

**Morfologia e microbiota de frangos de corte alimentados com rações contendo óleos  
essenciais: revisão**

**Morphology and microbiota of broilers fed diets containing essential oils: review**

**Morfología y microbiota de pollos de engorde alimentados con dietas que contienen  
aceites esenciales: revisión**

Recebido: 13/06/2020 | Revisado: 14/06/2020 | Aceito: 17/06/2020 | Publicado: 29/06/2020

**Flávio Medeiros Vieites**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0037-2125>

Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil

E-mail: [fmvieites@yahoo.com.br](mailto:fmvieites@yahoo.com.br)

**Christiane Silva Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7829-0771>

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: [christianessouza@gmail.com](mailto:christianessouza@gmail.com)

**Gabriel Oliveira Malta Varella**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1064-282X>

Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil

E-mail: [varella.gabriel@yahoo.com.br](mailto:varella.gabriel@yahoo.com.br)

**Sabrina Evelin Ferreira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8056-5487>

Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil

E-mail: [ferreirasabrinaagro99@gmail.com](mailto:ferreirasabrinaagro99@gmail.com)

**Anderson Machado de Melo Júnior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1239-7629>

Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil

E-mail: [andersonjrjf@gmail.com](mailto:andersonjrjf@gmail.com)

**Mariana Hallak Ferreira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2699-0818>

Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil

E-mail: [marianahallak98@gmail.com](mailto:marianahallak98@gmail.com)

**Vinícius Novaes Rocha**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5656-0117>

Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil

E-mail: [vinicius.rocha@ufjf.edu.br](mailto:vinicius.rocha@ufjf.edu.br)

**Haroldo Lobo dos Santos Nascimento**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6915-7151>

Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil

E-mail: [haroldo.lsn@gmail.com](mailto:haroldo.lsn@gmail.com)

**Resumo**

No contexto atual, estudantes, pesquisadores e profissionais atuantes no setor avícola buscam alternativas ao uso de antimicrobianos promotores de crescimento uma vez que o uso desses medicamentos sofreu restrições parciais e totais em todo o mundo, fato que obrigou o setor de produção a se renovar para não perder participação no mercado consumidor. Dentre as principais razões para a retirada dos antimicrobianos na alimentação de aves têm-se a presença de resíduos na alimentação, seu descarte e poluição ambiental e, o risco de microrganismos extremamente resistentes a estes produtos, o que pode acarretar enormes dificuldades futuras em combatê-los tanto na esfera da produção animal quanto na da saúde humana. Os princípios ativos das diversas plantas alimentícias, medicinais e silvestres, quando transformados em óleos essenciais, tem sido melhor conhecidos gradualmente e utilizados nessa tentativa de substituição dos promotores de crescimento tradicionais sem que se perca em capacidades produtivas. Contudo, por se tratarem de um grupo muito heterogêneo no que diz a respeito de suas composições, os resultados desta suplementação ainda são extremamente variáveis e incertos em relação aos níveis de inclusão e interações entre si. Objetivou-se discutir os efeitos dos óleos essenciais em substituição aos antibióticos na alimentação avícola, e suas consequências na morfologia intestinal, composição da microbiota e desempenho produtivo de frangos de corte.

**Palavras-chave:** Aditivos fitogênicos; Antimicrobianos; Avicultura industrial; Vilosidades.

**Abstract**

In the current context, students, researchers and professionals working in the poultry sector are looking for alternatives to the use of growth-promoting antimicrobials since the use of these drugs has suffered partial and total restrictions worldwide, a fact that has forced the production sector to renew itself for do not lose participation in the consumer market. Among

the main reasons for the removal of antimicrobials in poultry feed are the presence of residues in the feed, its disposal and environmental pollution and the risk of microorganisms extremely resistant to these products, which can cause enormous future difficulties in combating both in the sphere of animal production and in that of human health. The active principles of the various food, medicinal and wild plants, when transformed into essential oils, have been gradually better known and used in this attempt to replace traditional growth promoters without losing their productive capacity. However, because they are a very heterogeneous group with regard to their compositions, the results of this supplementation are still extremely variable and uncertain in relation to the levels of inclusion and interactions with each other. The objective was to discuss the effects of essential oils to replace antibiotics in poultry feed, and their consequences on intestinal morphology, composition of the microbiota and productive performance of broilers.

**Keywords:** Antimicrobials; Industrial poultry; Phytogetic additives; Villi.

### **Resumen**

En el contexto actual, los estudiantes, investigadores y profesionales que trabajan en el sector avícola están buscando alternativas al uso de antimicrobianos promotores de crecimiento ya que, el uso de estos medicamentos ha sufrido restricciones parciales y totales en todo el mundo, un hecho que ha obligado al sector productivo a renovarse para no perder participación en el mercado de consumo. Entre las principales razones para el retiro de antimicrobianos de la alimentación de aves de corral están su presencia en los residuos de la alimentación, su eliminación y la contaminación ambiental o el riesgo de microorganismos extremadamente resistentes a estos productos, lo que puede causar enormes dificultades futuras de combatirlos tanto en el ámbito de la producción animal como en el de la salud humana. Los principios activos de las diversas plantas alimenticias, medicinales y silvestres, cuando se transforman en aceites esenciales, se han conocido mejor y se han utilizado gradualmente en un intento de reemplazar los promotores de crecimiento tradicionales sin perder sus capacidades productivas. Sin embargo, debido a que son un grupo muy heterogéneo con respecto a su composición, los resultados de esta suplementación siguen siendo extremadamente variables e inciertos en relación con los niveles de inclusión y las interacciones entre ellos. El objetivo fue analizar los efectos de los aceites esenciales al reemplazar los antibióticos en la alimentación de aves de corral, y sus consecuencias sobre la morfología intestinal, la composición de la microbiota y el rendimiento productivo de los pollos de engorde.

