

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES
BACHARELADO EM ZOOTECNIA**

THYAGO OLIVEIRA SILVA

**ATUAÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE A MICROBIOTA DE FRANGOS:
REVISÃO**

**CERES – GO
2022**

THYAGO OLIVEIRA SILVA

**ATUAÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE A MICROBIOTA DE FRANGOS:
REVISÃO**

Trabalho de curso apresentado ao curso de Zootecnia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Zootecnia, sob orientação do Prof. Dr. Paulo Ricardo de Sá da Costa Leite

**CERES – GO
2022**

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

S586a Silva, Thyago Oliveira
Atuação dos óleos essenciais sobre a microbiota de frangos: revisão / Thyago Oliveira Silva; orientador Paulo Ricardo de Sá da Costa Leite. -- Ceres, 2022. 38 p.

TCC (Graduação em Zootecnia) -- Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2022.

1. Aditivos. 2. Produtividade animal. 3. Sanidade. I. Leite, Paulo Ricardo de Sá da Costa, orient. II. Título.

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÃO TÉCNICA NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF Goiano Sistema Integrado de Bibliotecas

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 type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia - Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |

Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____

Nome Completo do Autor: **Thyago Oliveira Silva**

Matrícula: **2018103201840175**

Título do Trabalho: **Atuação dos óleos essenciais sobre a microbiota de frangos: revisão**

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 16/12/2022.

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.

Ceres-GO, 13/12/2022.

Thyago Oliveira Silva *(Assinado Eletronicamente)*

Ciente e de acordo:

Prof. Dr. Paulo Ricardo de Sá da Costa Leite - SIAPE 1727433 *(Assinado Eletronicamente)*

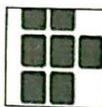
Documento assinado eletronicamente por:

- Thyago Oliveira Silva, 2018103201840175 - Discente, em 13/12/2022 16:57:35.
- Paulo Ricardo de Sa da Costa Leite, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 13/12/2022 16:55:50.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 13/12/2022. 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: 452791
Código de Autenticação: 604ec91df1



 <p>INSTITUTO FEDERAL GOIANO Campus Ceres</p>	<p>INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CÂMPUS CERES DIRETORIA DE ENSINO COORDENAÇÃO DE GRADUAÇÃO</p>
--	---

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos vinte e cinco do mês de novembro do ano de dois mil e vinte e dois realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) Thyago Oliveira Silva, do Curso de Zootecnia, matrícula 2018103201840175, cuja monografia intitula-se "Atuação dos óleos essenciais sobre a microbiota de fungos: Revisão". A defesa iniciou-se às 14 horas e - minutos, finalizando-se às 16 horas e - minutos. A banca examinadora considerou o trabalho Aprovado com média 8,8 no trabalho escrito, média 9,6 no trabalho oral apresentando assim, média aritmética final de 9,2 pontos, estando Apto para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) acadêmico(a) deverá fazer a entrega da versão final corrigida em formato digital (PDF) gravado em CD, acompanhado do termo de autorização para publicação eletrônica (devidamente assinado pelo autor), para posterior inserção no Sistema de Gerenciamento do Acervo e acesso ao usuário via internet. Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.

Paulo Ricardo Leite
(Presidente da Banca)

W. Fernandes
(Banca Examinadora)

Jônica W. de A. Brainer
(Banca Examinadora)

RESUMO

Resumo: Visando melhorar a produtividade animal, os antimicrobianos passaram a se tornar alternativa viável na produção, entretanto, passaram a serem vistos como geradores de risco à saúde humana. Devido à essa problemática, os óleos essenciais passaram a ser estudados como alternativas de substituição aos antimicrobianos, devido a sua ação antimicrobiana e reguladora da microbiota. A busca pela manutenção e crescimento do setor avícola, associada à preservação da saúde humana, incentiva os nutricionistas a estudarem o papel da microbiota intestinal e a forma como ela pode ser modificada ou estabilizada. Objetivou-se revisar na literatura a eficácia do uso do óleo essencial como equilibrador da microbiota das aves. Essa revisão foi realizada pesquisando artigos, teses e dissertações recentes sobre o tema com o auxílio do google acadêmico e Scielo. Ainda existe a necessidade de mais estudos sobre o uso de óleos essenciais na avicultura como equilibradores da microbiota, para que se tenha maior conhecimento sobre quais os níveis mínimos de inclusão que apresentam resultados comparados ao uso dos aditivos tradicionais, mas os óleos essenciais aparecem como uma das alternativas viáveis e seguras para substituição dos promotores de crescimento.

Palavras-chave: Aditivos; Produtividade animal; Sanidade.

ABSTRACT

Abstract: To improve animal productivity, antimicrobials have become a viable alternative in production, however, they are now seen as risk generators for human health. Due to this problem, essential oils began to be studied as alternatives to antimicrobials, due to their antimicrobial and microbiota regulatory action. The search for the maintenance and growth of the poultry sector, associated with the preservation of human health, encourages nutritionists to study the role of the intestinal microbiota and the way in which it can be modified or stabilized. The objective was to review in the literature the effectiveness of using essential oil as a balancer of the microbiota of birds. This review was carried out by researching recent articles, theses, and dissertations on the subject with the help of google academic and Scielo. There is still a need for more studies on the use of essential oils in poultry as balancers of the microbiota, to have greater knowledge about the minimum levels of inclusion that present results compared to the use of traditional additives, but essential oils appear as a of viable and safe alternatives for replacing growth promoters.

Keywords: Additives; Animal productivity; Sanity.

Sumário

1. Introdução	7
2. Desenvolvimento	8
2.1 Microbiota Intestinal e sua importância	8
2.1.1 Microbiota do ingluvío, proventrículo e moela	9
2.1.2 Microbiota do intestino delgado	10
2.1.3 Microbiota do intestino grosso	11
2.2 Aditivos zootécnicos	14
2.3 Óleos Essenciais	15
3. Considerações Finais	25
4. Referências Bibliográficas	26

1. Introdução

A avicultura possui grande destaque no Brasil, apresentando no ano de 2021 a produção de 14,329 milhões de toneladas de carne de frango, o que manteve o país na posição de maior exportador (4,610 milhões de toneladas) e terceiro maior produtor mundial (Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA, 2022). No que se refere ao total de ração produzida no país destinada a avicultura, segundo o Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal – Sindirações (2022) o Brasil produziu 42,6 milhões de toneladas, onde 35,4 milhões de toneladas foram destinadas a avicultura de corte.

Ainda, no ano de 2021, o total de melhoradores de desempenho utilizados nas rações destinadas para a avicultura de corte chegou a 3.540 toneladas que são utilizados com o objetivo de promover melhora nos índices zootécnicos e maximizar a produção animal (TOLEDO et al., 2007; SINDIRAÇÕES, 2022).

Os aditivos passaram a se tornar alternativa viável na produção, pois auxiliam o animal a manter o correto funcionamento da microbiota intestinal melhorando seu desempenho (VALENTIM et al., 2018). A importância de seu uso, é devido, a distúrbios na microbiota normal ou nas células epiteliais intestinais, causados por algum tipo de estresse e patógenos, que podem alterar a permeabilidade, facilitando a invasão de patógenos e outras substâncias nocivas, modificando o metabolismo, a capacidade de digestão e absorção de nutrientes e causando ainda inflamações crônicas na mucosa intestinal (PALM et al., 2015).

Entretanto, em função da possibilidade de estarem envolvidos nos processos de resistência bacteriana, com impacto na saúde pública, alguns antimicrobianos, têm sido banidos como melhoradores de desempenho (DIAS et al., 2015). Devido à essa problemática, existe a necessidade de utilizar alternativas para reduzir o uso de antimicrobianos como promotores de crescimento em rações e uma dessas alternativas é o uso de óleo essencial. As plantas aromáticas e seus óleos essenciais estão sendo pesquisados nos últimos anos na alimentação animal como aditivos zootécnicos fitogênicos, tanto por seu efeito antimicrobiano, quanto pelas suas propriedades medicinais e por melhorar a microbiota intestinal.

Almeida (2017) observou a influência dos óleos essenciais de capim-limão (*Cymbopogon flexuosus*) e chá-de-pedestre (*Lippia aff. rotundifolia*) na microbiota intestinal de frangos e de acordo com os estudos, os óleos essenciais apresentaram semelhanças quanto ao seu potencial frente às espécies bacterianas estudadas (*Escherichia coli*, *Salmonella* sp,), pois não houve presença nas amostras dos conteúdos intestinais do duodeno, jejuno e íleo.

Diante disso, objetiva-se revisar na literatura sobre a eficácia do óleo essencial como equilibrador na microbiota das aves, pesquisando artigos, teses e dissertações recentes sobre o tema com o auxílio do google acadêmico e Scielo.

2. Desenvolvimento

2.1 Microbiota Intestinal e sua importância

Os pintainhos nascidos em condições naturais recebem a microbiota proveniente dos animais adultos, principalmente da mãe (FIGUEIRA et al., 2014). A referida microbiota, uma vez estabilizada, forma um sistema responsável por influenciar fatores microbiológicos, fisiológicos e bioquímicos no hospedeiro.

Todavia, a avicultura industrial alterou essa condição, de modo que, as aves nascem em incubatórios, o que dificulta o acesso precoce do neonato aos microrganismos colonizadores, retardando o desenvolvimento da microbiota (DEMATTE FILHO e PEREIRA, 2018).

