	0,171	6,22
TGO ⁶ (u/l)	282	277	278	263	257	5,28	0,136	3,97
TGP ⁷ (u/l)	20,23	20,61	21,65	17,16	18,53	12,4	0,851	0,704
1 – 42 dias de idade								
Amilase(U/dl)	755	763	702	695	753	9,12	0,161	13,14
Colesterol(mg/dl)	220	216	206	206	210	3,39	0,336	2,14
Cálcio(mmol/dl)	7,62	7,19	7,76	6,92	7,33	12,89	0,649	0,224
Fósforo(mmol/dl)	3,71	4,02	3,43	3,63	3,63	11,18	0,272	0,107
Glicose(mg/dl)	208	237	228	214	216	10,13	0,879	5,599
PT ³ (g/dl)	2,98	2,79	3,30	3,18	3,20	14,29	0,178	0,087
R. Ca:P ⁴ (mmol/dl)	2,28	1,78	2,27	1,94	2,01	14,46	0,161	0,079
Tri ⁵ (mg/dl)	239	239	236	235	238	2,22	0,806	1,37
TGO ⁶ (u/l)	310	310	259	311	288	18,74	0,421	12,24

TGP⁷(u/l) 27,35 22,76 25,86 25,43 24,68 11,09 0,424 0,684

1Coeficiente de variação. 2Erro médio estatístico. 3Proteínas Totais. 4Relação

Cálcio:Fósforo. 5Triglicerídeos. 6Transaminase Glutâmico Oxalacética.

7Transaminase Glutâmico – Pirúvica

Nas vísceras de fígado, na respectiva análise de TGO e TGP (tabela 9) todos os parâmetros, em todas as fases, tanto pelo teste de regressão e pelo teste de Dunnet, não foram significativos.

Tabela 9- Perfil de TGO e TGP em vísceras de fígado, com níveis de óleo essencial.

Parâmetro	Cont. POS	Cont. NEG	Óleo Essencial (kg/t)			CV(%) ¹	P Valor	SEM ²
			0,05	0,10	0,15			
1-7 dias de idade								
TGO ³ (u/l)	311	303	272	267	299	22,14	0,794	14,74
TGP ⁴ (u/l)	47,40	49,96	42,03	45,60	39,67	14,63	0,181	1,76
1-14 dias de idade								
TGO ³ (u/l)	207	205	206	207	220	4,34	0,101	2,63
TGP ⁴ (u/l)	42,39	27,51	32,55	32,42	32,03	15,44	0,420	1,20
1-21 dias de idade								
TGO ³ (u/l)	222	206	220	226	233	5,88	0,068	3,87
TGP ⁴ (u/l)	27,97	23,05	27,16	29,33	24,55	12,98	0,091	0,97
1-42 dias de idade								
TGO ³ (u/l)	279	233	291	284	260	12,05	0,090	9,30
TGP ⁴ (u/l)	37,32	37,26	41,04	39,56	37,15	5,4	0,060	1,00

¹Coeficiente de variação. ²Erro médio estatístico. ³Transaminase Glutâmico Oxalacética. ⁴Transaminase Glutâmico – Pirúvica

Na histomorfometria intestinal aos 42 dias, (Tabela 10) os parâmetros de vilo em todas as fases, foram significativos no teste de regressão, sendo os demais não significativo, para o teste de dunnet nenhum parâmetro avaliado foi significativo.

TABELA 10 - Histomorfometria do intestino delgado, aos 42 dias, com níveis de óleo essencial.

Parâmetro	Cont. POS	Cont. NEG	Óleo Essencial (kg/t)			CV (%) ¹	P Valor	EMP ²
			0,05	0,10	0,15			
DUODENO								
VILO(µm)	466	427	456	482	508	5,51	0,024 ⁴	11,09
CRIPTA(µm)	43,69	42,54	42,42	40,72	42,58	5,43	0,713	0,609
R V/C ³	10,68	10,20	10,73	11,80	11,96	9,68	0,216	0,346
ILEO								
VILO(µm)	318	286	312	339	347	6,76	0,031 ⁵	10,22
CRIPTA(µm)	44,34	41,89	43,35	42,24	42,42	3,44	0,667	0,599
R V/C ³	7,16	7,04	7,20	8,04	8,19	7,19	0,075	0,288
JEJUNO								
VILO(µm)	426	369	400	417	459	7,32	0,036 ⁶	9,913
CRIPTA(µm)	42,25	43,69	42,44	41,08	42,45	2,64	0,114	0,391
R V/C ³	10,07	8,44	9,43	10,18	10,83	9,11	0,051	0,345

1Coeficiente de variação. 2Erro médio estatístico. 3 Relação Vilo:Cripta.4Equação Linear $y=428+53,92$ ($R^2: 0,99$); 5Equação Linear $y=289+42,16x$ ($R^2: 0,95$); 6Equação linear $y=368+57.56x$ ($R^2: 0,97$)

DISCUSSÃO

A suplementação de dietas avícolas com produtos naturais contendo componentes bioativos, como os óleos essenciais é observado em grande variedade de estudos (Eler et al., 2019, Abudados et al., 2018; Reis et al., 2018), que realizaram a substituição dos antibióticos e descreveram resultados positivos com esta estratégia. (Abd el-hack M et al., 2020)

De acordo com os resultados na Tabela três, sobre desempenho das aves foi observado efeito benéfico no desempenho nas fases finais do desenvolvimento das aves, corroborando com Zamora et al. (2017) que ao utilizar óleo essencial de orégano, observam em aves da linhagem ross 308 resultados benéficos no desempenho aos 42 dias.

Na utilização de aves da linhagem Veen Coob 200, utilizado a associação /de óleo essencial de canela e ajwin obtiveram benefícios no desempenho tanto em ganho de peso e na conversão alimentar, na fase de 15-28 e aos 42 dias (Devi et al., 2018)

Autores conforme Tiihonen et al., 2010; Alp et al., 2012; Cerisuelo et al., 2014; Kanani et al., 2016; Turcu et al., 2018; Shah et al., 2019 e Barbarestani et al., 2020, que em seus estudos com a suplementação de óleo essencial em frangos de corte, observaram resultados benéficos, conforme este trabalho, que reflete na influência, que o óleo essencial promove ao animal, aumentando seus índices zootécnicos.

Neste trabalho, não houve melhoria nos coeficientes de digestibilidade (tabela 4), diferindo do trabalho com suplementação de uma mistura de óleos essenciais (orégano, canela e pimenta) na dieta dos frangos de corte que melhorou o metabolismo da proteína bruta e matéria seca (García et al. 2007). O mesmo resultado foi relatado por Brenes et al. (2010) que observaram aumento da

digestibilidade da proteína ileal aos 21 dias de idade, ao se utilizar o extrato de semente de uva na dieta de frangos de corte.

Segundo Mohebodini et al 2020, utilizando frangos da linhagem Ross 308, sob suplementação do óleo essencial de eucalipto, observou efeito significativo benéfico, na digestibilidade aparente do extrato etéreo ao final de 42 dias. O que também difere de nossos resultados apresentados.

Sobre a avaliação dos órgãos do trato gastrointestinal (tabela 5 e 6) as aves alimentadas com as diferentes quantidades de aditivos fitogênicos nas rações não apresentaram quaisquer alterações na biometria dos órgãos do TGI, pode-se correlacionar com a influência da utilização dos nutrientes e aditivos (Artoni et al., 2014), portanto, o óleo essencial não prejudicou o seu desenvolvimento, o que pode demonstrar a condição de segurança sob sua utilização. De acordo heydarian et al. (2020); Salarmoini et al. (2019), esses pesquisadores, utilizando aves da linhagem Ross aos 42 dias, Aljumaah et al. (2020) aos 15 e 35 dias da mesma linhagem e Oliveira et al. (2016) a utilizando aves da linhagem Cobb, apresentam similaridades aos resultados controle neste trabalho.

Nas análises de bioquímica da (tabela 7 e 8), todos os parâmetros não foram significativos neste estudo, contrariando experimentos como (Eler et al., 2019, Abudados et al., 2018; Reis et al., 2018, Faghmi et al., 2014 e Migliorini et al., 2019), sendo estes, observaram alteração significativas benéficas em variáveis bioquímicas em frangos de corte, submetidos a suplementação/adição de óleo essencial na dieta. Mas, os mesmos se assemelham aos resultados apresentados.