**Palabras clave:** Aditivos fitogênicos; Antimicrobianos; Avicultura industrial; Velloidades.

## 1. Introdução

Com o intuito de abastecer a demanda por alimentos que se encontra em crescente ascensão em função do aumento da população mundial, os setores responsáveis optaram pela adoção de medidas que propiciem melhores índices produtivos. A avicultura possui grande destaque no Brasil, apresentando no ano de 2020 a produção de 13,24 milhões de toneladas de carne de frango, o que manteve o país na posição de maior exportador (4,21 milhões de toneladas) e terceiro maior produtor mundial. No que se refere aos ovos, foram 49,05 bilhões de unidades, sendo 99,59 % do montante destinado ao mercado interno brasileiro. O consumo *per capita* foi de 230 ovos e 42,84 kg de carne de frango/habitante (Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA, 2020).

Como forma de melhoria na produção avícola e com o objetivo de alcançar novas metas, os produtores adotaram o uso de antibióticos melhoradores de desempenho, que segundo Toledo et al. (2007) promovem melhora nos índices zootécnicos e maximizam a produção. Entretanto, por ocorrer a permanência de resíduos de fármacos em carnes e ovos, esses antibióticos passaram a ser vistos como geradores de risco à saúde humana. Dias et al. (2015) afirmaram que por estarem envolvidos nos processos de resistência bacteriana, com impacto na saúde pública, estes antibióticos, têm sido banidos como melhoradores de desempenho.

Visando atender os requisitos da normativa 1831/2003 da União Europeia, que proibiu em janeiro de 2006 a utilização de substâncias antimicrobianas como melhoradores de desempenho (Huyghebaert et al., 2013), pesquisadores de todo o planeta vem buscando alternativas mais sustentáveis, naturais e saudáveis para substituição destes fármacos de forma que não haja perda de capacidade produtiva dos plantéis.

Além da substituição dos antibióticos, Achilonu et al. (2018) ponderaram que grandes quantidades de resíduos de frutas e vegetais foram gerados e despejados em aterros ou rios, o que além de causar contaminação ambiental, implica no desperdício destes materiais. Isto poderia ser reduzido se estas matérias-primas fossem destinadas para o processamento e uso na indústria de nutrição animal, já que podem ser boas fontes de componentes nutritivos (por exemplo os óleos essenciais) para a alimentação e compostos terapêuticos, além de apresentarem ampla abundância e preços mais acessíveis.

Os aditivos fitogênicos e resíduos de plantas podem ser utilizados com o intuito de substituição aos antibióticos, e dentre estes, têm-se os nutracêuticos ou fibióticos, como os óleos essenciais. Estes óleos são resultado da destilação por arraste de partes da planta, como por exemplo: caules, raízes, frutos e cascas (Aguiar et al., 2014; Carlos et al., 2013).

De acordo com Zanetti et al. (2016) o óleo essencial de semente de maracujá pode ser incluído na alimentação de poedeiras em nível de até 5%, o que não compromete o desempenho produtivo das aves. Os mesmos autores ainda afirmaram que em nível de 12,5% de inclusão, houve resultado positivo quanto a qualidade dos ovos, pois nessa condição ocorreu redução da oxidação lipídica da gema, aumentando a vida útil dos ovos. Outro exemplo do uso de resíduos de na alimentação animal, é o trabalho de Ferreira (2016) com inclusão de resíduo de acerola em níveis crescentes (0,0; 3,0; 6,0; 9,0 e 12%) na dieta de codornas de corte. O autor concluiu que a inclusão deste resíduo pode ser utilizada até o nível de 12% na ração desses animais sem ocorrer prejuízos em desempenho produtivo, rendimento de carcaça e viabilidade econômica.

Objetivou-se apresentar uma revisão descritiva do uso de óleos essenciais como aditivos fitogênicos em substituição aos antimicrobianos, abordando seus efeitos na morfologia e microbiota do trato intestinal de frangos de corte.

## **2. Metodologia**

As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre as variáveis avaliadas (Prodanov e Freitas, 2013). A metodologia adotada foi o estudo bibliográfico, sendo as informações obtidas em fontes documentais (Zambello et al., 2018).

As bases de dados utilizadas foram: Capes, Scopus, Scielo, Google Scholar e Science Direct, através dos temas principais: óleos essenciais para frangos de corte; morfologia intestinal de aves e antibióticos na avicultura. Foram selecionados os artigos científicos que apresentassem maior nível de importância segundo os critérios de filtragem de cada site e foi dada preferência para publicações dos últimos 20 anos, no entanto, sem excluir trabalhos anteriores que fossem julgados relevantes.

Após leitura das publicações selecionadas e análise das informações necessárias, no presente trabalho estão apresentados os principais resultados e comentários acerca do uso dos óleos essenciais na avicultura e seus impactos futuros.

### 3. Revisão Bibliográfica

#### 3.1. Óleos Essenciais

Os óleos essenciais apresentam diferentes composições de misturas voláteis como, por exemplo, os hidrocarbonetos, terpênicos, cetonas, aldeídos, ácidos orgânicos fixos, álcoois simples, fenóis e polifenóis (taninos, flavonas, quinonas e cumarinas), ésteres, saponinas e flavonoides, em níveis diferentes e tendo um composto farmacologicamente ativo majoritário (Simões e Spitzer, 1999). Dentre os principais óleos essenciais usados na alimentação animal têm-se o óleo de orégano composto ativo majoritário – carvacrol (Leite et al., 2012), capim-limão -  $\alpha$ -citral,  $\beta$ -citral e mirceno (Ferreira; Fonteles, 1989), óleo de pimenta do reino - cariofileno e piperina (Azambuja, 2107d), óleo de canela – cinamaldeído (Leite et al., 2012), alecrim - 1,8-cineol/eucaliptol (Azambuja, 2017d), gengibre - zingerona (Azambuja, 2107b) e pinho -  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno, cadineno e germacreno-D (Tomazoni et al., 2014).