Segundo Alexandrino et al. (2020) a tecnologia molecular que tem sido utilizada ultimamente, possibilitou estudos de fatores ambientais sobre a microbiota. Um fator que tem interação direta com a microbiota e a mudança da comunidade é a dieta. Essa interação se dá pela diferente fonte de energia de cada dieta para as bactérias e o crescimento seletivo das bactérias alvo.

O desenvolvimento do trato gastrointestinal das aves tem início logo após o nascimento do embrião e, ao eclodir, o trato já está anatomicamente formado, porém ainda carece de maturação. Em frangos de corte, o crescimento entérico atinge seu pico entre o 6º e o 10º dia de vida, e nesta fase, o intestino delgado possui uma taxa de ganho de peso superior ao ganho de peso total da ave (MATEOS et al, 2004; SKLAN, 2004).

Nesse período de maturação do trato gastrointestinal ocorrem alterações como desenvolvimento de microvilosidades, colonização e proliferação de microrganismos da microbiota intestinal e maturação celular (DIBNER e RICHARD, 2004).

Segundo Gerritsen (2011), a microbiota intestinal é uma comunidade complexa de microrganismos (residentes ou passageiros) no trato intestinal sendo que centenas a milhares de espécies distintas de bactérias e outros microrganismos habitam o trato gastrointestinal dos animais.

Ribeiro et al. (2021) dizem que a microbiota intestinal residente é o termo que diz respeito à população de microrganismos que compõe o trato gastrointestinal animal, e que

correspondem a um conjunto de microrganismos (bactérias, protozoários, fungos e/ou leveduras) que vivem em equilíbrio neste segmento do hospedeiro, podendo ser comensais e/ou mutualista. Esses microrganismos exercem papel fundamental na manutenção da saúde intestinal e influenciam o desempenho das aves através da modulação do sistema imune, digestão de nutrientes e regulação da função intestinal (KHAN et al., 2020).

A importância dos microrganismos presentes no intestino da ave está fortemente ligada à manutenção da homeostase do ambiente intestinal, renovação do epitélio intestinal, bem como a defesa contra os microrganismos patogênicos. A microbiota também está envolvida com a manutenção da motilidade intestinal e na absorção dos nutrientes provindos da dieta animal (KOGUT, 2019; FEITOSA et al., 2020).

Oviedo-Rondón et al. (2006) complementaram dizendo que a microbiota intestinal tem papel protetor como primeira linha de defesa contra bactérias patogênicas, além de ajudar no metabolismo, melhorando a absorção e digestão de nutrientes e também na integridade da estrutura intestinal.

Quando em equilíbrio, a microbiota intestinal proporciona inúmeros benefícios ao organismo, tal como a produção de vitaminas (B, K, E), inibição do crescimento de bactérias patogênicas, redução da produção de gases, estímulo ao sistema imunológico, melhora da digestão e absorção dos nutrientes (PAIXÃO e CASTRO, 2016).

Durante o processo de produção de frangos, há contato constante entre as aves com os microrganismos, sendo desde a fase embrionária, após o nascimento do pintinho através da casca do ovo (poros, camadas externas e interna etc.), bem como, durante seu desenvolvimento.

Buscando entender melhor a colonização de microrganismos ao longo de todo o sistema digestório das aves, se faz necessário a explicação a respeito de seus órgãos e as características presentes.

2.1.1 Microbiota do ingluvío, proventrículo e moela

As condições de potencial hidrogeniônico (pH) ácido no papo e, principalmente, nos estômagos glandular (proventrículo) e muscular (moela) são as primeiras barreiras naturais para a entrada e proliferação de bactérias patogênicas, que normalmente estão mais adaptadas às condições de pH mais neutro (ALEXANDRINO et al., 2020).

No papo, encontram-se principalmente *Lactobacillus salivarius* (GONG et al., 2007). Já no proventrículo ocorre a fase inicial da hidrólise devido à secreção de ácidos e enzimas,

mas o tempo de permanência do alimento nesta porção é considerado curto. Segundo Khan et al. (2020), os *Lactobacillus* também são encontrados com maior frequência neste segmento.

A trituração das partículas alimentares ocorre na moela, onde também acontece a junção das secreções estomacais, proporcionando maior ação delas - nesta porção, é possível observar uma maior ação das enzimas microbianas, contribuindo para hidrólise de ligações e posterior disponibilidade de nutrientes para a ave. Segundo Khan et al. (2020) ainda se tratando sobre a moela, podem ser encontrados *Lactobacillus* e *Enterococcus* neste segmento do sistema digestório das aves.

2.1.2 Microbiota do intestino delgado

O duodeno, apresenta alta concentração salina (local de secreção dos sais biliares) e grande variação do pH no lúmen (pH ácido do estômago versus pH alcalino do suco pancreático), porém apresenta uma camada de muco extremamente espessa e, dentro desta camada permite a colonização bacteriana (ALEXANDRINO et al., 2020).

Porém, devido a essas condições, a concentração bacteriana nessa região é baixa. Como o pH é naturalmente mais ácido nesta porção, variando de 5,7 - 6,4 (DENBOW, 2000), há predominância dos *Lactobacillus*, podendo incluir alguns Clostridiales e enterobactérias em números bem menores (GONG et al., 2007). Khan et al. (2020) reforçam a presença de *Faecalibacterium* e *Streptococcus*. Já no lúmen há complicações na detecção de grupos bacterianos, já que o tempo de permanência da dieta nesta porção é muito pequeno.

Segundo Alexandrino et al. (2020) o jejuno é a porção do intestino onde ocorre a maior parte da digestão propriamente dita, com a ação das enzimas pancreáticas (lúmen) e de membrana (via enterócitos), além da grande maioria dos transportadores transepiteliais de nutrientes estar sinalizados nesta porção do intestino delgado.

O pH tende a ser mais ácido, variando ao longo de sua extensão (5,8 - 6,6), o que poderia ocasionar variações na composição microbiológica ao longo do segmento. De maneira geral, a comunidade colonizadora tende a ser similar à encontrada no duodeno, com dominância de fermentadores de ácido lático (*Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*) além de alguns Clostridiales e *Bacteroides* (GONG et al., 2007). Também existe a presença de *Faecalibacterium* no jejuno, de acordo com Khan et al. (2020).

Na presença de carboidratos estruturais provenientes da dieta, algumas cepas degradadoras destes materiais, como *Ruminococcus*, já começam a ser detectadas neste

ambiente, aderidas às partículas alimentares, mesmo que as condições de pH ainda privilegiem as bactérias ácido-láticas.

O íleo, porção final do intestino delgado, ainda tem atuação de alguns transportadores de mucosa e reabsorção de sais biliares. As condições de pH são mais neutras (6,3 - 7,2) e a renovação da camada de muco provavelmente ocorre de maneira mais constante, devido maior quantidade de células caliciformes nesta porção em relação ao duodeno e jejuno (ALEXANDRINO et al., 2020). Como Khan et al. (2020) destacam, há presença de *Clostridium*, *Enterococcus*, *Escherichia*, *Fusobacterium*, *Lactobacillus* e *Pseudomonas* no íleo.

2.1.3 Microbiota do intestino grosso

Proporcionalmente ao tamanho das aves, o intestino grosso é curto, significando que a microbiota que cresce nesse tipo de trato gastrointestinal (TGI), deve se adaptar ao tempo de trânsito baixo, para se aderir à parede da mucosa e se proliferar.

O intestino grosso é anatômica e funcionalmente distinto das porções anteriores do intestino delgado. Suas primeiras estruturas, os cecos, são estruturas pares, em formato sacular, dentro das quais o ambiente é de total anaerobiose e o bolo alimentar permanece por um tempo considerável. Essas características tornam estes órgãos pequenas câmaras de fermentação bacteriana, com alta produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e vitaminas.

Além dos AGCC é descrita também absorção de hexoses e alguns aminoácidos nesta porção, provenientes da fermentação microbiana. O ceco sempre foi o principal foco de estudos microbiológicos, pois permite a proliferação de diversas cepas patogênicas, incluindo o *Clostridium perfringens*. Diferentes espécies de Clostrídeos são os principais habitantes do ceco, incluindo *Ruminococcus*, *Faecalibacterium* e *Eubacterium* (GONG et al., 2002, WISE e SIRAGUSA, 2007), seguidos pelos Bacteroides.

Na figura 1 pode-se observar melhor a composição diversa da microbiota intestinal de aves, presentes em diferentes segmentos do trato gastrointestinal.