A diferença entre os estudos pode ser representada pela diferenciação dos aditivos utilizado, concentração utilizada dos princípios ativos e características envolvendo o processo de obtenção e utilização de compostos isolados ou associados. Os óleos essenciais que têm sua ação propriamente dita, através dos metabólitos secundários presentes que são influenciados por diversos processos para sua obtenção (Madhupriya et al., 2018). Através desta condição, ações/condições fisiológicas podem ou não ser alteradas.

Ao analisar o tecido hepático (Tabela 9) não apresentou resultados significativos, o que pode sugerir nenhuma ou baixa toxicidade hepática. Pois

aumento em teores de TGO e TGP, tanto em vísceras ou soro, são sugestivos de danos nos hepatócitos, atribuído a fatores como necrose celular, alteração da permeabilidade da membrana celular e a disfunção hepática recente (Luedde *et al.*, 2014; Yang *et al.*, 2014). Em comparação ao resultado obtido por Minafra *et al.* (2008), os teores de TGO e TGP encontrados neste experimento foram similares.

A histomorformetria do intestino delgado são parâmetros que auxiliam na avaliação da saúde digestiva do frango, como a profundidade da cripta quanto a altura das vilosidades, sendo estas relacionadas diretamente à capacidade de absorção da membrana intestinal e que a relação vilosidade: cripta é um indicador da capacidade digestiva do intestino (HE *et al.*, 2017).

A suplementação do aditivo fitogênico, neste trabalho, resultou em melhorias significativas no intestino delgado (tabela dez). Nas vilosidades, verificou-se efeito linear em todos os segmentos intestinais (duodeno, íleo e jejuno), com efeito crescente à medida que é acrescentado o óleo essencial.

Trabalhos como (Basmacioğlu-Malayoğlu *et al.* 2016 e Liu *et al.* 2017) obtiveram resultado que confirmam com o deste trabalho, com a utilização de óleo essencial, beneficiando o aumento das vilosidades e criptas com menor renovação celular (diminuídas).

A cripta, para esse trabalho, não demonstrou efeito significativo em todas as frações do intestino delgado, demonstrando que a profundidade das criptas foi semelhante entre os tratamentos. Uma informação importante, pois criptas com profundidade aumentada indicam aumento na renovação do epitélio intestinal, decorrente da agressão a mucosa, sendo este por processo inflamatório, através de patógenos ou da manipulação incorreta da dieta (Christiane; Behera *et al.*, 2018; Petrolli *et al.*, 2019)

Na profundidade de cripta e relação vilo e cripta, não houve efeito significativo nas frações do intestino delgado. O resultado observado e indicado benéfico para a utilização do óleo essencial, pois relações mais altas correspondem a baixa renovação de células do enterócito da cripta para as vilosidades, correspondendo em células saudáveis, sendo o inverso, representando em dano

para a mucosa, aumentando a profundidade da cripta e diminuindo a altura da vilosidade (Perić. et al., 2010).

Mesmo as criptas e a relação vilo:cripta não sendo significativos, seus valores se assemelham com demais trabalhos, como o de Basmacioğlu-Malayoğlu et al. (2016); liu et al. (2018) e Oliveira et al. (2016).

CONCLUSÃO

O óleo essencial de orégano e canela pode ser utilizado na alimentação de frangos de corte com nível de inclusão de 0,1kg/T como substituto ao antibiótico promotor de crescimento

Não houve efeito negativo sobre índices zootécnicos e no metabolismo (biometria do trato gastrointestinal, perfil bioquímico do sangue e das vísceras de fígado e histomorfometria do intestino delgado).

REFERÊNCIAS

Abudabos, Alaeldein M., Abdullah H. Alyemni, Yousif M. Dafalla, and Rifat Ullah Khan. 2018. "The Effect of Phytogenics on Growth Traits, Blood Biochemical and Intestinal Histology in Broiler Chickens Exposed to *Clostridium Perfringens* Challenge." *Journal of Applied Animal Research* 46 (1): 691–95. <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1383258>.

Aljumaah, M. R., Suliman, G. M., Abdullatif, A. A., & Abudabos, A. M. (2020). Effects of phytobiotic feed additives on growth traits, blood biochemistry, and meat characteristics of broiler chickens exposed to *Salmonella typhimurium*. *Poultry Science*, 99(11), 5744–5751. doi.org/10.1016/j.psj.2020.07.033

Alp, M, M Midilli, N Kocabağlı, H Yılmaz, N Turan, A Gargılı, and N Acar. 2012. "The Effects of Dietary Oregano Essential Oil on Live Performance, Carcass Yield, Serum Immunoglobulin G Level, and Oocyst Count in Broilers." *Journal of Applied Poultry Research* 21 (3): 630–36.

ARTONI, S. M. B. et al. Sistema digestório das aves. In: SAKOMURA, N. K. et al. Nutrição de não ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 2014. cap. 1, p. 1-17.

Barbarestani, S Yarmohammadi, V Jazi, H Mohebodini, A Ashayerizadeh, A Shabani, and M Toghyani. 2020. "Effects of Dietary Lavender Essential Oil on Growth Performance, Intestinal Function, and Antioxidant Status of Broiler Chickens." *Livestock Science* 233: 103958.

Basmacioğlu-Malayoğlu, H, P Ozdemir, and H A Bağriyanik. 2016. "Influence of an Organic Acid Blend and Essential Oil Blend, Individually or in Combination, on Growth Performance, Carcass Parameters, Apparent Digestibility, Intestinal

Microflora and Intestinal Morphology of Broilers.” *British Poultry Science* 57 (2): 227–34.

BEHERA, D, P; SETHI, A, P, S; PATHAK, D; SINGH, U; WADHWA, M. Effect of Different Levels of Citrus Waste (Kinnow sp.) on Duodenal Morphology of Broiler Birds Without and With Cocktail of Enzymes, *Journal of Animal*, 2018.

Brenes, A., Viveros, A., Goñi, I., Centeno, C., Saura-Calixto, F., & Arija, I. (2010). Effect of grape seed extract on growth performance, protein and polyphenol digestibilities, and antioxidant activity in chickens. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(2), 326. <https://doi.org/10.5424/sjar/2010082-1199>

Cerisuelo, A., C. Marín, F. Sánchez-Vizcaíno, E. A. Gómez, J. M. De La Fuente, R. Durán, and C. Fernández. 2014. “The Impact of a Specific Blend of Essential Oil Components and Sodium Butyrate in Feed on Growth Performance and Salmonella Counts in Experimentally Challenged Broilers.” *Poultry Science* 93 (3): 599–606. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03528>.

Costa, T. F., Gouvêa, A. S., Nunes, F. C., Sampaio, S. A., da Silva, N. G. D., de Abreu, J. M., de Almeida Júnior, E. M., Costa, K. O., de Oliveira Feitosa, T. J., & de Paulo, L. M. (2020). Aditivos fitogênicos: óleos essenciais para frangos de corte-revisão. *Research, Society and Development*, 9(3), 44.

Devi, Pebam Chandrima, A K Samanta, Biren Das, Girin Kalita, Partha Sarathi Behera, and Sagarika Barman. 2018. “Effect of Plant Extracts and Essential Oil Blend as Alternatives to Antibiotic Growth Promoters on Growth Performance, Nutrient Utilization and Carcass Characteristics of Broiler Chicken.” *Indian Journal of Animal Nutrition* 35 (4): 421–27.

Eler, G., A. V.C. Gomes, B. S. Trindade, L. S.L. Almeida, F. Dilelis, V. S. Cardoso, and C. A.R. Lima. 2019. “Oregano Essential Oil in the Diet of Broilers: Performance, Carcass Characteristics, and Blood Parameters.” *South African Journal of Animal Sciences* 49 (4): 753–62. <https://doi.org/10.4314/sajas.v49i4.17>.