Segundo Rafael (2015), os princípios ativos mais estudados para utilização na alimentação animal são capsaicina, carvacrol, timol, cinamaldeído, eugenol, cineol, limoneno, mentol, cúrcuma e alicina.

As diferentes classes de princípios ativos conferem efeitos benéficos a estas substâncias como atividade antimicrobiana, antioxidante, antiviral, anti-inflamatória, antifúngica, antisséptica (Noletto et al, 2018), inseticida, anti-histamínica, expectorante, antiespasmódica, analgésica, anestésica, calmante, digestiva, antitumoral e mucolítica (Azambuja, 2017a). O efeito antimicrobiano dos óleos essenciais se deve principalmente em função do caráter lipofílico destas substâncias, que gera uma alteração de permeabilidade da membrana da parede celular das bactérias (Dorman e Deans, 2000).

Bona et al. (2012), evidenciaram que as bactérias gram-negativas possuem uma membrana externa que contém lipopolissacarídeos, formando uma superfície hidrofílica. A resistência destas bactérias a estes compostos se dá em função deste caráter hidrofílico que gera a formação de uma barreira à permeabilidade das substâncias hidrofóbicas, caso dos óleos essenciais (Dorman e Deans, 2000). Porém, conforme os pesquisadores, como a maioria das bactérias presentes no intestino das aves são gram-positivas, os óleos essenciais agem sobre estas e permitem que o sistema imunológico do animal focalize em combater apenas as bactérias gram-negativas patogênicas.

Um dos óleos essenciais que se destaca na modulação da microbiota entérica refere-se ao óleo de orégano, que confere melhoria na capacidade de digestão no intestino delgado e

umenta a disponibilidade de nutrientes (Hashimi e Davoodi, 2010). Dias et al. (2015) concluíram que este óleo essencial pode ser utilizado como aditivo zootécnico equilibrador da microbiota intestinal, através do estudo com pintos de corte machos que foram distribuídos em tratamentos de rações com diferentes níveis de inclusão de óleo de orégano (300, 600 e 900 mg/kg de ração), um tratamento controle negativo (sem antimicrobiano) e um tratamento controle positivo com o antibiótico sulfato de colistina. Aos 40 dias de idade desses animais, após coleta de amostras do íleo, foram determinadas a contagem de coliformes totais e a identificação de enterobactérias. Os autores obtiveram como resultado que os maiores níveis de óleo essencial de orégano (600 e 900 mg/kg) provocaram maior redução da percentagem de *E. coli*, tendo efeito inibidor sobre outras populações bacterianas também. 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.

Botsoglou et al. (2002) não observou melhora no desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo óleo essencial a base de orégano (50 e 100 mg/kg de ração).

Em seu estudo com frangos de corte fêmeas de idade entre 1 a 28 dias, Lee et al. (2003) suplementaram a dieta desses animais com 200ppm de carvacrol e observaram um menor consumo de ração e um menor ganho de peso dos animais.

Almeida et al. (2017) usando óleos essenciais à base de capim-limão (*Cymbopogon flexuosus*) (120mg/kg) e chá-de-pedestre (*Lippia aff. rotundifolia*) (120mg/kg) concluíram que estes não produziram alterações significativas na microbiota de frangos de corte em comparação aos grupos controle positivo (rações suplementadas com 10ppm de Enramicina e 42ppm de Salinomicina) e controle negativo (rações formuladas conforme níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al (2011), sem antimicrobiano ou melhorador de desempenho). Resultados que contrastaram com os descritos por Nogueira (2017) que concluiu que o óleo essencial de capim-limão (inclusão de 80 mg/kg de peso vivo na dieta controle negativo) em frangos de corte de 42 dias de idade, afeta negativamente as características produtivas de consumo de ração, ganho de peso, rendimento de corte comercial e peso absoluto, quando comparado a ração basal contendo antimicrobiano (bacitracina de zinco).

Fernandes (2018) em seu trabalho com codornas japonesas de 180 dias de idade, observou que houve queda na produção de ovos nos tratamentos com óleos essenciais de pimenta preta e gengibre (preparo de solução a 1% dos respectivos óleos, posteriormente foi adicionado *on top* 3% da solução com 1% de óleo essencial, ou seja, 1,8 L dessa solução a

60kg de ração). Entretanto, o consumo diário de ração dos animais não diferenciou entre os tratamentos, que além dos citados também incluem rações com óleo essencial de pinho, capim-limão, alecrim e controle (ausente de óleos essenciais).

Já Chilante et al. (2012) utilizou óleos essenciais de orégano, alecrim, pimenta preta e tomilho (compostos majoritários timol e cimeno) (Jakiemiu et al., 2010) na alimentação de matrizes pesadas e obteve como resultados o aumento na produção de ovos, redução do índice de mortalidade, redução do índice de ovos sujos e um aumento no índice de viabilidade das aves.