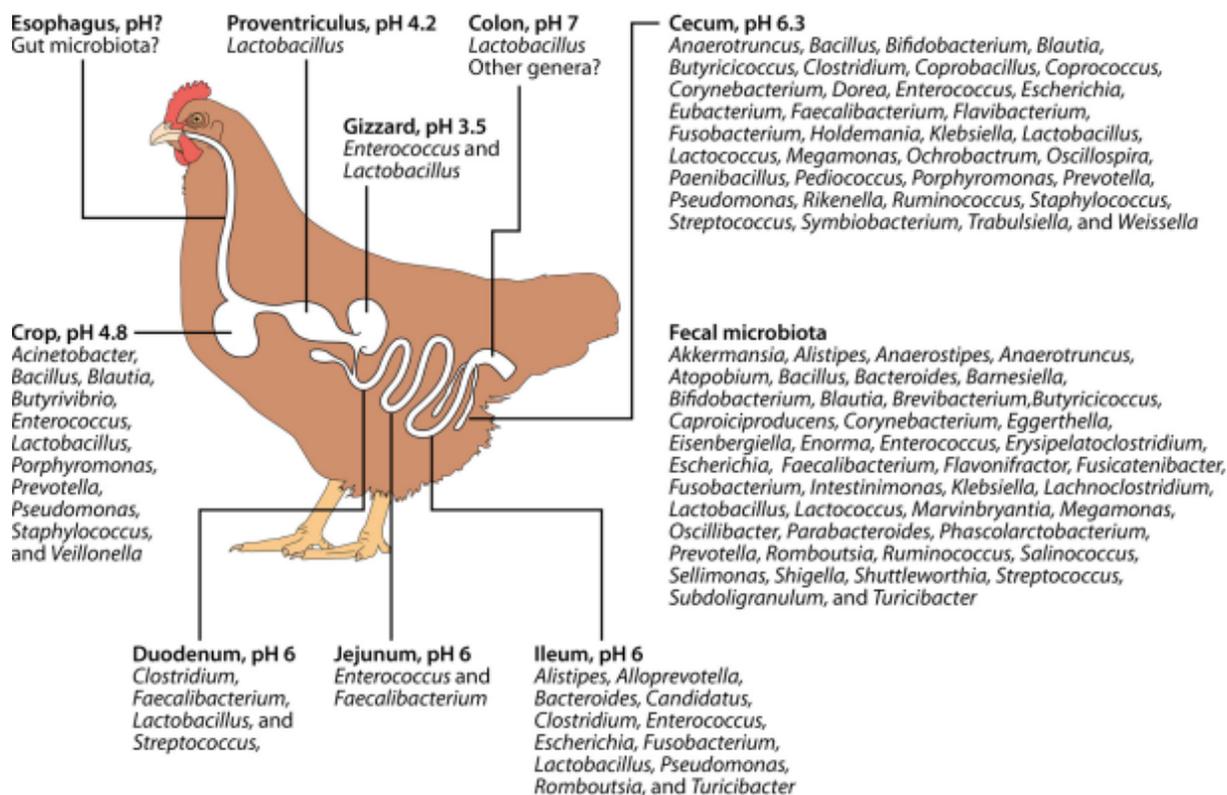


Figura 1: Composição e diversidade da microbiota nos diferentes segmentos do trato gastrointestinal.

Fonte: KHAN et al. (2020).

A microbiota é dividida em benéfica e patogênica, sendo que a benéfica é representada por 90% dos microrganismos presentes no segmento intestinal e contribuem na absorção e digestão dos nutrientes contidos na dieta e com o sistema imunológico (CRUZ et al., 2022), destacando-se os filos *Actinobacteria*, *Firmicutes*, *Fusobacteria* e *Bacteroidetes* (BRIAN et al., 2014). As bactérias benéficas favorecem a saúde do organismo da ave, enquanto a microbiota patogênica facilita infecções diminuindo a taxa de crescimento e aumentando a mortalidade.

As bactérias benéficas do filo *Firmicutes* produzem ácido lático devido seu metabolismo fermentativo, além de contribuir com a eficiência alimentar, possui capacidade de utilizar carboidratos complexos derivados de plantas e produzir butirato. As bactérias do filo *Actinobacteria* degradam os carboidratos e produzem ácido lático, ácido acético e estão ligadas ao metabolismo dos lipídios e do colesterol (MARTÍNEZ et al., 2013; APAJALAHTI e VIENOL, 2016). Os *Lactobacillus* estimulam a secreção de imunoglobulina IgA intestinal,

que auxilia na imunidade e, atuam contra o crescimento de bactérias indesejáveis (ANDREATTI-FILHO, 2007).

Por outro lado, a microbiota considerada patogênica ao hospedeiro é de aproximadamente 10% de toda a microbiota intestinal. As afecções do segmento intestinal da ave podem ser acometidas por bactérias, vírus, protozoários e fungos, podendo evoluir de uma lesão intestinal para uma septicemia. Devido às alterações o animal apresenta perda do apetite, caquexia, apatia e na maioria das vezes leva a morte (FIGUEIRA et al., 2014).

As principais bactérias patogênicas pertencem ao gênero *Clostridium*, *Campylobacter*, *Salmonella* e *Escherichia*. As do gênero *Clostridium* são gram-positivas, anaeróbias e produtoras de toxinas. São encontradas no intestino delgado e ceco, sendo que, a espécie *Clostridium colinum* causa enterite ulcerativa e a espécie *Clostridium perfringens* causa enterite necrótica (APAJALAHTI e VIENOLA, 2016; SOUZA, 2017; BARRIOS et al., 2019).

As espécies do gênero *Clostridium* produzem toxinas que causam lesões em bactérias benéficas levando a morte celular, conseqüentemente se proliferam e causa um processo infeccioso. Apresentam ótimo crescimento em temperaturas de 20°C a 50°C e suportam pH de 5,0 a 8,0.

A *Campylobacter* é microaerófila, ou seja, se multiplicam em concentrações baixas de O₂. Podem causar lesões na mucosa intestinal levando um quadro de enterite hemorrágica. (SAHIN et al., 2015). A transmissão de *Campylobacter* pode ser vertical quanto horizontal, no meio ambiente por contato oral com as fezes (SCHETS et al., 2017).

A espécie do gênero *Escherichia* que acomete as aves é a *Escherichia coli*, que é uma bactéria comensal do trato gastrointestinal e é umas das principais bactérias patogênicas e oportunista, protagonista de diversas afecções em animais imunossuprimidos. Está presente no intestino delgado e no ceco das aves em seus primeiros dias de vida (TANIKAWA et al., 2011).

O gênero *Salmonella* é aeróbica ou anaeróbica facultativa. A espécie que habita a microbiota intestinal do ceco é a *Salmonella enterica* possui transmissão horizontal (por eliminação nas fezes) e vertical (ovos e pintainhos) (OLIVEIRA, et al., 2011). A ampla distribuição de *Salmonella* entre os animais e sua capacidade de sobreviver por longos períodos no meio ambiente contribuem para seu destacado papel em saúde pública (BUTAYE et al., 2003). É importante ressaltar que a salmonelose, é uma zoonose que preocupa as autoridades sanitárias e se torna uma barreira ao comércio internacional de alimentos. O

gênero *Salmonella* pertence à família *Enterobacteriaceae* e compreende as espécies *S. enterica* e *S. bongori*; a espécie *S. enterica* alberga as linhagens patogênicas distribuídas em seis subespécies e 2.564 sorovares, todas patogênicas ao homem (BOPP et al., 2003) onde inclue-se a *Salmonella enteritidis* (SE).

2.2 Aditivos zootécnicos

Os aditivos foram para a avicultura grandes aliados na busca de otimizar o crescimento, desenvolvimento das aves e saúde do trato intestinal. É sabido que a redução do gasto energético durante a metabolização alimentar condiciona o animal a um melhor aproveitamento dos nutrientes ofertados na ração (DA SILVA et al., 2011).

Segundo Da Silva et al. (2020) os aditivos zootécnicos são classificados por categoria, grupo funcional e efeito principal, de acordo com a Instrução Normativa 13/2004, como por exemplo: Aditivo zootécnico (categoria) digestivo (grupo funcional) – enzimático (efeito principal); aditivo zootécnico (categoria) equilibrador de flora (grupo funcional) – probiótico (efeito principal); aditivo zootécnico (categoria), aditivo melhorador de desempenho (grupo funcional), beta agonista (efeito principal).

Dentre os aditivos, os antimicrobianos começaram a ser utilizados na produção animal a partir da década de 50, com o objetivo de melhorar de forma mais efetiva a indústria animal, promovendo a redução e/ou a morte dos microrganismos indesejáveis, assim como também, interromper seu crescimento e sua reprodução (COSTA et al., 2007).

Na avicultura seu uso ocorreu devido aos avanços na produção, vinculado a melhora na conversão alimentar, melhora no desempenho e taxa de crescimento, além de prevenção de doenças. No entanto, o uso dos antimicrobianos tem sido questionado por estar associado à seleção de algumas cepas bacterianas que demonstraram ser resistentes aos antimicrobianos que tratam infecções específicas provocadas por algumas bactérias como *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Campylobacter* e *Enterococcus* spp. (HASHEMI e DAVOODI, 2011).

A resistência microbiana é provocada por um fenômeno biológico que permite aos microrganismos a capacidade de multiplicação na presença de níveis terapêuticos dos antimicrobianos. Esta resistência também pode ser gerada com a presença de resíduos dos antimicrobianos, que são substâncias químicas ou metabólicas acumuladas no interior das células (HAESE e SILVA, 2004).

Em 2006, a União Europeia proibiu a inclusão de antimicrobianos na ração de frangos de corte e, como consequência, aumentaram as buscas por alternativas que sejam eficientes e, ao mesmo tempo, viáveis (SANTANA et al., 2011).

No Brasil o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da Instrução Normativa 1/2020, proibiu o uso de aditivos melhoradores de desempenho que contenham os melhoradores de desempenho: tilosina, lincomicina e tiamulina (BRASIL, 2020a). Sendo assim, pode-se observar na tabela 1 quais são os antibióticos mais utilizados na produção animal atualmente como melhoradores de desempenho.

Tabela 1: Melhoradores de desempenho permitidos em rações de frango.

Antimicrobianos
Avilamicina
Bacitracina de Zinco
Bacitracina Metileno Disalicato
Enramicina
Espiramicina
Flavomicina
Halquinol
Salinomicina
Virginiamicina

Fonte: BRASIL (2020b).