Abd el-hack M, E Mohamed, Mahmoud Alagawany, Hazem Shaheen, Dalia Samak, Sarah I Othman, Ahmed A Allam, Ayman E Taha, Asmaa F Khafaga, and Muhammad

Arif. 2020. "Ginger and Its Derivatives as Promising Alternatives to Antibiotics in Poultry Feed." *Animals* 10 (3): 452.

Faghani, M. ; Rahimian, Y. ; Rafiee, A. and Namjoo, A. R. 2014. Effect of garlic and cinnamon in comparison to virginiamycin on performance and some haematological parameters in broiler chicks. *Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences*. 4:504-507.

García, V., Catalá-Gregori, P., Hernández, F., Megías, M. D., & Madrid, J. (2007). Effect of Formic Acid and Plant Extracts on Growth, Nutrient Digestibility, Intestine Mucosa Morphology, and Meat Yield of Broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 16(4), 555–562. <https://doi.org/https://doi.org/10.3382/japr.2006-00116>

Gadde, Ujvala Deepthi, Sungtaek Oh, Hyun S. Lillehoj, and Erik P. Lillehoj. 2018. "Antibiotic Growth Promoters Virginiamycin and Bacitracin Methylene Disalicylate Alter the Chicken Intestinal Metabolome." *Scientific Reports* 8 (1): 3592. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22004-6>.

Heydarian, M., Ebrahimnezhad, Y., Meimandipour, A., Hosseini, S. A., & Banabazi, M. H. (2020). Effects of Dietary Inclusion of the Encapsulated Thyme and Oregano Essential Oils Mixture and Probiotic on Growth Performance, Immune Response and Intestinal Morphology of Broiler Chickens. *Poultry Science Journal*, 8(1), 17–25. doi.org/10.22069/psj.2020.17101.1497

He, Xianjing, Dandan Hao, Chunhai Liu, Xu Zhang, Dandan Xu, Xiaonan Xu, Jianfa Wang, and Rui Wu. 2017. "Effect of Supplemental Oregano Essential Oils in Diets on Production Performance and Relatively Intestinal Parameters of Laying Hens." *American Journal of Molecular Biology* 07 (01): 73–85. <https://doi.org/10.4236/ajmb.2017.71006>.

Kanani, P Baghban, Mohsen Daneshyar, and Ramin Najafi. 2016. "Effects of Cinnamon (*Cinnamomum Zeylanicum*) and Turmeric (*Curcuma Longa*) Powders on Performance, Enzyme Activity, and Blood Parameters of Broiler Chickens under Heat Stress." *Poultry Science Journal* 4 (1): 47–53.

Liu, ShuDong, MinHo Song, Won Yun, JiHwan Lee, ChangHee Lee, WooGi Kwak, NamSoo Han, HyeunBum Kim, and JinHo Cho. 2018. "Effects of Oral Administration of Different Dosages of Carvacrol Essential Oils on Intestinal Barrier Function in Broilers." *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 102 (5): 1257–65.

Luedde, Tom, Neil Kaplowitz, and Robert F Schwabe. 2014. "Cell Death and Cell Death Responses in Liver Disease: Mechanisms and Clinical Relevance." *Gastroenterology* 147 (4): 765–83.

Madhupriya, V, P Shamsudeen, G Raj Manohar, S Senthilkumar, V Soundarapandiyan, and M Moorthy. 2018. "Phyto Feed Additives in Poultry Nutrition–A Review." *Int J Sci Environ Technol* 7 (3): 815–22.

Migliorini, Marcos J, Marcel M Boiago, Lenilson F Roza, Mauricio Barreta, Alessandra Arno, Weber S Robazza, Alessandro C Galvão, Gabriela M Galli, Gustavo Machado, and Matheus D Baldissera. 2019. "Oregano Essential Oil (*Origanum Vulgare*) to Feed Laying Hens and Its Effects on Animal Health." *Anais Da Academia Brasileira de Ciências* 91 (1).

Minafra, C. S., De Moraes, G. H. K., Rodrigues, A. C. P., Da Silva, F. A., Stringhini, J. H., & Rezende, C. S. M. (2008). Perfil bioquímico e nutricional do ácido glutâmico e da vitamina K no soro e no fígado de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(11), 1973–1977. doi.org/10.1590/S1516-35982008001100011

Minafra, Cibele Silva, Sonaide Faria Ferreira Marques, José Henrique Stringhini, Cirano José Ulhoa, Cíntia Silva Minafra Rezende, Januária Silva Santos, and George Henrique Kling de Moraes. 2010. "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* 39 (12): 2691–96.

Mohebodini, H., Jazi, V., Ashayerizadeh, A., Toghyani, M., & Tellez-Isaias, G. (2020). Productive parameters, cecal microflora, nutrient digestibility, antioxidant status, and thigh muscle fatty acid in chicks fed with *Eucalyptus globulus* essential oil. *Poultry Science*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.020>

Oliveira, P. R., Dos Santos, F. R., Duarte, E. F., Guimarães, G. S., Mattos, N. S. C., & Minafra, C. S. (2016). Symbiotics and Aloe vera and *Symphytum officinale* extracts in broiler feed. *Semina:Ciencias Agrarias*, 37(4), 2677–2689. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n4Supl1p2677>

Perić, L, N Milošević, D Žikić, S Bjedov, D Cvetković, S Markov, M Mohnl, and T Steiner. 2010. "Effects of Probiotic and Phytogenic Products on Performance, Gut Morphology and Cecal Microflora of Broiler Chickens." *Archiv Tierzucht* 53 (3): 350–59.

PETROLI, T, G; GUARNIERI, P, C; FACCHI, C, S; LEITE, F; VALENTINI, F, D, A. Taninos e ácido butírico como melhoradores de desempenho para frangos de corte, Centro Científico Conhecer, 2019.

Pham, Van Hieu, Liugang Kan, Jinyu Huang, Yanqiang Geng, Wenrui Zhen, Yuming Guo, Waseem Abbas, and Zhong Wang. 2020. "Dietary Encapsulated Essential Oils and Organic Acids Mixture Improves Gut Health in Broiler Chickens Challenged with Necrotic Enteritis." *Journal of Animal Science and Biotechnology* 11 (1): 1–18.

Puvača, N.; Čabarkapa, I.; Petrović, A.; Bursić, V.; Prodanović, R., Soleša, D.; and Lević, J. 2019. Tea tree (*Melaleuca alternifolia*) and its essential oil: Antimicrobial, antioxidant and acaricidal effects in poultry production *World's Poultry Science Journal* 75:235-246.

Reis, João H, Roger R Gebert, Mauricio Barreta, Matheus D Baldissera, Ingrid D Dos Santos, Roger Wagner, Gabriela Campigotto, Antonise M Jaguezeski, Anderson Gris, and Jéssica L F de Lima. 2018. "Effects of Phytogenic Feed Additive Based on Thymol, Carvacrol and Cinnamic Aldehyde on Body Weight, Blood Parameters and Environmental Bacteria in Broilers Chickens." *Microbial Pathogenesis* 125: 168–76.

Richter, Michael, Ramon Rosselló-Móra, Frank Oliver Glöckner, and Jörg Peplies. 2016. "JSpeciesWS: A Web Server for Prokaryotic Species Circumscription Based on Pairwise Genome Comparison." *Bioinformatics* 32 (6): 929–31.

Rostagno, H S, L F T Albino, and M I Hannas. 2017. "Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 4. Edição." *Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa.*

Salarmoini, M., Salajegheh, A., Salajegheh, M. H., & Afsharmanesh, M. (2019). The Effect of Lavender (*Lavandula angustifolia*) Extract in Comparison to Antibiotic on Growth Performance, Intestinal Morphology, Ileal Microflora, Antioxidant Status and Meat Quality of Broilers. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 9(4), 717–725. http://ijas.iaurasht.ac.ir/article_669419.html

Shah, B, L N Pandey, H Azad, M R Tiwari, A Jha, and N Paudel. 2019. "Effect of Lemon Grass Oil Inclusion in Broiler Feed and Its Effect on Growth Performance." *Nepalese Journal of Agricultural Sciences* 18: 62–70.