Nazok et al. (2010) utilizaram 12% de inclusão óleo essencial a base polpa de laranja seca sem efeitos negativos em poedeiras, descobrindo uma redução no nível de colesterol dos ovos. Buriel et al. (1976) determinou que níveis de inclusão maiores que 20% tendem a apresentar efeitos adversos. Então pode-se concluir que o uso de óleos essenciais e outros resíduos de laranja é passível de inclusão como suplemento para aves, mas sendo necessário verificar cuidadosamente os valores e formas de inclusão para que não se perca em desempenho (Seidavi, 2018).

Silva et al. (2010) avaliaram o uso de óleo essencial de aroeira-vermelha (dietas com 0,1%, 0,2% e 0,4% de inclusão) na alimentação de frangos de corte encontrou uma melhora na conversão alimentar, ganho de peso e peso final dos animais – tanto no período de 1 a 27 dias de idade, como no de 28 a 47 dias de idade - quando comparado aos tratados com promotores de crescimento (bacitracina de zinco e Salinomicina), não havendo influência no consumo de ração em função dos tratamentos.

Karangiya et al. (2016) suplementando a dieta de pintos de corte de 1 dia de idade com óleo essencial de gengibre (1%) observaram um melhor ganho de peso e conversão alimentar nestas aves, o que pode ser explicado por outro resultado deste estudo: uma melhor capacidade absorptiva intestinal destes animais. Já Habibi (2014), ao utilizar também o óleo essencial de gengibre (inclusão de 150 mg/kg na dieta), obteve em suas análises um ganho no efeito antioxidante propiciado pelo óleo, quando comparado as aves que não receberam suplementação com óleo na dieta.

Kim (2013) usou óleo essencial liofilizado que continha cúrcuma (*Curcuma longa*) na ração de frangos de corte com idades de 1 à 30 dias, expostos a diferentes tipos de *Eimeria sp.* e obteve como resultado boas taxas de ganho de peso dos animais em níveis de inclusão de 35mg/kg. Todavia, Gowda (2009) observou queda no consumo de ração de frangos de corte alimentados com o incremento de 444 ppm de óleo de cúrcuma na dieta. Rafael (2015) não relatou modificação na abundância da comunidade bacteriana do intestino delgado e ceco,

respectivamente, em frangos tratados com acréscimo de 100 mg/kg de combinações de óleos essenciais - composto por 4% de óleos essenciais sintéticos de cúrcuma e 4% de óleo resina de capsaicina - excluindo-se a propensão de modificação da periodicidade de certos gêneros no ceco dos animais.

Vistos os diversos benefícios citados na literatura dos mais variados óleos essenciais e sua importância, tanto nutricional como fonte de suplementação para os animais, quanto no quesito ambiental através do melhor aproveitamento de resíduos, se faz necessário a realização de mais estudos na área com o intuito de esclarecimento de novas propriedades e melhor entendimento das já conhecidas.

### **3.2. Microbiota e morfologia intestinal**

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 & Richard, 2004).

Segundo Souza et. al (2015) as pesquisas relacionadas aos aspectos morfológicos do sistema digestório das aves demonstram papel relevante no desenvolvimento da avicultura, pois se tornam necessárias à compreensão do funcionamento do processo de digestão, principalmente em frangos de corte, para informar o quanto os diferentes ingredientes contidos na dieta desses animais podem influenciar no desempenho das funções desse sistema.

O sistema digestório das aves é composto por bico, esôfago e inglúvio (papo), proventrículo (estômago glandular), ventrículo (estômago mecânico - moela), intestino delgado e grosso (ceco) e cloaca.

O intestino delgado é dividido em fragmentos de acordo com seus aspectos morfológicos, sendo eles duodeno, jejuno e íleo. A parede intestinal das aves contém as mesmas quatro camadas observadas nos mamíferos (mucosa, submucosa, túnica muscular e serosa), contendo dobras ou vilosidades, dependendo da espécie. Em geral, as vilosidades seguem um gradiente decrescente do duodeno ao íleo. Em galinhas, a altura das vilosidades

intestinais diminuíram de 1,5 mm no duodeno para 0,4 a 0,6 mm no íleo. Porém, o número e a estrutura morfológica da vilosidade pode sofrer variação em virtude da idade, seleção genética e alimentação (Denbow, 1999; Mahdavi et al, 2018).

O ambiente intestinal é povoado naturalmente por microrganismos que incluem bactérias, protozoários e fungos, que em condições saudáveis, estão em equilíbrio com o hospedeiro. A formação da microbiota nesses animais se dá logo após seu nascimento, tendo um crescimento durante seu período inicial e posteriormente adquirindo características mais específicas de população com bactérias anaeróbicas (Saavedra et al., 2002).

Segundo Kosmann (2018), os principais gêneros identificados são: *Bacillus* spp., *Bifidobacterium* spp., *Clostridium* spp., *Enterobacter* sp. e *Lactobacillus* spp., *Fusobacterium* spp., *Escherichia* spp., *Enterococcus* spp. e *Streptococcus* spp.

Esta população pode variar em função de diversos fatores como nutrição, estado do sistema imunológico do animal, fase de vida, linhagem e sexo. De acordo com Savage (2001), temperatura, pH, concentração de oxigênio, ácidos biliares, *turnover* celular, ureia, mucina, dieta, células fagocíticas, potencial de oxidação e redução, drogas e antibióticos também são fatores que afetam a composição da microbiota do trato gastrointestinal.

A microbiota intestinal em equilíbrio proporciona inúmeros benefícios ao organismo, tal como podemos citar 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 & Castro, 2016). Entretanto, o desequilíbrio dessa população gera efeitos indesejáveis que interferem negativamente no desempenho desses animais, dentre os quais estão a proliferação de microrganismos patogênicos, formação de toxinas, distúrbios hepáticos e infecções localizadas ou sistêmicas (Jeurissen et al., 2002).