Em função da possibilidade de resistência, torna-se necessário estudar aditivos alternativos aos antimicrobianos que possam proporcionar os mesmos resultados de desempenho zootécnico sem proporcionar resistência bacteriana, destacando-se os óleos essenciais.

2.3 Óleos Essenciais

A busca pela manutenção e crescimento do setor avícola, associada à preservação da saúde humana, incentiva os nutricionistas a estudarem o papel da microbiota intestinal e a forma como ela pode ser modificada ou estabilizada. O objetivo é a possível utilização de novos aditivos alimentares como alternativa frente à proibição do uso de antibióticos melhoradores de desempenho.

Os óleos essenciais (OEs) são constituídos por complexas misturas de substâncias voláteis, geralmente lipofílicas (TEIXEIRA et al., 2013), incluindo uma série de

hidrocarbonetos terpênicos, ésteres, ácidos orgânicos, aldeídos, cetonas, fenóis, entre outros, os quais se apresentam em diferentes concentrações na planta (BONA et al., 2012).

Um mesmo princípio ativo pode ser encontrado em várias plantas, porém em concentrações distintas (FERNANDES et al., 2015). Os princípios ativos conferem aos OEs sabor agradável, odor característico e solubilidade em solventes orgânicos. Esses óleos são sensíveis ao calor e à luz, portanto, devem ser armazenados em garrafas escuras e locais frescos (KRISHAN e NARANG, 2014).

Na nutrição animal, os OEs são utilizados por melhorar o desempenho das aves aumentando a palatabilidade da ração, o estímulo da secreção de enzimas endógenas e a função digestiva, juntamente com a modulação da microbiota intestinal que leva à redução de infecções subclínicas. Também exercem propriedades antioxidantes e reforça o estado imunológico do animal (YANG, 2019). Por esses efeitos têm sido considerados alternativas ao uso de antimicrobianos melhoradores do desempenho na produção de frangos.

Muitos óleos essenciais produzem efeitos anti-inflamatórios, antioxidantes e propriedades anticarcinogênicas, já outros podem impedir o crescimento de organismos, tais como bactérias, fungos, vírus, protozoários, bem como insetos (KALEMBA e KUNICKA, 2003). Os extratos de casca apresentam ação cicatrizante (KOMATSU et al., 2019), protetor da mucosa gástrica (NUNES NETO et al., 2017) e antioxidante (SERENIKI et al., 2016).

Os OEs ou extrato vegetal extraídos das plantas são misturados à ração e os princípios ativos são absorvidos pelo intestino delgado, sendo metabolizados rapidamente e biotransformados no fígado. Em seguida, os metabólitos são eliminados pela urina, portanto a taxa de acúmulo dessas substâncias nos tecidos é menor quando em comparação às taxas dos antimicrobianos químicos (GUIDOTTI et al., 2011).

A obtenção dos OEs começa com a extração a partir de flores, folhas, caules, raízes, sementes e frutos, pelo processo de destilação por arraste a vapor, extrusão ou extração com solvente (MIGUEL, 2010). Segundo Azambuja (2017a) essa técnica consiste em submeter o material vegetal ao vapor d'água que extrai o óleo pelo "arraste de vapor" de onde vem o nome da técnica. Funciona da seguinte forma: o vapor d'água atravessa os tecidos da matéria prima vegetal, levando o óleo presente no interior das glândulas.

O óleo liberado, vaporiza-se com o choque térmico, sendo arrastado até atingir o condensador, onde é misturado com hidrolato e essa mistura resfria-se e volta à fase líquida. Por fim, a mistura chega ao separador, onde o óleo é separado do hidrolato devido as diferentes densidades e polaridades destas substâncias. Na figura 2 pode-se observar uma

representação do processo de extração dos óleos essenciais pelo método de destilação arraste a vapor.

A destilação a vapor é usada como o método mais comum para fins comerciais, embora também possam ser sinteticamente fabricados (GIANNENAS et al., 2013). Castilho (2021) complementa dizendo que o método de prensagem mecânica também é bastante utilizado, além do processo de destilação a vapor e segundo Ramme et al. (2021) é a mais utilizada para frutos cítricos, tais como a laranja.

O efeito antimicrobiano dos óleos essenciais é uma das atividades mais procuradas na produção de frangos. Segundo Bona et al. (2012) alguns óleos essenciais atuam na parede celular bacteriana, desnaturando e coagulando proteínas, alterando a permeabilidade da membrana citoplasmática para íons de hidrogênio e potássio, causando a interrupção dos processos vitais da célula, como transporte de elétrons, translocação de proteínas, fosforilação e outras reações que dependem de enzimas, e resulta em perda do controle quimiosmótico da célula afetada, levando à morte bacteriana.

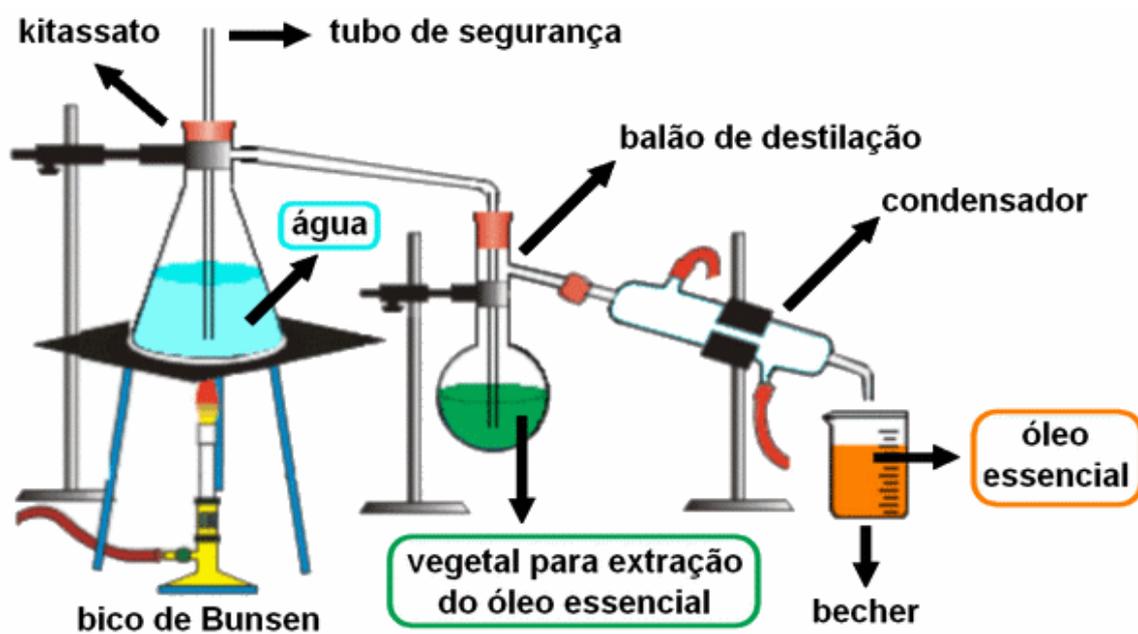


Figura 2. Representação do método de extração destilação por arraste a vapor.

Fonte: TRANCOSO et al. (2013).

Os princípios ativos mais estudados para utilização na alimentação animal são capsaicina, carvacrol, timol, cinamaldeído, eugenol, cineol, limoneno, mentol, cúrcuma e

alicina e na tabela 2 pode-se acompanhar algumas das principais plantas usadas para extração de óleo vegetal juntamente com seus princípios ativos e sua ação.

As diferentes classes de princípios ativos conferem efeitos benéficos a estas substâncias como atividade antimicrobiana, antioxidante, antiviral, anti-inflamatória, antifúngica, antisséptica (NOLETO et al., 2018), inseticida, anti-histamínica, expectorante, antiespasmódica, analgésica, anestésica, calmante, digestiva, antitumoral e mucolítica (AZAMBUJA, 2017b).

Tabela 2: Exemplos de plantas utilizadas para a produção de óleos essenciais, seus princípios ativos e sua ação.

Plantas	Princípio Ativo	Ação
Orégano	Carvacrol	Estimulante da digestão, antimicrobiano
Capim-limão	α -citral, β -citral e mirceno	Antimicrobiano
Alecrim	1,8-cineol/eucaliptol	Antioxidante
Gengibre	Zingerona	Antimicrobiano
Canela	Eugenol, Cinamaldeído	Antioxidante
Tomilho	Timol	Antioxidante

Fonte: Adaptado de MENTEN (2002) e VIEITES et al. (2020).

Os compostos químicos presentes no óleo essencial, principalmente os monoterpenos carvacrol e timol, têm apresentado ação contra bactérias e fungos (GOMES et al., 2011). O carvacrol e seu isômero timol (Figura 3) são monoterpenos contidos em diversas plantas aromáticas sendo biossintetizados a partir do γ -terpineno e do p -cimeno (NOSTRO e PAPALIA, 2012). Ambos possuem fórmulas moleculares similares ($C_{10}H_{14}O$) e pesos moleculares de 150,22 g/mol, porém o carvacrol em temperatura ambiente apresenta-se na forma líquida, cuja solubilidade em água é de 830 ± 10 ppm (NOSTRO e PAPALIA, 2012), enquanto timol se encontra na forma de cristais (HOLLAND et al., 2014).