Souza, Christiane Silva, Flávio Medeiros Vieites, Lucas Rodrigo Justino, Marcos Fábio de Lima, Amália Saturnino Chaves, Verônica da Silva Cardoso, Felipe Dilelis de Resende Sousa, Thiago Ferreira Costa, Cibele Silva Minafra, and Cristina Amorim Ribeiro de Lima. 2020. "Importância Da Saúde Intestinal Em Frangos de Corte." *Research, Society and Development* 9 (3): e86932475–e86932475.

Tiihonen, K., H. Kettunen, M. H.L. Bento, M. Saarinen, S. Lahtinen, A. C. Ouwehand, H. Schulze, and N. Rautonen. 2010. "The Effect of Feeding Essential Oils on Broiler Performance and Gut Microbiota." *British Poultry Science* 51 (3): 381–92. <https://doi.org/10.1080/00071668.2010.496446>.

Turcu, Raluca Paula, Margareta Olteanu, Rodica Diana Criste, Mariana Ropota, Tatiana Dumitra Panaite, Cristina Șoica, and Dumitru Drăgotoiu. 2018. "THE EFFECT OF USING GRAPE SEEDS MEAL AS NATURAL ANTIOXIDANT IN BROILER DIETS ENRICHED IN FATTY ACIDS, ON MEAT QUALITY." *Journal of Hygienic Engineering and Design* 25: 14–20.

Xue, Fuguang, Lei Shi, Yunlei Li, Aixin Ni, Hui Ma, Yanyan Sun, and Jilan Chen. 2020. "Effects of Replacing Dietary Aureomycin with a Combination of Plant Essential Oils on Production Performance and Gastrointestinal Health of Broilers." *Poultry Science*.

Yang, Min, Daniel J Antoine, James L Weemhoff, Rosalind E Jenkins, Anwar Farhood, B Kevin Park, and Hartmut Jaeschke. 2014. "Biomarkers Distinguish Apoptotic and Necrotic Cell Death during Hepatic Ischemia/Reperfusion Injury in Mice." *Liver Transplantation* 20 (11): 1372–82.

ZAMORA, G. M.; MELÉNDEZ, L. A. D.; HUME, M. E.; VÁZQUEZ, R. S. 2017. Performance, blood parameters, and carcass yield of broiler chickens supplemented with Mexican oregano oil. R. Bras. Zootec., 46(6): 515-520.

Capítulo 3: Microbiota intestinal de frangos de corte alimentados com ração contendo óleo essencial de canela (*Cinnamomum verum*) e orégano (*Origanum vulgare*)

Resumo

O objetivo deste estudo é avaliar a dinâmica de populações microbianas no intestino delgado de frangos de corte aos 42 dias após a administração do óleo essencial de orégano e canela. Neste experimento, foram utilizados 385 pintos machos de um dia da linhagem Cobb, alojados em gaiolas de arame galvanizado com dimensões de 0,90m x 0,60m x 0,45m. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e sete repetições de 11 animais cada. Os tratamentos consistiram de ração controle, controle positivo com antibióticos e os demais tratamentos com teores crescentes de óleo essencial em 0,05; 0,1 e 0,15 kg / t. Os resultados foram realizados testes de componentes principais em conjunto com a interpretação de dados quantitativos. O uso do óleo essencial foi segregado com a utilização do teste do componente principal em 2 grupos, um grupo, correspondendo aos tratamentos controle e nos níveis de 1,0 e 1,5 com predomínio de lactobacillus sp. e o tratamento de 0,05 com predomínio de Enterococcus sp. Por ser o grupo majoritário de lactobacilos, pode ser dividido em 2, devido à presença de Clostridium ruminococcus nos tratamentos com OE e sua ausência nos tratamentos controle. Conclui-se que o óleo essencial alterou parcialmente a microbiota intestinal e que pode ser utilizado como substituto para promoção de antibióticos.

PALAVRA-CHAVE: Cinemaldeído, Frango de corte, Microbiota, Óleo essencial e Timol

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate the dynamics of microbial populations in the small intestine of broilers at 42 days after the administration of oregano and cinnamon essential oil. In this experiment, 385 male day-old chicks of the Cobb strain were used, housed in galvanized wire cages with dimensions of 0.90m x 0.60m x 0.45m. The experimental design was completely randomized, with five treatments and seven replications of 11 animals each. The treatments consisted of control ration, a positive control with antibiotics and the other treatments with increasing levels of essential oil in 0.05; 0.1 and 0.15 kg / t. The results were carried out testing of major components in conjunction with the interpretation of quantitative data. The use of essential oil was segregated with the use of the main component test in 2 groups, one group, corresponding to the control treatments and the levels of 1.0 and 1.5 with a predominance of lactobacillus sp. and the treatment of 0.05 with predominance of Enterococcus sp. Being the majority group of lactobacillus, it can be divided into 2, due to the presence of Clostridium ruminococcus in treatments with OE and its absence in control treatments. It is concluded that the essential oil has partially altered the intestinal microbiota and that it can be used as a substitute for promoting antibiotic.

KEY WORD: Cinnamaldehyde, Microbiota, Poultry, Oil essential, and Thymol

INTRODUÇÃO

A restrição do uso do antibiótico promotor de crescimento (APC) na criação de frango de corte, ocasionou preocupação quanto à viabilidade produtiva, pois eram utilizados para prevenir infecções bacterianas e promover o seu crescimento (Stefanello et al., 2020).

Esta restrição decorre do pressuposto do uso prolongado dos antibióticos que levou ao desenvolvimento de microrganismos resistentes a medicamento, ameaçando a saúde dos consumidores e animais e também exercendo efeito negativo no meio ambiente. Por tais consequências, países que compõem o bloco da União Europeia, proibiram o uso desde janeiro de 2006 (Jazi et al., 2020).

Com a proibição dos APC aumentou a incidências de infecção bacteriana e perdas de desempenho em frangos de corte, induzindo estudos sobre um substituto capaz de atuar em similaridade como os antibióticos promotores de crescimento (Costa et al., 2020).

Os óleos essenciais (OE) que são misturas de compostos voláteis produzidos pela planta inteira ou parte de planta são extraídos por destilação. Comparativamente aos APC, alguns óleos essenciais têm princípio ativo com efeito

semelhante ao antibiótico, principalmente a sua ação antibacteriana (Stamilla et al., 2020).

Experimentos com o uso de óleos essenciais nas rações para frangos de corte, estão sendo realizados para que possam investigar a sua capacidade de modular benéficamente a microbiota do TGI das aves e no interesse em identificar a dinâmica estabelecida após a administração do OE (Christofoli et al., 2020).

Pois a microbiota do TGI das aves é responsável por garantir uma linha de defesa através de sua modulação contra bactérias oportunistas nocivas no ambiente intestinal e com papéis importante no metabolismo e promover a integridade intestinal (Alexandrino et al., 2020).

A Colonização por microrganismos patogênicos na microbiota, no TGI de aves, pode prejudicar vias metabólicas importantes do organismo, além de prejudicar a morfologia intestinal, imunidade, digestão e absorção de alimentos, afetando principalmente a saúde intestinal além de ser fonte contaminante de carcaça de frangos em abatedouros, podendo acarretar em doenças entéricas em humanos (Chen et al., 2020; Souza et al., 2020).

Para melhor compreender a microbiota intestinal, objetivo com este estudo foi avaliar a dinâmica de populações microbianas do intestino delgado de frangos de corte aos 42 dias alimentados com ração contendo OE de orégano (*Origanum vulgare*) e canela (*Cinnamomum verum*).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em Rio Verde, Goiás, Brasil, latitude 17°48'34.5"S longitude 50°53'55.4"W. A pesquisa em animais foi conduzida de acordo com o comitê institucional sobre uso de animais (8605090419).

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, composto por cinco tratamentos e sete repetições com 11 aves cada, totalizando 385 aves. Os pintos de um dia, da linhagem Cobb, foram alojados em gaiolas de arame galvanizados com dimensões 0,90m x 0,60m x 0x45m.

A formulação da dieta consistiu em rações feitas de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2017), separadas em quatro fases de tratamento (Tabela 10). Com fornecimento de ração a água foi *ad libitum*.

Tabela 11 – composição das rações experimentais.