Tratando de densidade, trabalhos de Apajalahti et al. (2004) sugeriram que o número de bactérias pode alcançar  $10^{11}$  e  $10^9$  por grama de conteúdo cecal e ileal, respectivamente, durante os primeiros três dias pós eclosão, permanecendo relativamente estável nos próximos 30 dias. Ito et al. (2004) consideraram a microbiota intestinal de frangos de corte um ecossistema complexo formado por centenas de espécies de microrganismos atingindo valores que equivalem a 10 células bacterianas para cada célula do hospedeiro.

Gaskins (2001) e Apajalahti (2005) afirmaram que mesmo o trato intestinal representando uma pequena porcentagem do peso corporal, sua microbiota possui uma demanda energética de oxigênio alta - 20 a 35% do total consumido pelo hospedeiro.

Sabendo-se que aproximadamente 70% dos custos da produção de aves são derivados da alimentação, o ideal é que os animais tenham um intestino saudável que atenda às necessidades de digestão, absorção e defesa, pois doenças e desequilíbrios intestinais podem levar a diminuição na conversão alimentar e sérios prejuízos (Porter Júnior, 1998).

### 3.3. Alterações e adaptações intestinais

Quando lesionado, o trato intestinal perde capacidade de digestão e absorção de nutrientes, o que leva a regeneração e reparação tecidual, fatores que irão acarretar no aumento da demanda energética. Furlan (2010) afirmou que as perdas em ganho de peso neste período de recuperação podem chegar a 5 toneladas de carne considerando um lote de 20 mil frangos.

De acordo com Uni (1998a), a renovação celular da mucosa intestinal consiste em um processo contínuo que se dá pelo equilíbrio entre os processos de proliferação e diferenciação celular e a perda de células por descamação, processo este que é denominado como *turnover* celular.

A disponibilidade de nutrientes e a severidade do desafio entérico a qual o animal está exposto interferem de forma direta no gasto metabólico e no tempo em que ocorrem os processos de proliferação, restituição e maturação. Dessa forma, Pluske et al (1997) demonstraram que em situações de extenso grau de injúria pode haver redução da altura das vilosidades em decorrência do aumento na taxa de descamação epitelial resultante do incremento da profundidade da cripta, visando assegurar a adequada taxa de *turnover* celular e garantir a reposição das perdas de células da região apical das vilosidades.

Com relação a área de absorção, esta última será maior em função do tamanho do vilos, enquanto estes, possuem tamanho e número dependentes do número de células que os compõe (Jeurissen et al, 2002). A constituição dos vilos se dá através de células operacionalmente dissemelhantes, sendo elas: enterócitos, células caliciformes e enteroendócrinas (Eroschenko, 2008).

Adaptações morfológicas e funcionais geneticamente induzidas para melhorar o ganho de peso e a eficiência alimentar podem ser revertidas ou modificadas pela composição da dieta, disponibilidade de ração ou de nutrientes, manejo, enfermidades e fatores que podem comprometer a ingestão ou o consumo de ração (Ito et al, 2007). Uma alternativa para tal é o uso de óleos essenciais na suplementação de dietas avícolas.

Rafael (2015) em um experimento com frangos de corte de 1 aos 42 dias, utilizou uma associação de óleo essencial a base de cúrcuma, capsaicina e treonina digestível, teve como resultado uma maior altura e perímetro das vilosidades duodenais nos níveis de 4% de suplementação do óleo quando comparado ao grupo controle (ração a nível basal). Já Pelicano (2013) em seu estudo de frangos de corte no mesmo período que receberam uma associação de probiótico e óleo essencial a base de pimenta e orégano, em níveis de inclusão que variaram entre 0,3% à 2%, observou uma menor altura e menor perímetro de vilosidades duodenais.

Paschoal (2014) não obteve resultados positivos quanto à morfometria do jejuno (altura de vilosidade e profundidade de cripta) em frangos de 1 à 42 dias que consumiram rações contendo óleos essenciais a base de alho, limão, alecrim, timo, eucalipto e laranja doce. Nunes (2009) usando aditivos a base de gengibre nas rações de frangos de corte constatou que não ocorre efeito benéfico sobre a morfologia intestinal quando utilizado este componente.

Entretanto, Santos (2019) aferiu que nas fases inicial e crescimento, frangos alimentados com ração em que houve acréscimo de óleo essencial a base de tomilho e cravo-da-Índia (100g/ton.), ganharam uma melhor capacidade absorptiva através de uma maior largura e comprimento das criptas intestinais. Além disso, Erhan & Bolukbasi (2017), suplementando a dieta de frangos de corte com óleos essenciais de bergamota, limão e casca de laranja (3mL / kg), tiveram como resultado o aumento de densidade e comprimento de vilosidade no jejuno.

Santos (2019) adicionando óleo de pimenta (120mg/kg) na ração de animais desafiados com *Eimeria* sp. aferiu que estes não foram capazes de melhorar os parâmetros morfológicos em relação à dieta controle no período de 1 à 42 dias. Silva (2010) verificou uma maximização da capacidade digestiva e absorptiva de frangos de corte através de um aumento na altura das vilosidades jejunais quando alimentados com dieta em que houve suplementação com óleo essencial extraído dos frutos de aroeira vermelha.