Knowles (2002) mencionou que no grupo dos óleos, carvacrol e timol podem substituir os antimicrobianos. O carvacrol atua sobre leveduras, fungos e microrganismos gram-positivos e gram-negativos, e o timol, apesar de apresentar estrutura bastante semelhante ao carvacrol, difere apenas no grupo hidroxila, com localização diferente no anel fenólico (ULTEE et al., 1999).

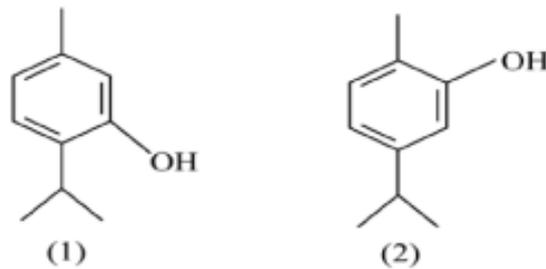


Figura 3: Estrutura química do timol (1) e carvacrol (2).

Fonte: LIMA e CARDOSO (2007).

O mecanismo de ação do timol e do carvacrol deve-se à capacidade que estes apresentam em atravessar a membrana celular do microrganismo provocando alterações, capacidade esta, que pode estar relacionada com as propriedades físico-químicas destas moléculas, considerando suas características lipofílicas e, ao mesmo tempo, devido a sua solubilidade em água (CRISTANI et al., 2007; XU et al., 2008; HAMMER e HEEL, 2012; LA STORIA et al., 2011).

A utilização de óleos essenciais substituindo promotores de crescimento na alimentação de aves visa a melhora da microbiota intestinal e, conseqüentemente, o desempenho produtivo. Isso ocorre porque os óleos essenciais evitam que bactérias patogênicas se alojem na mucosa intestinal.

Segundo Fernandes et al. (2015), a utilização de óleos essenciais em substituição (parcial ou total) aos promotores de crescimento na alimentação de aves permite melhora da microbiota intestinal e como resultado melhora o desempenho produtivo.

Na nutrição animal duas áreas identificam os potenciais efeitos desses aditivos: por estimulação de enzimas endógenas e regulação na microbiota intestinal. Isso se dá devido os óleos essenciais evitarem que bactérias patogênicas se alojem na mucosa intestinal (PULICI et al., 2014).

Santurio et al. (2011), ao avaliarem a atividade antibacteriana *in vitro* dos óleos essenciais de diferentes condimentos, observaram que os óleos essenciais que têm o timol e o carvacrol na sua composição, como o orégano, orégano mexicano e o tomilho, apresentaram atividade bactericida frente a *Escherichia coli* isolados de aves.

Dias et al. (2015) observaram o uso de óleo essencial de orégano como aditivo zootécnico equilibrador da microbiota intestinal de frangos em diferentes concentrações nas

dietas. Os tratamentos foram o controle negativo que não continha antimicrobiano, o controle positivo continha sulfato de colistina (10 mg de colistina/kg de ração) e os demais tratamentos continham 300, 600 e 900 mg de óleo essencial/kg de ração, respectivamente.

Obtiveram como resultado que os maiores níveis de óleo essencial de orégano (600 e 900 mg/kg) provocaram maior redução da percentagem de *Escherichia coli* e tendo efeito inibidor também sobre outras populações bacterianas (Tabela 3). Além disso, nas amostras de conteúdo ileal dos frangos que receberam o controle positivo ou orégano os autores verificaram maior diversidade de enterobactérias em relação ao grupo controle negativo.

Tabela 3: Identificação de enterobactérias (UFC/g) na amostra do conteúdo ileal das aves de acordo com os diferentes tratamentos

Enterobactérias	Tratamentos				
	Controle Negativo	Controle Positivo	O.E de orégano, mg/kg		
			300	600	900
<i>Citrobacter diversus</i>	0	3	3	0	0
<i>Edwardisiella tarda</i>	0	3	0	0	0
<i>Escherichia coli</i>	63	74	79	57	54
<i>Hafnia alveei</i>	0	0	0	0	13
<i>Klebsiella oxytoca</i>	0	0	0	3	0
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0	0	6	0	0
<i>Morganella morganii</i>	0	3	6	23	0
<i>Serratia rubidaea</i>	0	0	0	0	10
<i>Shigella spp.</i>	33	17	6	7	23
<i>Yersinia enterocolica</i>	4	0	0	0	0

Fonte: DIAS et al. (2015).

Segundo Dias et al. (2015) a atuação do óleo essencial modificando a composição da microbiota intestinal, permite estabelecimento de microrganismos benéficos e resulta em efeito positivo no sistema imune do animal. Dessa forma, a capacidade do óleo essencial de orégano em aumentar a diversidade de enterobactérias no intestino e promover a redução da quantidade de coliformes totais aponta o potencial uso dele em manter a saúde do trato digestório.

Almeida (2017) observou a influência dos óleos essenciais de capim-limão (*Cymbopogon flexuosus*) e chá-de-pedestre (*Lippia aff. rotundifolia*) na microbiota intestinal de frangos ao estudarem dietas sem antimicrobiano melhorador de desempenho, com antimicrobiano (Enramicina e Salinomicina), e rações com 120mg de óleo essencial de capim-limão e ração controle com 120mg de óleo essencial de chá-de-pedestre. De acordo com os

estudos, os óleos essenciais apresentaram semelhanças quanto ao seu potencial frente às espécies bacterianas estudadas (*Escherichia coli*, *Salmonella* spp.), pois não houve presença nas amostras dos conteúdos intestinais do duodeno, jejuno e íleo (Tabela 4).

Ainda, quando comparados entre si, verificou-se que os óleos de capim-limão e chá-de-pedestre, não demonstraram diferenças quanto ao seu poder inibidor sobre a *E. coli*, *Salmonella* sp, mesófilos e coliformes totais.

Tabela 4: Contagem de microrganismos no trato gastrointestinal de frangos de corte alimentados com ração contendo óleos essenciais de *Cymbopogon flexuosus* e *Lippia aff rotundifolia*

Variável	Controle Negativo ⁽¹⁾	Controle Positivo ⁽²⁾	Raç+OCF ⁽³⁾	Raç+OLr ⁽⁴⁾	P-Valor
Duodeno					
Mesófilo (UFC/g)	5,73ns	5,65ns	7,03ns	6,65ns	0,385
Coliformes Totais (UFC/g)	1,33ns	2,16ns	1,40ns	1,47ns	0,3134
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-
<i>Salmonella</i> sp.	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-
Jejuno					
Mesófilo (UFC/g)	5,73ns	6,76ns	7,03ns	6,65ns	0,454
Coliformes Totais (UFC/g)	1,40ns	1,89ns	1,42ns	1,47ns	0,752
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-
<i>Salmonella</i> sp.	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-
Íleo					
Mesófilo (UFC/g)	4,01ns	5,51ns	6,34ns	5,87ns	0,788
Coliformes Totais (UFC/g)	1,47ns	1,80ns	1,89ns	1,47ns	0,495
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-
<i>Salmonella</i> sp.	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-

^{ns}- Não significativa pelo teste de Tukey (p<0,05)

Fonte: ALMEIDA (2017).

Segundo Almeida (2017) os óleos essenciais podem ter interferido na composição da microbiota intestinal das aves, além também, da pouca competição patogênica, pois os tratamentos não demonstraram ação expressiva e os óleos essenciais não interferiram nos resultados. Talvez pelas ótimas condições de criação das aves, não ocorrendo aumento no

número de bactérias suficientes para provocar desequilíbrio na microbiota das aves. De acordo com Freitas et al. (2001), os melhoradores de desempenho expressam melhores resultados e seus objetivos são percebidos quando os animais passam por condições de desafios sanitários, riscos de contaminação, alta densidade populacional ou exposição a doenças sendo o mesmo aplicado à utilização dos óleos essenciais.

Bona et al. (2012) avaliaram a ação do composto vegetal à base de óleo essencial de alecrim (cineol), canela (cinamaldeído) e extrato de pimenta vermelha (capsaicina) e orégano (carvacrol) sobre *Clostridium perfringens* em frangos de corte e verificaram redução significativa da contagem dessa população bacteriana patogêna em amostras do conteúdo cecal das aves aos 29 dias de idade (Tabela 5). Foram divididos três grupos de 17 animais cada e receberam três tratamentos diferentes: T1 dieta controle sem adição de antibiótico, T2 dieta com adição de 10ppm de avilamicina e T3 dieta com a adição de 100ppm do composto vegetal.

Tabela 5: Média dos resultados de contagem de colônias de *Clostridium perfringens* (Log10 UFC/g) de conteúdo cecal aos 29 dias de idade.

Tratamento	Log10 UFC/g
Controle	10×10^8 a**
Avilamicina	0 ^b
Composto vegetal	$2,7 \times 10^8$ c

* Composto vegetal - óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta vermelha.

** Letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente (P<0,05).

Fonte: BONA et al. (2012).

Segundo Bona et al. (2012) o composto vegetal pode ter interferido na redução de *Clostridium perfringens* por melhorar a absorção de nutrientes, reduzindo a disponibilidade de substrato para o desenvolvimento de bactérias patogênicas como o *C. perfringens*.