	Pré-Inicial	Inicial	Crescimento	Final
Ingredientes (Kg)	(1-7 dias)	(8-21 dias)	(22-35 dias)	(36-42 dias)
Milho	55.30	56.02	61.40	67.00
Farelo de soja 45%	39.37	37.93	32.20	26.90
Óleo de soja	0.80	1.70	2.90	2.80
Fosfato bicálcico	0.06	1.25	1.48	1.10
Premix	1.00 ¹	1.00 ¹	0.80 ²	1.20 ²
Sal comum	0.50	0.49	0.48	0.45
DL-Metionina	0.26	0.50	0.29	0.20
L-Lisina	0.30	0.27	0.22	0.40
Calcário	2.2	1.20	0.19	0.20
L-Treonina	0.19	0.07	0.10	0.07
Total	100.0	100.0	100.0	100.0
Níveis calculados				
Energia Metab. (Kcal/Kg)	3000.00	3100.0	3147.54	3201.18
Proteína bruta (%)	25.31	24.50	20.64	18.68
Lisina dig(%)	1.36	1.31	1.12	1.14
Metionina dig(%)	0.55	0.53	0.58	0.46
Fósforo disp. (%)	0.48	0.43	0.33	0.28
Cálcio (%)	1.01	0.84	0.75	0.66
Sódio (%)	0.23	0.21	0.20	0.19

1 Premix Vitamínico Mineral (Níveis Nutricionais por quilo de Produto): Metionina (Min): 290 g/kg, Ferro (Min): 5000 mg/kg, Cobre (Min): 1500 mg/kg, Manganês (Min): 14 g/kg, Zinco (Min): 12 g/kg, Iodo (Min): 28 mg/kg, Selênio (Min) 70 mg/kg, Vitamina A (Min): 1500000 UI/kg, Vitamina D3 (Min): 500000 UI/kg, Vitamina E (Min): 3333 UI/kg, Vitamina K3 (Min): 250 mg/kg, Vitamina B1 (Min): 300 mg/kg, Vitamina B2 (Min): 1000 mg/kg, Vitamina B6 (Min): 500 mg/kg, Vitamina B12 (Min) 3333 mcg/kg, Niacina (Min): 6667 mg/kg, Pantotenato de Cálcio (Min): 2000 mg/kg, Ácido Fólico (Min): 280 mg/kg Biotina (Min): 8.3 mg/kg, Cloreto de Colina (Min): 70 mg/kg.

2 Premix Vitamínico Mineral (Níveis Nutricionais por quilo de Produto) – Metionina (Min): 300 g/kg, Ferro (Min): 6000 mg/kg, Cobre (Min): 1850 mg/kg, Manganês (Min): 16.8 g/kg, Zinco (Min): 14.5 g/kg, Iodo (Min): 330 mg/kg, Selênio (Min) 84 mg/kg, Vitamina A (Min): 1500000 UI/kg, Vitamina D3 (Min): 500000 UI/kg, Vitamina E (Min): 3600 UI/kg, Vitamina K3 (Min): 240 mg/kg, Vitamina B1 (Min): 300 mg/kg, Vitamina B2 (Min): 1100 mg/kg, Vitamina B6 (Min): 500 mg/kg, Vitamina B12 (Min) 3600 mcg/kg, Niacina (Min): 7000 mg/kg, Pantotenato de Cálcio (Min): 2000 mg/kg, Ácido Fólico (Min): 320 mg/kg Biotina (Min): 6 mg/kg, Cloreto de Colina (Min): 65 mg/kg.

Tabela 12: Temperatura média ambiente do galpão de acordo com a fase de produção.

Ciclo	Temperatura média (°C)		Umidade (%)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
Pré-inicial	31,05	18,22	69,00	56,00
Inicial	30,83	17,21	69,52	50,00
Crescimento	29,77	16,54	65,00	57,00
Final	27,83	16,00	64,00	58,87

A ração controle foi composta por farelo de soja e milho(T1). O antibiótico utilizado consistiu no antibiótico bacitracina de zinco, na dosagem de 0,25g/t de princípio ativo (T2). O óleo essencial utilizado é um produto importado europeu

para frango de cortes, sendo preconizado a utilização de 0,1 kg por tonelada de ração fornecida. Este óleo essencial tem como parâmetro de composição, os componentes do óleo essencial são Cinamaldeído (*Cinnamomum verum*) com concentração de 4,5g e Timol (*Origanum vulgare*) com concentração de 13,5g a cada 100g do produto utilizado.

Nos tratamentos com óleo essencial comercial, o tratamento T3 foi adicionado 0,05kg/t, o T4 adicionado 0,1kg/t e T5 foi adicionado 0,15kg/t.

Ao final de 42 dias uma ave de cada repetição, correspondente ao peso médio da ave por gaiola foi separada para jejum. Ao final do jejum, foi realizada a eutanásia por deslocamento cervical. Foram colhidas amostras do conteúdo intestinal do duodeno, do jejuno e o íleo, acondicionando em tubos tipo Eppendorf devidamente identificados, e foi criado um pool de cada tratamento do material, sendo posteriormente identificados, congelados a menos -80°Ce liofilizados para análise futura.

A identificação das unidades taxonômicas operacionais (OTUs) de bactérias foi realizada utilizando amplificação de alto desempenho com primers específicos da região das regiões V3/V4 do gene 16S rRNA. O sequenciamento ocorreu de acordo com tecnologia da empresa Neopropecta Microbiome Technologies na plataforma Illumina MiSeq usando protocolo “Pairedend” (kit V2 de 300 ciclos), single-end, sem normalização das bibliotecas. As sequências de DNA bacteriano foram analisadas através de um pipeline proprietário (Neopropecta Microbiome Technologies, Brasil), sendo usado somente sequência com o mínimo de 99% de identidade correspondente com o banco de dados. Para a identificação

das espécies de microrganismos presentes nas amostras, as sequências de DNA obtidas foram comparadas com um banco de dados SILVA (Richter et al., 2016) contendo outras sequências de DNA já caracterizadas para as espécies de interesse. Posteriormente às análises de bioinformática, os resultados foram apresentados com uma análise descritiva na plataforma Neobiome.

As variáveis de filo, gênero e espécie, obtidas no estudo, foram apresentadas em tabelas descritivas, sendo apenas a variável de gênero, realizado o teste de componentes principais e análise de cluster, por programa estatístico R.

RESULTADOS

A Tabela 13 demonstra as identificações das quantificações de filo identificados no conteúdo intestinal dos frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com óleo essencial de orégano e canela. Os resultados indicaram que o filo *Firmicutes* foi o mais abundante identificado no conteúdo intestinal das aves em todos os tratamentos.

Tabela 13: Percentual de filios identificados no conteúdo do intestino delgado dos frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com ração contendo óleos essenciais de orégano e canela.

Filo	Controle negativo (T1)	Controle positivo (T2)	Níveis de Óleos Essenciais (kg/t)		
			0,5 (T3)	1,0 (T4)	1,5 (T5)
<i>Firmicutes</i>	99,92	97,82	99,97	99,96	99,66
<i>Proteobacteria</i>	0,07	2,13	0,03	0,03	0,32
<i>Actinobacteria</i>	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00

<i>Bacteroides</i>	0,00	0,05	0,00	0,00	0,01
<i>Verrucomicrobia</i>	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Total	100	100	100	100	100

O principal gênero (tabela 14) identificado no conteúdo intestinal das aves de 42 dias de idade foi *Lactobacillus* na maioria dos tratamentos, sendo exceção o tratamento com a concentração 0,5 kg/t de óleos essenciais, cujo principal gênero *Enterococcus*. O gênero *Clostridium* foi identificado num percentual acima de 20% no conteúdo intestinal das aves alimentadas com os óleos essenciais.

Tabela 14: Percentual de gêneros identificados no conteúdo do intestino delgado dos frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com óleos essenciais de orégano e canela.