Um dos principais gargalos que interferem em pesquisas desse assunto é a dificuldade em estabelecer padrões de severidade e de classificar as lesões que permitam avaliar o efeito de componentes nutricionais (McReynolds et al. 2004; Lokaewmanee et al. 2012) e aditivos alimentares (Lee et al. 2010; Jayaraman et al. 2013) sobre a morfometria intestinal. Por conseguinte, se faz necessário pesquisas para o desenvolvimento, aprimoramento e estabelecimento de padrões que permitam avaliar de forma eficaz essas alterações.

#### 4. Considerações Finais

Os óleos essenciais aparecem como uma das alternativas viáveis, seguras e algumas vezes sustentáveis para substituição dos promotores de crescimento, 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.

Corroboram com essa afirmação os resultados descritos por Silva et al. (2010) que utilizando óleo essencial de aroeira-vermelha (0,1%, 0,2% e 0,4% de inclusão) na alimentação de frangos de corte encontraram uma melhora na conversão alimentar e ganho de peso das aves em todas as fases, além de uma maximização da capacidade digestiva e absorptiva através do aumento na altura das vilosidades jejunais; Karangiya et al. (2016) que suplementaram a dieta de pintos de 1 dia de idade com óleo essencial de gengibre (1%) e observaram um melhor ganho de peso e conversão alimentar; Kim (2013) que ao fazer uso de óleo essencial liofilizado de cúrcuma na ração de frangos com idades de 1 à 30 dias expostos a diferentes tipos de *Eimeria sp.*, obteve como resultado boas taxas de ganho de peso em níveis de inclusão de 35mg/kg; Dias et al. (2015) que através de estudo com pintos de corte e diferentes níveis de inclusão de óleo de orégano (300, 600 e 900 mg/kg de ração), obtiveram como resultado que os maiores níveis de óleo essencial (600 e 900 mg/kg) provocaram maior redução da percentagem de *E. coli* na microbiota intestinal; e Rafael (2015) que em um experimento com frangos de corte de 1 aos 42 dias utilizou uma associação de óleo essencial a base de cúrcuma e capsaicina e treonina digestível, obtendo como resultado uma maior altura e perímetro das vilosidades duodenais nos níveis de 4% de suplementação.

#### Referências

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. (2020). Relatório Anual de 2019. São Paulo SP, 160 p.

Achilonu, M., Shale, K., Arthur, G., Naidoo, K., & Mbatha, M. (2018). Phytochemical Benefits of Agroresidues as Alternative Nutritive Dietary Resource for Pig and Poultry Farming. Hindawi. *Journal of Chemistry*, 2018, 1-15.

Aguiar, R. W., Ootani, M. A., Ascencio, S. D., Ferreira, T. P., Dos Santos, M. M., & Dos Santos, G. R. (2014). Fumigant antifungal activity of *Corymbia citriodora* and *Cymbopogon nardus* essential oils and citronellal against three fungal species. *The Scientific World Journal*, 2014, 1-8.

Alefzadeh, T., Bouyeh M., Van den Hoven, R., Seidavi, A., Laudadio V. & Tufarelli V. (2016). Effect of Dietary Dried Orange (*Citrus sinensis*) Peel Powder and Exogenous Multi-Enzymes on Growth and Carcass Traits and Ileal Microflora of Broiler Chickens. *Pakistan Journal Zoology*, 48 (6), 1891-1897.

Almeida, E. H., Martins, E. R., Almeida, A. C., Nogueira, W. C. L., Azevedo, I. L., Assis, Y. P. A. S. (2017). Influência dos óleos essenciais de capim-limão e chá-de-pedestre na saúde intestinal de frangos de corte. *Revista Científica de Avicultura e Suinocultura*, 3(2), 43-54.

Apajalahti, J. (2005). Comparative gut microflora, metabolic challenges, and potential opportunities. *Journal of Applied Poultry Research*, 14, 444-453.

Azambuja, W. (2017b). Óleo essencial de gengibre. Disponível em: <http://www.oleosessenciais.org/oleo-essencial-de-gengibre/>. Acesso em: 08 mar. 2020.

Azambuja, W. (2017d) Óleo essencial de pimenta preta. Disponível em: <http://www.oleosessenciais.org/oleo-essencial-de-pimenta-preta/>. Acesso em: 08 mar. 2020.

Azambuja, W. (2017a) O que são óleos essenciais? Disponível em: <http://www.oleosessenciais.org/o-que-sao-oleos-essenciais/>. Acesso em: 08 mar. 2020.

Bona, T. D. M. M., Pickler, L., Miglino, L. B., Kuritza, L. N., Vasconcelos, S. P., & Santin, E. (2012). Óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta no controle de *Salmonella*, *Eimeria* e *Clostridium* em frangos de corte. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 32(5), 411-418.

Botsoglou, N. A., Florou-Paneri, P., Christaki, E., Fletouris, D. J., & Spais, A. B. (2002). Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. *British Poultry Science*, 43, 223-230.

Buriel, J. P., Criollo, M. L., & Rivera, A. M. (1976). Note on Citruspeel in diets for grilling chickens. *Agronomia Tropical de Venezuela*, 26 (3), 261–268.

Carlos, T. C. F., Araújo, C. S. S., & Araújo, L. F. (2013). Extratos vegetais e digestibilidade de nutrientes em frangos de corte. *Revista Produção Animal - Avicultura*, 69, 25-25.

Chilante, B. C., Kussakawa, K. C. K., & Flemming, J. S. (2012). Efeitos da utilização de óleos essenciais na alimentação de aves matrizes pesadas. *Revista Acadêmica de Ciências Agrárias Ambientais Curitiba*, 10 (4), 387-394.

Denbow, M. D. (2015). Gastrointestinal and Anatomy Physiology. *Sturkie's Avian Physiology*, 2(14), 337-366.