Bona et al. (2012) também avaliaram a ação do composto vegetal à base de óleo essencial de alecrim (cineol), canela (cinamaldeído) e extrato de pimenta vermelha (capsaicina) e orégano (carvacrol) sobre a *Salmonella Enteridis* e observaram que houve redução na contagem de colônias de *Salmonella* após coleta de swabs de cloaca de aves de 21 dias de idade inoculadas com 105 UFC/mL de *Salmonella Enteritidis* (SE). Foi observada significativa diferença 24 e 72 horas após a inoculação (Tabela 6). Nas primeiras 24 horas, o grupo que recebeu avilamicina na dieta apresentou contagem significativamente menor em

relação ao grupo controle e ao grupo que recebeu o composto vegetal. Entretanto, 72 horas após a inoculação, tanto o grupo que recebeu avilamicina na dieta quanto o que recebeu o composto vegetal obtiveram contagem inferior ao grupo controle.

Tabela 6: Contagem de colônias de *Salmonella* observadas em swabs de cloaca de aves de 21 dias de idade inoculadas com 105 UFC de *Salmonella Enteritidis* 24, 48 e 72 horas após a inoculação (PI) (Média \pm Desvio Padrão dos valores expressos em Log 10).

Horas PI	Controle	Avilamicina	Composto Vegetal	Valor de P
24 horas	3,68 \pm 0,90 ^{a**}	0,77 \pm 1,55 ^b	2,48 \pm 1,70 ^a	0,051
48 horas	0,91 \pm 1,34	0,00 \pm 0,00	1,50 \pm 1,73	0,298
72 horas	4,15 \pm 0,89 ^a	1,70 \pm 1,96 ^b	1,19 \pm 1,49 ^b	0,047

* Composto vegetal - óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta vermelha.

** Letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente (P<0,05)

Fonte: BONA et al. (2012).

Segundo Bona et al. (2012) bactérias gram-negativas tendem a ser menos sensíveis aos óleos essenciais que as bactérias gram-positivas, devido a sua superfície hidrofílica, que cria uma barreira a permeabilidade das substâncias hidrofóbicas, como os óleos essenciais. Entretanto, como grande parte das bactérias no intestino das aves são gram-positivas, os óleos essenciais atuam sobre elas, permitindo que o animal possa combater bactérias gram-negativas patogênicas. Assim, pode-se sugerir que o mecanismo de controle sobre *Salmonella* somente ocorreu após 72h da inoculação.

Brito et al. (2020) avaliaram o efeito antimicrobiano do óleo essencial de orégano frente a sorovares de *Salmonella enterica*, assim como a resistência dos isolados a antibióticos. Foram avaliados dois isolados do sorovar *Enteritidis*, um isolado de *Typhimurium* e um isolado de *Heidelberg*. Na tabela 7, pode-se perceber a susceptibilidade das sorovares de *Salmonella enterica*, frente as diferentes concentrações do óleo essencial de orégano. Pode-se observar que todas as concentrações avaliadas do OEO foram capazes de inibir o crescimento microbiano das cepas de *Salmonella* dos diferentes sorovares. O tamanho do halo de inibição foi proporcional a concentração de OEO de 0,5 a 2,0%.

Tabela 7: Diâmetro dos halos de inibição (mm) das concentrações do óleo essencial de orégano (OEO) frente a diferentes sorovares de *Salmonella enterica*.

OEO (%)	Diâmetro dos halos de inibição (mm)			
	Heidelberg	Enteritidis (I)	Enteritidis	Typhimurium
0,5	12	14	12	10
1	14	20	14	12
1,5	16	22	15	16
2	20	26	22	22

Fonte: BRITO et al. (2020).

Segundo Brito et al. (2020) o resultado tem como explicação, a presença do carvacrol e o timol no óleo essencial de orégano, que possui efeito bactericida, pois podem ser capazes de provocar a desintegração da membrana celular microbiana. Esses resultados mostram o potencial para serem usados no controle de patógenos em alimentos, reduzindo a necessidade de aditivos e melhorando a qualidade e segurança alimentar.

Silva et al. (2010) encontraram média de halos de inibição semelhantes para *Salmonella Enteritidis*, com média de 15 mm para concentração de 0,5 de OE de orégano, 18 mm para 1,0% de OEO e 22 mm para 2,0% de OE de orégano. Reis et al. (2020) observaram efeito de inibição de OE de orégano contra *Salmonella* spp. a partir da concentração de 1,0%, enfatizando que este óleo poderia ser empregado na indústria de alimentos como uma alternativa natural de controle microbiológico de salmonelas.

3. Considerações Finais

Os antimicrobianos começaram a ser utilizados na avicultura devido ao seu importante papel na manutenção da saúde animal e melhora no desempenho, porém, em relação à saúde humana, eram vistos como causadores de sérios problemas, como a resistência bacteriana, podendo chegar a causar sérios danos na saúde pública.

Pela necessidade de acompanhar o crescimento da população mundial, juntamente com a demanda de proteína animal, houve a necessidade de continuar a fazer com que a produção de frangos se mantivesse sempre em alta, agora sem o uso de antimicrobianos. Para isso, alternativas passaram a ser estudadas e uma delas, começa a ser viável para uso como melhorador de desempenho e regulador da flora intestinal das aves, os óleos essenciais, sendo os mais utilizados o de orégano, canela, alecrim, entre outros, devido a presença de carvacrol e timol em sua composição e apresentarem maior efeito antimicrobiano.

Os óleos essenciais aparecem como uma das alternativas viáveis e seguras para substituição dos melhoradores de desempenho, já que se usados em níveis de inclusão adequados, muitos destes produtos apresentam resultados comparáveis à suplementação tradicional, imprimindo consequências benéficas à fisiologia, digestibilidade, saúde, morfologia intestinal e desempenho das aves.

Existe a necessidade de mais estudos sobre o uso de óleos essenciais na avicultura como equilibradores da microbiota, para que se tenha maior conhecimento sobre quais os níveis mínimos de inclusão que apresentam resultados comparados ao uso dos aditivos tradicionais. Além disso, nos estudos com aditivos alternativos aos melhoradores de desempenho, deve-se observar as condições sanitárias de criação, pois em situações de desafio sanitário existe a possibilidade de obter melhores resultados como equilibradores da microbiota intestinal.

4. Referências Bibliográficas

- ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual de 2022**. São Paulo SP.
- ALEXANDRINO, S. L. S. A.; COSTA, T. F.; DA SILVA, N. G. D.; ABREU, J. M.; DA SILVA, N. F.; SAMPAIO, S. A.; CHRISTOFOLI, M.; CRUZ, L. C. F.; MOURA, G. F.; FARIA, P. P.; MINAFRA, C. F. Microbiota intestinal e os fatores que influenciam na avicultura. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 6, p. 1-6, 10 abr. 2020. DOI <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i6.3098>.
- ALMEIDA, E. H. **Influência de óleos essenciais na microbiota intestinal de frangos de corte**. 27 março 2017. 41p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias. Minas Gerais. 2017.
- ANDREATTI-FILHO, R.L. Paratifo aviário. In: _____. **Saúde aviária e doenças**. São Paulo: Roca Ltda, 2007. p.112-117.
- APAJALAHTI, J.; VIENOLA, K. Interação entre microbiota intestinal de frango e digestão de proteínas. **Animal Feed Science and Technology**, 221. <https://doi.org/323-330>. 10.1016/j.anifeedsci.2016.05.004. 2016.
- AZAMBUJA, W. **Métodos de extração de óleo essencial**. <https://www.oleosessenciais.org/metodos-de-extracao-de-oleos-essenciais/>. Acesso em: 02 de Novembro de 2022. 2017a
- AZAMBUJA, W. **O que são óleos essenciais?** Disponível em: <https://www.oleosessenciais.org/o-que-sao-oleos-essenciais/>. Acesso em: 08 mar. 2020. 2017b
- BARRIOS, M. A.; SAINI, K. J.; RUDE, C. M.; BEYER, R. S.; FUNG, D. Y. C., BAVARESCO, C.; NUNES, A. P.; FORGIARINI, J.; ALVES, D. A.; XAVIER, E. G., LOPES, D. C. N.; e ROL, V. F. B. Morfometria intestinal e qualidade óssea de codornas Japonesas alimentadas por um período prolongado com produtos do óleo de soja. **Archives of Veterinary Science**, 24, 72-82. 2019.

BONA, T. D.M.M.; PICKLER, L.; B. MIGLINO, L.B.; N. KURITZA, L.N.; P. VASCONCELOS, S.P.; SANTIN, E. Óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta no controle de *Salmonella*, *Eimeria* e *Clostridium* em frangos de corte. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 32, n.5, p. 411-418, maio 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 1 de 13 janeiro de 2020**. Informa sobre a intenção de proibição do uso de antimicrobianos com a finalidade de aditivos melhoradores de desempenho de alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília. 2020a.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa de 17 de março de 2020**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília. 2020b.

BRIAN, B.; OAKLEY, H. S.; LILLEHOJ, M. H.; KOGUT, W. K.; KIM, J. J.; MAURER, A.; PEDROSO, M. D.; LEE, S. R.; COLLET, T. J.; JOHNSON, N. A. C. O microbioma gastrointestinal de frango. *FEMS: Microbiology Letters*, 360, 100–112. 2014.

BRITO, D. A. P.; LIMA, L. S.; SOARES, B. S.; PINHEIRO, S. C. S. Atividade antimicrobiana de óleo essencial de orégano frente a sorovares de salmonella enterica com resistência a antibióticos. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 6, n.12, p.94029-94036 dec. 2020.

CASTILHO, G. Estudo para os tipos de extração de óleos essenciais e óleos vegetais. **Revista Científica Multidisciplinar O Saber**, v. 10, 2021.

COSTA, L.B.; TSE, M.L.P.; MIYADA, V.S. Extratos vegetais como alternativas aos antimicrobianos promotores de crescimento para leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2007.