Gênero	Controle negativo (T1)	Controle positivo (T2)	Níveis de Óleos Essenciais (kg/t)		
			0,5 (T3)	1,0 (T4)	1,5 (T5)
<i>Lactobacillus</i>	98,41	97,04	12,82	78,75	64,88
<i>Clostridium</i>	1,03	0,22	28,74	20,03	34,00
<i>Enterococcus</i>	0,07	0,04	58,38	1,15	0,02
<i>Campylobacter</i>	0,00	1,68	0,00	0,00	0,00
Total	99,51	98,98	99,94	99,93	98,90

A Tabela 15 estão descritos os percentuais de espécies identificadas no conteúdo intestinal das aves de 42 dias de idade. A principal espécie identificada nas aves do controle negativo foi *Lactobacillus aviarius* (93,95%). Esta espécie também está presente nas aves alimentadas com óleos essenciais na concentração 1,0 e 1,5 (kg/t) com um percentual de 76,05 e 61,18%, respectivamente. As aves do tratamento controle positivo tiveram a espécie *Lactobacillus helveticus* com uma predominância de 94,31%. A espécie *Enterococcus faecalis* (57,1%) foi

identificada no conteúdo intestinal das aves alimentadas 0,5 kg/t dos óleos essenciais, diferentemente dos demais tratamentos. Adicionalmente, a espécie *Clostridium ruminantium* foi identificado no conteúdo intestinal das aves alimentadas com os óleos essenciais em todas as concentrações avaliadas.

Tabela 15: Percentual de espécies identificados no conteúdo do intestino delgado frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com óleos essenciais de orégano e canela.

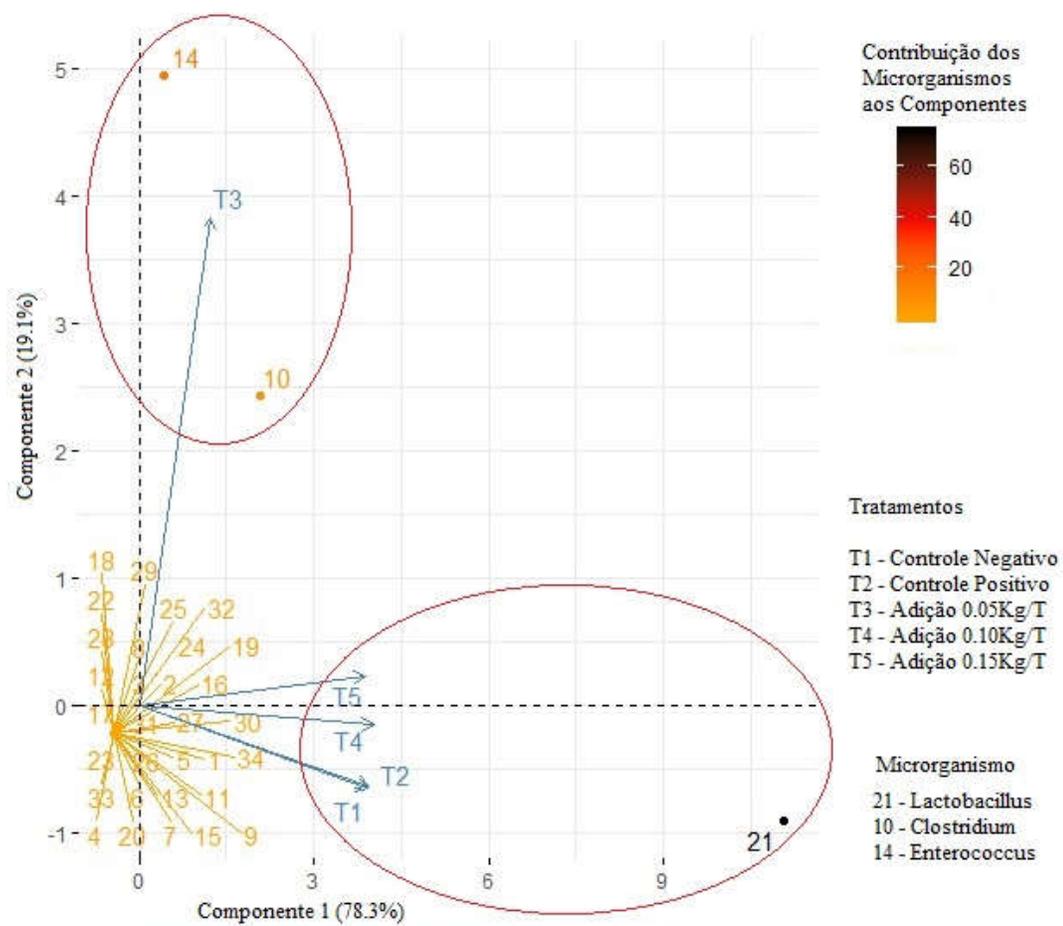
Espécies	Controle negativo (T1)	Controle positivo (T2)	Níveis de Óleos Essenciais (kg/t)		
			0,5 (T3)	1,0 (T4)	1,5 (T5)
<i>Lactobacillus aviarius</i>	93,95	0,07	6,45	76,05	61,18
<i>Lactobacillus salivarius</i>	2,92	0,13	1,22	0,26	1,36
<i>Lactobacillus helveticus</i>	1,27	94,31	4,24	0,75	1,50
<i>Clostridium ruminantium</i>	1,03	0,22	28,74	20,03	34,00
<i>Lactobacillus reuteri</i>	0,24	2,34	0,77	1,64	0,56
<i>Enterococcus faecalis</i>	0,07	0,04	57,10	1,11	0,00
<i>Campylobacter jejuni</i>	0,00	1,68	0,00	0,00	0,00
<i>Pseudomonas fluorescens*</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
<i>Enterococcus faecium</i>	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00
<i>Escherichia coli*</i>	0,03	0,25	0,02	0,00	0,14

*Bactérias com menos de 1% de identificação, porém de importância zoonóticas.

A Figura 1 apresenta a análise de componentes principais dos resultados obtidos do gênero, observando distanciamento entre o tratamento com óleos essenciais de orégano e canela na concentração 0,5 kg/t (T3) com os demais

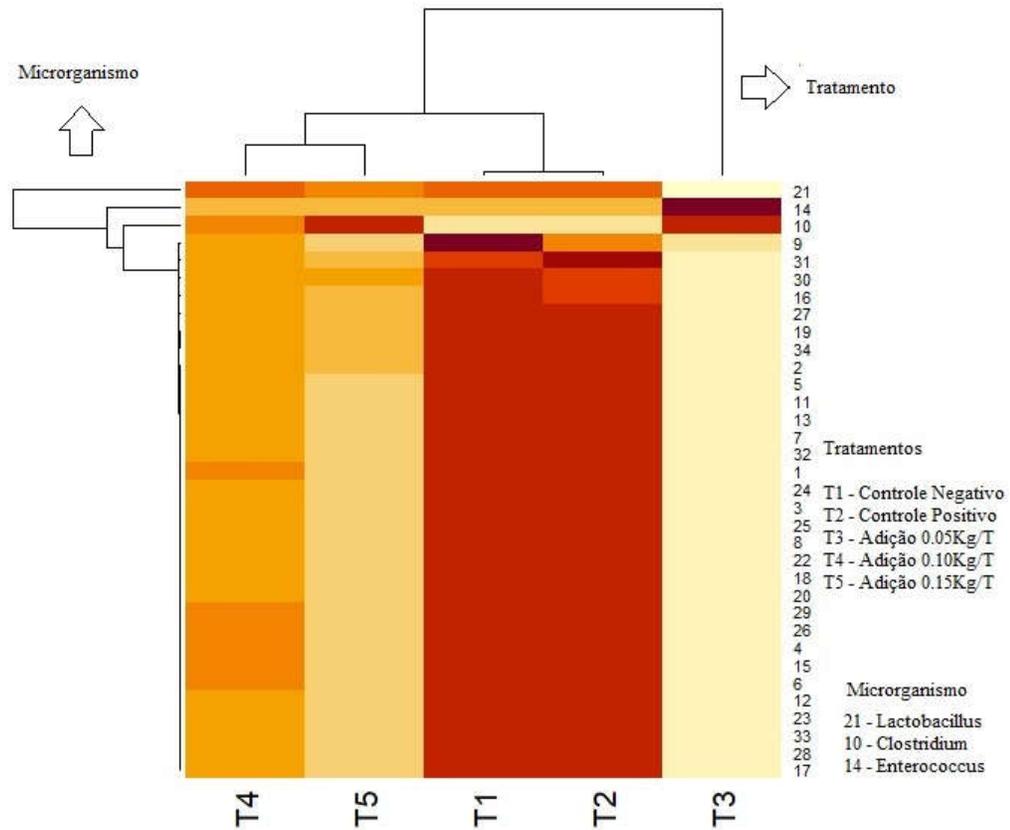
tratamentos, e pode ser explicado pelo maior percentual dos gêneros *Clostridium* e *Enterococcus*.