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. (2015). 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.

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

Dorman, H. J. D., & Deans, S. G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oil. *Journal Applied Microbiology*, 83, 308-316.

Ebrahimi, A., Santini, A., Alise, M., Pourhossein, Z., Miraalami, N., & Seidavi, A. (2015). Effect of Dried *Citrus Sinensis* Peel on Gastrointestinal Microbiota and Immune System Traits of Broiler Chickens. *Italian Journal of Animal Science*, 14, (4), 4194.

Erhan, M. K. I., & Bolukbaşı, Ş. C. (2017). Citrus Peel Oils Supplementation in Broiler Diet: Effects on Performance, Jejunum Microflora and Jejunum Morphology. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 015-022.

Eroschenko, V. (2008). Atlas of histology: with functional correlations. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, ed. 11.

Ferreira, M. S. C., & Fonteles, M. C. (1989). Aspectos etnobotânicos e farmacológicos do *Cymbopogon citratus* Stapf (capim limão). *Revista Brasileira de Farmácia*, 70 (4), 94-97.

Furlan, R. L. (2010). Aspectos fisiológicos da utilização de probióticos e prebióticos visando à saúde intestinal. *Associação de Médicos Veterinários Especialistas em Avicultura del Ecuador*. AMEVEA-E, Quito.

Gaskins, H. R. (2001). Intestinal bacteria and their influence on swine growth. *Swine Nutrition*. 2ed. Boca Raton: CRC Press, p. 585-608.

Gowda, N. K. S., Ledoux, D. R., Rottinghaus, G. E., Bermudez, A. J., & Chen, Y. C. (2009). Efficacy of Turmeric (*Curcuma longa*), containing a known level of curcumin, and a hydrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the adverse effects of aflatoxin in broiler chicks. *Poultry Science*, Champaign, 87(6), 1125-1130.

Habibi, R., Sadeghi, G., & Karimi, A. (2014). Effect of different concentrations of ginger root powder and its essential oil on growth performance, serum metabolites and antioxidant status in broiler chicks under heat stress. *British Poultry Science*, 55(2), 228–237.

Hashimi, S. R., & Davoodi, H. (2010) Phytochemicals as new class of feed additive in poultry industry. *Journal Animal Veterinary Advances*, 9, 2295-2304.

Huyghebaert, G., Ducatelle, R., & Van Immerseel, F. (2011). An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. *The Veterinary Journal*, 187, 182-188.

Ito, N. M. K., Miyaji C. I., Lima E. A. et al. (2004). Saúde gastrointestinal, manejo e medidas para controlar as enfermidades gastrointestinais. *Facta Campinas*, 205-260.

Jakiemiu, E. A. R., Scheer, A. de P., de Oliveira, J. S., Côcco, L. C., Yamamoto, C. I., & Deschamps, C. (2010). Estudo da composição e do rendimento do óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris* L.). *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 31, (7), 683-688.

Jayaraman, S., Thangavel, G., Kurian, H., Mani, R., Mukkalil, R., & Chirakkal, H. (2013). *Bacillus subtilis* PB6 improves intestinal health of broiler chickens challenged with *Clostridium perfringens*-induced necrotic enteritis. *Poultry Science*, 92, 370-374.

Jeurissen, S. H., Lewis, F., Van Der Klis, J. D., et al. (2002). Parameters and techniques to determine intestinal health of poultry as constituted by immunity, integrity, and functionality. *Current Issues Intestinal Microbiology*, 3, 1-14.

Karangiya, V. K., Savsani, H. H. et al. (2016). Effect of dietary supplementation of garlic, ginger and their combination on feed intake, growth performance and economics in commercial broilers. *Veterinary World*, 9 (3) 245-250.

Kim, D. K., Lillehoj, H. S., Lee, S. H., Jang, S. I., Lillehoj, E. P., & Bravo, D. (2013). Dietary *Curcuma longa* enhances resistance against *Eimeria máxima* and *Eimeria tenella* infections in chickens. *Poultry Science, Champaing*, 92 (10), 2635- 2643.

Lee, S. H., Lillehoj, H. S., Jang, S. I., Lillehoj, E. P., Min, W. E., & Bravo, D. M. (2013). Dietary supplementation of young broiler chickens with Capsicum and turmeric oleoresins increases resistance to necrotic enteritis. *British Journal of Nutrition, London*, 110 (5), 840-847.

Lee, K. W., Lee, S. H., Lillehoj, H. S., Li, G. X., Jang, S. I., Babu, U. S., et al. (2010). Effects of direct-fed microbials on growth performance, gut morphometry, and immune characteristics in broiler chickens. *Poultry Science*, 89, 203-216.

Leite, P. R. S. C., Mendes, F. R., Pereira, M. L. R., Lima, H. J. D., & Lacerda, M. J. R. (2012). Aditivos fitogênicos em rações de frangos. *Enciclopedia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, 8(15), 9-26.

Lokaewmanee, K., Yamauchi, K., & Thongwittaya, N. (2012). Effects of fermented plant product on growth performance, some blood variables, carcass characteristics, and intestinal histology in broilers. *British Poultry Science*, 53, 215-223.

Mahdavi, R., Osmanyany, A. K., Fisinin, V. I., et al. (2018). Impact of mash and crumble diets on intestinal amino acids transporters, intestinal morphology and pancreatic enzyme activity of broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 00, 1–8.

Mateos, G.G., Gonzáles-Alvarado, J. M., & Lázaro, R. (2004). Facing the realities of poultry health and performance without antibiotics in Europe. *Proceedings of International Feed Industry Symposium*. Lexington, USA. p. 69-79.