CRISTANI, M.; D'ARRIGO, M.; MANDALARI, G.; CASTELLI, F.; SARPIETRO, M.G.; MICIeli, D.; VENUTI, V.; BISAGNANO, G.; SAIJA, A.; TROMBETTA, D. Interaction of four monoterpenes contained in essential oils with model membranes: implications for their antibacterial activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 55: 6300-6308, 2007.

CRUZ, L. C. F.; COSTA, T. F.; SAMPAIO, S. A.; DA SILVA, N. G. D.; ABREU, J. M.; BORGES, K. F.; SALES, G. M.; ALEXANDRINO, S. L. S. A.; DOS SANTOS, F. R.; MINAFRA, C. S. Microbioma intestinal das aves e sua importância. **Research, Society and Development**, [S. l.], 22411225583, v. 11, n. 2, p. 12-13, 10 jan. 2022. DOI <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25583>. Disponível em: <https://rsdjournal.org>. Acesso em: 13 abr. 2022.

DA SILVA, A. C.; MARQUEZ, A. F.; ANTONIUTTI, E. B.; ARAÚJO, K. V.; OYAKAWA, L. A.; NETO, M. S.; RAMALHO, R.; CHAGAS, S. S. **Aditivos zootécnicos e tecnológicos (adsorventes de micotoxinas e inoculantes de silagem)**. Brasília, DF. 1º ed, 2020, 22p.

DA SILVA, W. T. M.; NUNES, R. V.; POZZA, P. C.; DOS SANTOS POZZA, M. S.; APPLELT, M. D.; EYNG, C. Avaliação de inulina e probiótico para frangos de corte. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, 33(1), 19–24. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i1.9979>. 2011.

DEMATTÊ FILHO, L. C.; PEREIRA, D. C. O. Um novo olhar para o termo probiótico. **Avicultura Industrial**, 9, 42-45. 2018.

DENBOW, D. M. Gastrointestinal anatomy and physiology. In: Whittow GC, editor. **Avian Physiology**. New York: Academic Press. 2000.

DIAS, G. E. A., de CARVALHO B. O., GOMES, A. V. C., MEDEIROS P. T. C., SOUSA F. D. R., de SOUZA M. M. S., LIMA C. A. R. Óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) na dieta de frangos de corte como equilibrador da microbiota intestinal. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, 37(1), 108-114. 2015.

DIBNER, J. J., & RICHARDS, J. D. The Digestive System: Challenges and Opportunities. **Journal of Applied Poultry Research**, 13 (1), 86–93. 2004.

FEITOSA, T. J.; SILVA, C. E.; SOUZA, R. G.; LIMA, C. D. S.; GURGEL, A. OLIVEIRA, L. L. G.; NÓBREGA, J. G. S.; CARVALHO JÚNIOR, J. E. M.; MELO, F.; SANTOS, W. B.

M.; FEITOZA, T.; COSTA, T. F.; BRANDÃO, P. A.; MINAFRA, C. S. Microbiota intestinal das aves de produção: revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, 9(5), e42952779. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i5.2779>. 2020.

FERNANDES, R. T. V.; ARRUDA, A. M. V.; OLIVEIRA, V. R. M.; QUEIROZ, J. P. A. F.; MELO, A. S.; DIAS, F. K. D.; MARINHO, J. B. M.; SOUZA, R. F.; SOUZA, A. O. V.; DOS SANTOS FILHO, C. A. Aditivos fitogênicos na alimentação de frangos de corte: óleos essenciais e especiarias. **PubVet**, v. 9, p. 502-557, 2015.

FIGUEIRA S. V.; MOTA, B. P.; LEONÍDIO, A. R. A.; NASCIMENTO, G. M.; ANDRADE, M. A. Microbiota intestinal das aves de produção. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, 10(18), 2181. 2014. Recuperado de <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/AGRARIAS/microbiota.pdf>

FREITAS, R.; FONSECA, J. B.; SOARES, R. T. R. N.; ROSTAGNO, H. S.; SOARES, P. R. Utilização do alho (*Allium sativum* L.) como promotor de crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 761-765, 2001.

GERRITSEN, J. **Intestinal microbiota in human health and disease: the impact of probiotics**. (2011).

GIANNENAS, I.; BONOS, E.; CHRISTAKI, E.; FLOROU-PANERI, P. C. Essential oils and their applications in animal nutrition. **Med. Aromat. Plants**, v. 2, n. 140, p. 2167-0412.1000140, 2013.

GOMES, S.V.F.; NOGUEIRA, P.C.L.; MORAES, V.R.S. Aspectos químicos e biológicos do gênero *Lippia* enfatizando *Lippia gracilis* Schauer. **Eclética Química**, 36(1): 64-77, 2011.

GONG, J.; FORSTER, R. J.; YU, H.; CHAMBERS, J. R.; SABOUR, P. M., WHEATCROFT, R.; CHEN, S. Diversity and phylogenetic analysis of bacteria in the mucosa of chicken ceca and comparison with bacteria in the cecal lumen. **FEMS Microbiology Letters**, 2002. 208(1), 1–7. [https://doi.org/10.1016/S0378-1097\(01\)00521-3](https://doi.org/10.1016/S0378-1097(01)00521-3)

GONG, J.; SI, W.; FORSTER, R. J.; HUANG, R.; YU, H.; YIN, Y.; YANG, C.; & HAN, Y. 16S rRNA gene-based analysis of mucosa-associated bacterial community and phylogeny in the chicken gastrointestinal tracts: From crops to ceca. **FEMS Microbiology Ecology**, 59(1), 147– 157. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2006.00193.x>. 2007.

GUIDOTTI, M., Prof, O., & Barcellos, M. **Aditivos fitogênicos na alimentação de aves de produção**. 2011.

HAESE. D.; SILVA, B. A. N. Antibióticos como promotores de crescimento em monogástricos. **Revista Eletrônica Nutriente**. v. 1, n. 1, p. 7-19, 2004.

HAMMER, K.A.; HEEL, K.A. Use of multiparameter flow cytometry to determine the effects of monoterpenoids and phenylpropanoids on membrane polarity and permeability in Staphylococci and Enterococci. **International Journal of Antimicrobial Agents**, 40: 239-245, 2012

HASHEMI, S. R.; DAVOODI, H. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. **Veterinary Research Communications**, Oxford, v. 35, n. 2, p. 169–180, 2011.

HOLLAND, R.D.; WILKES, J.G.; COOPER, W.M.; ALUSTA, P.; WILLIAMS, A.; PEARCE, B.; BEAUDOIN, M.; BUZATU, D. Thymol treatment of bacteria prior to matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometric analysis aids in identifying certain bacteria at the subspecies level. **Rapid Communications in Mass Spectrometry**, 28: 2617-2626, 2014.

KALEMBA, D.; KUNICKA, A. **Antibacterial and antifungal and properfungual properties of essencial oils**. *Current Medicinal Chemistry*, v. 10, n. 10, 2003.

KHAN S.; MOORE R.J.; STANLEY D.; CHOUSALKAR K.K. The gut microbiota of laying hens and its manipulation with prebiotics and probiotics to enhance gut health and food safety. **Appl Environ Microbiol**. 2020. 86: e00600-20. <https://doi.org/10.1128/AEM.00600-20>.

KNOWLES, J. R. **Microbial adhesion and its control using natural and synthetic biocides**. United Kingdom: South Bank University London, 2002.

KOGUT M. H. The effect of microbiome modulation on the intestinal health of poultry. **Animal Feed Science and Technology**, 250 (February 2018), 32– 40. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.10.008>. 2019.

KOMATSU, D.; HAUSEN, M. A.; ERI, R. Y.; LEAL, V.; PEDRINI, F.; YAKSIC, C.; ALVES, T. F. R., CHAUD, M. V.; FANELLI, C.; NORONHA, I.; DUEK, E. A. R. Alternative cutaneous substitutes based on poly(L-CO-D,L-lactic acidCOtrimethylene carbonate) with Schinus terebinthifolius Raddi extract designed for skin healing. **ACS Omega**, v. 4, p. 18317-18326, 2019.

KRISHAN, G.; NARANG, A. Use of essential oils in poultry nutrition: A new approach. **Journal of Advanced Veterinary and Animal Research**, v. 1, n. 4, p. 156- 162, 2014.

LA STORIA, A.; ERCOLINI, D.; MARINELLO, F.; DI PASQUA, R.; VILLANI, F.; MAURIELLO, F. Atomic force microscopy analysis shows surface structure changes in carvacrol-treated bacterial cells. **Research in Microbiology**, 162: 164-172, 2011.

LIMA, R.K.; CARDOSO, M.G. Família Lamiaceae: Importantes óleos essenciais com ação biológica e antioxidante. **Revista Fitos**, 3(3): 14-24, 2007.

MARTÍNEZ, I.; PERDICARO, D. J.; BROWN, A. W.; HAMMONS, S.; CARDEN, T. J.; CARR, T. P.; WALTER, J. Alterações induzidas pela dieta do metabolismo do colesterol no hospedeiro provavelmente afetarão a composição da microbiota intestinal em hamsters. **Microbiologia Aplicada e Ambiental**, 79, 516-524. 2013. [https://doi.org/10.1128 / aem.03046-12](https://doi.org/10.1128/aem.03046-12).