Figura 1: Análise de PCA dos microrganismos na classificação de gênero identificados no conteúdo do intestino delgado dos frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com óleos essenciais de orégano e canela.



Na análise de cluster (Figura 2), observa-se as diferenciações dos gêneros obtidos com relação aos tratamentos avaliados, o qual destaca a similaridade entre os tratamentos controle (positivo e negativo) e o distanciamento dos tratamentos com óleos essenciais de orégano e canela T4 e T5 (concentrações 1,0 e 1,5 Kg/T, respectivamente), do tratamento T3 (Concentração 0,5 Kg/T).

Figura 2: Heatmap de cluster dos microrganismos na classificação de gênero identificados no conteúdo do intestino delgado dos frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com óleos essenciais de orégano e canela.



DISCUSSÃO

Segundo o estudo de Al-Marzooqi et al. (2020), com frangos da linhagem Coob em diferentes idades (5 a 35 dias), sem o uso de aditivos, a microbiota do intestino delgado apresentou resultados semelhantes aos obtidos no presente trabalho, quanto a classificação de filo, sugerindo que este filo é comum na população intestinal de frangos de corte, e que não foi afetado com a utilização dos óleos essenciais de orégano e canela (nas maiores doses) como aditivo fitogênico.

O filo *Firmicutes* compreende bactérias simbiotes comuns no intestino delgado de aves, independente da linhagem ou do uso de aditivos fitogênicos, conforme reportado por Kumar et al. (2018), Shaufi et al. (2015) e Choi et al. (2014). Os microrganismos deste filo têm sido reportados na literatura como provedores de melhora no desempenho e conversão alimentar das aves (Lunedo e Pedroso 2017).

O filo *Firmicutes*, compreendem bactérias dos gêneros dos *Lactobacillus*, *Clostridium*, *Lactococcus*, *Streptococcus* e *Staphylococcus*. No presente trabalho, o gênero *Lactobacillus* foi predominante no conteúdo intestinal das aves em todos os tratamentos, exceto na concentração 0,5 kg/t dos óleos essenciais. Este resultado

também tem sido reportado por outros autores (Pakorná et al 2019, Merino et al., 2019; Adhikari e Kwon 2017; Mañes-Lázaro et al., 2017; Xu et al., 2016).

Segundo Andreatti-Filho (2007) as bactérias do gênero *Lactobacillus* são predominantes ao longo de todo segmento intestinal e participam do metabolismo fermentativo produzindo ácidos graxos de cadeia curta, que favorecem a proliferação de outras bactérias benéficas, limitando a multiplicação de bactérias patogênicas, além de estimularem a secreção de imunoglobulinas IgA que auxiliam na resposta imune.

Adicionalmente, as espécies *Lactobacillus aviarius* e *Lactobacillus helveticus* representam a maioria das espécies identificadas no presente estudo e estão relacionadas com o melhor desempenho dos frangos de corte, além de prevenir zoonoses de importância em aves conforme reportado na literatura (Chen et al., 2020; Li et al., 2014; Taverniti e Guglielmetti, 2012; Torok et al., 2011; Feng et al., 2010). No entanto, nos tratamentos T4 e T5 apresentaram uma proporção menor de espécies do gênero *Lactobacillus* quando comparados aos tratamentos controle. Tiihonen et al. (2010) verificaram efeito semelhante na microbiota dos Cecos de frangos de corte alimentados com óleos essenciais de orégano e canela aos 42 dias, porém numa dosagem superior a 0.05Kg/T. Esse fator pode ser atribuído ao efeito antimicrobiano dos óleos essenciais sobre as espécies desse gênero, aumentando a competição da microbiota por outros gêneros.

Outra característica verificada no presente estudo e que bactérias classificadas como zoonóticas como *Campylobacter jejuni* foram prevenidas, pelo o uso do óleo essencial, diferentemente do tratamento com antibiótico.

O gênero *Campylobacter*, e uma dentre elas a *Campylobacter jejuni* uma das cepas responsável por doenças entéricas em humanos, acometidos pelo consumo

de carne de frango contaminado, tornando a redução de tal bactéria, no ambiente intestinal de frangos de corte uma estratégia importante para prevenção desta patologia (Calazans et al., 2020).

Por outro lado, as análises de componentes principais dos gêneros identificados na microbiota intestinal das aves apresentaram dois grupos distintos, no qual em um deles os tratamentos controle (negativo e positivo) e com óleos essenciais nas maiores concentrações apresentam maior similaridade, destacando o potencial desses óleos essenciais como aditivo fitogênico a ser usado em substituição ao antibiótico. O outro grupo observado na análise de componentes principais destaca o distanciamento do tratamento T3 (concentração 0,5 kg/t) dos demais tratamentos pela predominância de microrganismos dos gêneros *Enterococcus* e *Clostridium*.

Esse efeito, tem sua hipótese, a partir do trabalho de Tiihonen 2010, utilizando o mesmo aditivo, numa dosagem superior a 0.05Kg/T e na região do ceco de frangos da linhagem Coob. Em resultado não significativo a 0.05%, em sua quantificação observou diminuição do grupo de *Lactobacillus* no tratamento com o aditivo ($1.67 \times 10^8 \pm 9.03 \times 10^7$) em comparação ao tratamento controle sem o aditivo ($6.42 \times 10^8 \pm 2.4 \times 10^8$).

A partir dos resultados verificados, pode-se inferir que OE modulou a microbiota dos frangos de corte, de modo que as bactérias dos *lactobacillus* e consequentemente a colonização favorável do gênero *Enterococcus* e *Clostridium*, sendo o último, um efeito presente em todas as dosagens do óleo essencial.

CONCLUSÃO

Os óleos essenciais de canela (*Cinnamomun verum*) e orégano (*Origanum vulgare*) nas concentrações 1,0 Kg/T foi capaz de manter a flora bacteriana saudável podendo ser utilizado como aditivo fitogênico e potencial substituto ao antibiótico promotor de crescimento.

REFERÊNCIAS

Adhikari, Bishnu, and Young M. Kwon. 2017. "Characterization of the Culturable Subpopulations of Lactobacillus in the Chicken Intestinal Tract as a Resource for Probiotic Development." *Frontiers in Microbiology* 8 (JUL): 1389. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01389>.

Alexandrino, S. L. de S. A., Costa, T. F., Silva, N. G. D. da, Abreu, J. M. de, Silva, N. F. da, Sampaio, S. A., Christofoli, M., Cruz, L. C. F., Moura, G. F., Faria, P. P., & Minafra, C. S. (2020). Intestinal microbiota and factors influencing poultry. *Research, Society and Development*, 9(6). doi.org/10.33448/rsd-v9i6.3098

Al-Marzooqi, Waleed, Zeyana A.S. Al-Maskari, Kaadhia Al-Kharousi, Eugene H. Johnson, and Yasmin El Tahir. 2020. "Diversity of Intestinal Bacterial Microbiota of Indigenous and Commercial Strains of Chickens Using 16S rDNA-Based Analysis." *Animals* 10 (3): 391. <https://doi.org/10.3390/ani10030391>.

Calazans, L. T. S., Andrade, M. A., Machado, B. A. S., & Rezende, C. S. M. e. (2020). Strategies for the reduction of Campylobacter thermotolerants in broilers. *Research, Society and Development*, 9(3), doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2440.

Chen, Yan, Jun Wang, Longfei Yu, Tianyue Xu, and Nianhua Zhu. 2020. "Microbiota and Metabolome Responses in the Cecum and Serum of Broiler Chickens Fed with

Plant Essential Oils or Virginiamycin.” *Scientific Reports* 10 (1): 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60135-x>.

Choi, J. H., G. B. Kim, and C. J. Cha. 2014. “Spatial Heterogeneity and Stability of Bacterial Community in the Gastrointestinal Tracts of Broiler Chickens.” *Poultry Science* 93 (8): 1942–50. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-03974>.

Christofoli, Marcela, Christiane Silva Souza, Thiago Ferreira Costa, Samantha Leandro de Sousa Andrade Alexandrino, Priscila Paula de Faria, Cintia Silva Minafra-Rezende, Fabiana Ramos dos Santos, Cibele Silva Minafra, and Paulo Sérgio Pereira. 2020. “Microbiota Intestinal Benéfica e Prejudicial Na Avicultura: Revisão.” *Research, Society and Development* 9 (7): 43973667. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.3667>.

Costa, T. F., Gouvêa, A. S., Nunes, F. C., Sampaio, S. A., da Silva, N. G. D., de Abreu, J. M., de Almeida Júnior, E. M., Costa, K. O., de Oliveira Feitosa, T. J., & de Paulo, L. M. (2020). Aditivos fitogênicos: óleos essenciais para frangos de corte-revisão. *Research, Society and Development*, 9(3), 44.

Feng, Yanni, Joshua Gong, Hai Yu, Yaping Jin, Jing Zhu, and Yanming Han. 2010. “Identification of Changes in the Composition of Ileal Bacterial Microbiota of Broiler Chickens Infected with *Clostridium Perfringens*.” *Veterinary Microbiology* 140 (1–2): 116–21. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.07.001>.

Jazi, Vahid, Majid Farahi, Fariborz Khajali, Shaymma Abousaad, Peter Ferket, and Elham Assadi Soumeh. 2020. “Effect of Dietary Supplementation of Whey Powder and *Bacillus Subtilis* on Growth Performance, Gut and Hepatic Function, and Muscle Antioxidant Capacity of Japanese Quail.” *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 104 (3): 886–97. <https://doi.org/10.1111/jpn.13323>.

Kumar, Sanjay, Chongxiao Chen, Nagaraju Indugu, Gabriela Orosco Werlang, Manpreet Singh, Woo Kyun Kim, and Harshavardhan Thippareddi. 2018. “Effect of Antibiotic Withdrawal in Feed on Chicken Gut Microbial Dynamics, Immunity, Growth Performance and Prevalence of Foodborne Pathogens.” *PLoS ONE* 13 (2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192450>.

Li, Wei, Juan Ji, Xiaohong Chen, Mei Jiang, Xin Rui, and Mingsheng Dong. 2014. "Structural Elucidation and Antioxidant Activities of Exopolysaccharides from *Lactobacillus Helveticus* MB2-1." *Carbohydrate Polymers* 102 (1): 351–59. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.11.053>.

Lunedo, R., & Pedroso, A.A. (2017). Microbiota intestinal. In: Macari, M. & Maiorka, A. Fisiologia das aves comerciais. (Cap. 29) Jaboticabal-SP: Funep/Fapesp/Facta.

Mañes-Lázaro, R., P. M. Van Diemen, C. Pin, M. J. Mayer, M. P. Stevens, and A. Narbad. 2017. "Administration of *Lactobacillus Johnsonii* FI9785 to Chickens Affects Colonisation by *Campylobacter Jejuni* and the Intestinal Microbiota." *British Poultry Science* 58 (4): 373–81. <https://doi.org/10.1080/00071668.2017.1307322>.

Mañes-Lázaro, R., Van Diemen, P. M., Pin, C., Mayer, M. J., Stevens, M. P., & Narbad, A. (2017). Administration of *Lactobacillus johnsonii* FI9785 to chickens affects colonisation by *Campylobacter jejuni* and the intestinal microbiota. *British Poultry Science*, 58(4), 373–381. <https://doi.org/10.1080/00071668.2017.1307322>

Merino, Lina, Fernando M. Trejo, Graciela De Antoni, and Marina A. Golowczyc. 2019. "Lactobacillus Strains Inhibit Biofilm Formation of *Salmonella* Sp. Isolates from Poultry." *Food Research International* 123 (September): 258–65. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.04.067>.

Mohd Shaufi, Mohd Asrore, Chin Chin Sieo, Chun Wie Chong, Han Ming Gan, and Yin Wan Ho. 2015. "Deciphering Chicken Gut Microbial Dynamics Based on High-Throughput 16S rRNA Metagenomics Analyses." *Gut Pathogens* 7 (1): 1–12. <https://doi.org/10.1186/s13099-015-0051-7>.

Pokorná, A., Maňáková, T., & Čížek, A. (2019). Properties of potentially probiotic lactobacillus isolates from poultry intestines. *Acta Veterinaria Brno*, 88(1), 73–84. <https://doi.org/10.2754/avb201988010073>

Souza, C. S., Vieites, F. M., Justino, L. R., Lima, M. F. de, Chaves, A. S., Cardoso, V. da S., Sousa, F. D. de R., Costa, T. F., Minafra, C. S., & Lima, C. A. R. de. 2020. Importance of

intestinal health in broilers. *Research, Society and Development*, 9(3). doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2475.

Stamilla, Alessandro, Antonino Messina, Sabrina Sallemi, Lucia Condorelli, Francesco Antoci, Roberto Puleio, Guido Ruggero Loria, Giuseppe Cascone, and Massimiliano Lanza. 2020. "Effects of Microencapsulated Blends of Organics Acids (OA) and Essential Oils (EO) as a Feed Additive for Broiler Chicken. A Focus on Growth Performance, Gut Morphology and Microbiology." *Animals* 10 (3): 442. <https://doi.org/10.3390/ani10030442>.

Stefanello, Catarina, Daniele P. Rosa, Yuri K. Dalmoro, Ana L. Segatto, Marcia S. Vieira, Mariana L. Moraes, and Elizabeth Santin. 2020. "Protected Blend of Organic Acids and Essential Oils Improves Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Intestinal Health of Broiler Chickens Undergoing an Intestinal Challenge." *Frontiers in Veterinary Science* 6 (January): 491. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00491>.

Swamy, Mallappa Kumara, Mohd Sayeed Akhtar, and Uma Rani Sinniah. 2016. "Antimicrobial Properties of Plant Essential Oils against Human Pathogens and Their Mode of Action: An Updated Review." *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine : ECAM* 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/3012462>.

Taverniti, Valentina, and Simone Guglielmetti. 2012. "Health-Promoting Properties of Lactobacillus Helveticus." *Frontiers in Microbiology*. Frontiers Research Foundation. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00392>.

Tiihonen, K., H. Kettunen, M. H.L. Bento, M. Saarinen, S. Lahtinen, A. C. Ouwehand, H. Schulze, and N. Rautonen. 2010. "The Effect of Feeding Essential Oils on Broiler Performance and Gut Microbiota." *British Poultry Science* 51 (3): 381–92. <https://doi.org/10.1080/00071668.2010.496446>.

Torok, Valeria A., Robert J. Hughes, Lene L. Mikkelsen, Rider Perez-Maldonado, Katherine Balding, Ron MacAlpine, Nigel J. Percy, and Kathy Ophel-Keller. 2011. "Identification and Characterization of Potential Performance-Related Gut Microbiotas in Broiler Chickens across Various Feeding Trials." *Applied and Environmental Microbiology* 77 (17): 5868–78. <https://doi.org/10.1128/AEM.00165-11>.

Xu, Qi, Xiangfei Li, Eryin Wang, Yufeng He, Boxing Yin, Dongsheng Fang, Gang Wang, Jianxin Zhao, Hao Zhang, and Wei Chen. 2016. "A Cellular Model for Screening of Lactobacilli That Can Enhance Tight Junctions." *RSC Advances* 6 (113): 111812-21. <https://doi.org/10.1039/C6RA24148D>.

CONCLUSÃO GERAL

O óleo essencial utilizado neste experimento teve desempenho, na histomorfometria intestinal e manteve uma flora microbiana saudável em frangos de corte.

A partir desses resultados, o óleo essencial pode ser utilizado para substituir o antibiótico promotor de crescimento sem percas na produtividade.