MATEOS, G.G.; GONZÁLES-ALVARADO, J. M.; LÁZARO, R. **Facing the realities of poultry health and performance without antibiotics in Europe**. Proceedings of International Feed Industry Symposium. Lexington, USA. p. 69-79. 2004.

MEHDI, Y.; LÉTOURNEAU-MONTMINY, M. P.; GAUCHER, M. L.; CHORFI, Y.; SURESH, G.; ROUISSI, T.; BRAR, S. K.; CÔTÉ, C.; RAMIREZ, A. A.; & GODBOUT, S. Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. **Animal Nutrition**, 4(2), 170–178. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.03.002>.

MENTEN, J. F. M. Probióticos, Prebióticos e Aditivos Fitogênicos na nutrição de aves. In: II SIMPÓSIO SOBRE NUTRIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. **Anais...** Uberlândia, p. 251-276, 2002.

MIGUEL, M. G. Antioxidant activity of medicinal and aromatic plants. A review. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 25, n. 5, p. 291-312, 2010.

NOSTRO, A.; PAPALIA, T.; Antimicrobial Activity of carvacrol: current progress and future prospectives. **Recent Patents on Anti-Infective Drug Discovery**, 7: 28-35, 2012

NOLETO, R. A.; LEANDRO, N. S. M.; MELLO, H. H. C.; CONCEIÇÃO, E. C.; ARAÚJO, I. C. S.; OLIVEIRA, E. M.; PAZ, P. H. S.; BARBOSA, A. F. C. Suplementação de óleo de copaíba ou sucupira na ração de frangos de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 19(1), 83-92. 2018.

NUNES-NETO, P.A.; PEIXOTO-SOBRINHO, T. J. D. S.; DA SILVA JÚNIOR, E. D.; LEOPOLDINA DA SILVA, J.; SILVA OLIVEIRA, A. R.; PUPO, A. S.; ARAÚJO, A.V.; COSTA-SILVA, J. H.; WANDERLEY, A. G. The effect of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) bark extract on histamine-induced paw edema and ileum smooth muscle contraction. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2017, p. 1416375, 2017.

OVIDO-RONDÓN, E. O.; HUME, M. E.; HERNÁNDEZ, C.; CLEMENTE-HERNÁNDEZ, S. Intestinal microbial ecology of broilers vaccinated and challenged with mixed *Eimeria* species and supplemented with essential oil blends. **Poultry Science**, 85(5), 854–860. 2006. <https://doi.org/10.1093/ps/85.5.854>

PAIXÃO, L. A.; CASTRO, F. F. S. A colonização da microbiota intestinal e sua influência na saúde do hospedeiro. **Universitas: Ciências da Saúde**, Brasília, 14(1), 85-96. 2016.

PALM, N. W.; ZOETE, M R.; FLAV ELL, R A. Immune microbiota interactions in health and disease. **Clinical Immunology**. v.59.p.122-127, 2015.

PULICI, P. M. M.; BURBARELLI, M. F. C.; POLYCARPO, G. V.; RIBEIRO, P. A. P.; CARÃO, A. C. P.; MERSEGUEL, C. E. B.; PULICI, R. P.; ALBUQUERQUE, R. Uso de óleo essencial de orégano, salinomicina e bacitracina de zinco na dieta de frangos de corte. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 131-135, 2014.

RAMME, A. L.; OSELAME, K.; PEIXE, R.; SAIBRO, V.A. E. **Produção de óleo essencial; Reaproveitamento de cascas de frutas cítricas seus benefícios e aplicações em alimentos**. 2021. Disponível em: https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/2246/ana_laura_ramme_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 09 de junho de 2022.

REIS, J.B.; FIGUEREIDO, L.A.DE; CASTORANI, G.M.; VEIGA, S.M.O.M. Avaliação da atividade antimicrobiana dos óleos essenciais contra patógenos alimentares. **Braz. J. Hea. Rev.**, Curitiba, v. 3, n. 1, p.342-363 jan./feb. 2020.

RIBEIRO, A. G.; RABELLO, C.B.V.; DOS SANTOS, M. J. B.; NASCIMENTO, J. C. S.; DA SILVA, D. A.; OLIVEIRA, H. S. H.; MACAMBIRA, G.M.; DOS SANTOS, A. C. F.; Hábitats da microbiota residente e aditivos equilibradores intestinais para aves de produção: revisão. **Research, Society and Development**. v. 10, n. 10. 2021.

SAHIN, O.; KASSEM, I. I.; SHEN, Z.; LIN, J.; RAJASHEKARA, G. & ZHANG, Q. Campylobacter in Poultry: Ecology and Potential Interventions. **Avian Diseases**, 59, 185-200. 2015. <https://doi.org/10.1637/11072-032315-Review>.

SANTANA, E. S.; OLIVEIRA, F. H.; BARNABÉ, A. C. S.; MENDES, F. R.; ANDRADE, M. A. **Uso de antibióticos e quimioterápicos na avicultura**. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v. 7, p. 1- 21, 2011.

SANTURIO, D.F.; COSTA, M.M.; MABONI, G.; CAVALHEIRO, C.P.; SA, M.F.; Pozzo, M.D.; ALVES, S.H.; FRIES, L.L.M. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais de condimentos frente a amostras de *Escherichia coli* isoladas de aves e bovinos. **Ciência Rural**, 41(6): 1051-1056, 2011.

SCHETS, F. M.; JACOBS-REITSMA, W. F.; PLAATS, R. Q. J.; HEER, L. K.; HOEK, A. H. A. M.; HAMIDJAJA, R. A.; HUSMAN, A. M. R. & BLAAK, H. Prevalence and Types of *Campylobacter* on Poultry Farms and in Their Direct Environment. **Journal Water Health**, 15, 849-862. 2017. <https://doi.org/10.2166/wh.2017.119>.

SERENIKI, A.; LINARD-MEDEIROS, C. F. B.; SILVA, S. N.; SILVA, J. B. R.; PEIXOTO SOBRINHO, T. J. S.; SILVA, J. R.; ALVES, L. D. S.; SMAILIC, S. S.; WANDERLEY, A. G.; LAFAYETTE, S. S. L. *Schinus terebinthifolius* administration prevented behavioral and biochemical alterations in a rotenone model of parkinson's disease. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 26, 2016.

SILVA J. P. L.; DUARTE-ALMEIDA, J.M.; PEREZ, D.V.; FRANCO, B.D.G.M., Óleo essencial de orégano: interferência da composição química na atividade frente a *Salmonella* Enteritidis. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, p.136-141, 2010.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL– **Sindirações**. Boletim Informativo de Maio de 2022. São Paulo, SP.

SKLAN, D. Development of digestive and absorptive functions in the intestine of poultry [CD-ROM]. **Proceedings of World`s Poultry Congress**. Istambul, Turquia. 2004.

SOUZA, L. T. **Clostridium perfringens: Uma revisão** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil. 2017.

TEIXEIRA, B.; MARQUES, A.; RAMOS, C.; NENG, N.R.; NOGUEIRA, J.M.F.; SARAIVA, J.A.; NUNES, M.L. Chemical composition and antibacterial and antioxidant properties of commercial essential oils. **Industrial Crops and Products**, 43: 587-595, 2013.

TOLEDO, G.S.P.; COSTA, P.T.C.; SILVA, L.P.; PINTO, D.; FERREIRA, P.; POLETTO, C. J. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo antibiótico e/ou fitoterápico como promotores, adicionados isoladamente ou associados. **Ciência Rural**, 37(6): 1760-1764, 2007.

TRANCOSO, M. D.; BAPTISTA, B. A. V.; GOMES, G. A.; GONZALEZ, M. M.; RIBEIRO, T. B. **53º Congresso Brasileiro de Química**. 2013. Rio de Janeiro RJ. Óleos essenciais: extração, importância e aplicações no cotidiano.

ULTEE, A.; KETS, E. P. W.; SMID, E. J. Mechanisms of action of carvacrol on the foodborne pathogen *Bacillus cereus*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 65, n. 1, p. 4606- 4610, 1999.

VIEITES, F. M.; SOUZA, C. S.; VARELLA, G. O. M.; FERREIRA, S. E.; MELO JÚNIOR, A. M.; FERREIRA, M. H.; ROCHA, V. N.; NASCIMENTO, H. L. S. Morfologia e microbiota de frangos de corte alimentados com rações contendo óleos essenciais: revisão. **Research, Society and Development**. v. 9, n. 8, e185985511, 2020.

WISE, M. G.; SIRAGUSA, G. R. Quantitative analysis of the intestinal bacterial community in one- to three-week-old commercially reared broiler chickens fed conventional or antibiotic-free vegetable-based diets. **Journal of Applied Microbiology**, 102(4), 1138–1149. 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2006.03153.x>

VALENTIM, J. K.; RODRIGUEZ, R. F. M.; BITTENCOURT, T. M.; LIMA, H. J. D.; RESENDE, G. A. Implicações sobre o uso de promotores de crescimento na dieta de frangos de corte. **Nutritime**, vol. 15, Nº 4. Jul/ago 2018. Disponível em: <http://nutritime.com.br/arquivos_internos_artigos_Artigo_470.pdf>.

XU, J.; ZHOU, F.; JI, B.P.; PEI, R.S.; XU, N. The antibacterial mechanism of carvacrol and thymol against *Escherichia coli*. **Letters in Applied Microbiology**, 47: 174-179, 2008.

YANG, X. Effects of encapsulated organic acids and essential oils on intestinal barrier, microbial count, and bacterial metabolites in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 98, n. 7, p. 2858-2865, 2019.