McReynolds, J., Byrd J., Anderson, R., Moore, R., Edrington, T., Genovese, K., Poole, T., Kubena, L., & Nisbet, D. (2004). Evaluation of immunosuppressants and dietary mechanisms in an experimental disease model for necrotic enteritis. *Poultry Science*, 83, 1948-1952.

Mesa, D., Lourenço, M., Westphal, P., Kraieski, A., & Santini, E. (2014). Modelo de protocolo experimental para induzir, classificar e avaliar as enterites inespecíficas em frangos de corte. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 34(10), 929-936.

Nazok, A., Rezaei, M., & Sayyahzadeh, H. (2010). Effect of different levels of dried citrus pulp on performance, egg quality, and blood parameters of laying hens in early phase of production. *Tropical Animal Health and Production*, 42(4), 737-742.

Nogueira, W. C. L.; Rippel, D. N.; Almeida, A. C.; & Santos, E. V.; Wenceslau, R. R.; Ferreira, F. (2017). Lemon grass essential oil on productive characteristics of broiler chickens. *Acta Veterinaria Brasilica June*, 11, 93-97

Noletto, R. A. et al. (2018). Suplementação de óleo de copaíba ou sucupira na ração de frangos de corte. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 19(1), 83-92.

Nunes, A. D.; Vaz, A. C. N.; Raspantini, L. E.; da Silva, E. M.; & de Albuquerque, R. (2009). Desempenho e morfologia intestinal de frangos de corte alimentados com rações contendo

aditivos alternativos a antimicrobianos. *Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science*, 46(6), 500-506.

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

Paschoal, E. C.; Junior, R. P.; Otutumi, L. K.; Ferreira, F. A.; & Slaviero, I. (2014). Óleos essenciais na dieta de frangos de corte: desempenho, parâmetros bioquímicos e morfometria intestinal. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, 10(19), 1400- 1411.

Pelicano, E. R. L.; de Souza, P. A.; de Souza, H. B. A.; Oba, A.; Norkus, E. A.; Kodawara, L. M.; & de Lima, T. M. A. (2003). Morfometria e Ultra-Estrutura da Mucosa Intestinal de Frangos de Corte alimentados com Dieta contendo diferentes Probióticos. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 98(547), 125-134.

Pluske, J. R.; Hampson, D. J.; & Williams, I. H. (1997). Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. *Livestock Production Science*, 51, 215-236.

Porter Júnior, R. E. (1998). Bacterial Enteritides of Poultry. *Poultry Science*, 77(8), 1159-1165.

Prodanov, C. C.; & Freitas, E. C. (2013). Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. Novo Hamburgo - RS: *Feevale*, ed. 2, 276 p.

Rafael, J. M. (2015). Effects of levels of threonine and a phytogenic additive in the diets on the performance and gut health of chickens challenged with *Eimeria spp.* (68p). USP – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba – SP.

Rostagno, H. S. et al. (2011). Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 259 p.

Saavedra, J. M., & Tschermia, A. (2002). Human studies with probiotics and prebiotics: clinical implications. *British Journal Nutrition*, 87, 241-246.

Santos, I. I., Kessler, A. de M., Mendes, J. F., & Labres, R. V. (2019). Aditivos alimentares em dietas para frangos de corte sob estresse infeccioso por coccídeos. *Archives of Veterinary Science*, 24(3), 60-67.

Savage, D. C, Schrezeenmeir, J., & de Vrese, M. (2001). The effect of stress, diet and environment on the stability of the Probiotics, prebiotics and symbiotics -approaching a definition. *American Journal of Clinical Nutrition*, 73, 361S-364S.

Seidavi, A., Esteghamati, H. Z., & Salem, A. Z. M. (2018). A review on practical applications of Citrus sinensis by products and waste in poultry feeding. *Agroforestry Systems*, published online. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0319-2>.

Silva, M. A., Pessoti, B. M. S., Zanini, S. F., Colnago, G. L., Nunes, L. C., Rodrigues, M. R. A., & Ferreira, L. (2010). Óleo de aroeira-vermelha sobre o desempenho e a morfometria intestinal de frangos de corte. *Ciência Rural. Santa Maria*. 40(10), 2151-2156.

Simões, C. M. O., & Spitzer, V. (1999). Óleos voláteis. Farmacognosia: da planta ao medicamento. *Clinical & Biomedical Research*, 19(2), 387-416.

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

Souza, D. C., Oliveira, N. L. A., Santos, E. T., Guzzi, A., Dourado, L. R. B., & Ferreira, G. J. B. C. (2015). Caracterização morfológica do trato gastrointestinal de frangos de corte da linhagem Coob 500®. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 35, 61-68.

Toledo, G. I. S. P., Costa, P. T. C., Silva, L. P., Pinto, D., Ferreira, P., & Poletto, C. J. (2007). Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo antibiótico e/ou fitoterápico como promotores, adicionados isoladamente ou associados. *Revista Ciência Rural*, 37(6), 1760 - 1764

Tomazoni, E. Z., et al. (2014). Atividade antifúngica in vitro dos óleos essenciais de *Pinus elliottii* e *Pinus Taeda* sobre o fungo patógeno de tomateiro *Alternaria solani sorauer*. *Revista Caderno Pedagógico*, 11, (1), 68-77.

Uni, Z., Ganot, S., & Sklan, D. (1998a). Post-hatch development of mucosal function in the broiler small intestine: effect of delayed access to feed. *Poultry Science*, 77(1), 75-82.

Zambello, A. V., Soares, A. G., Tauil, C. E., Donzelli, C. A., Fontana, F., & Chotolli, W. P. (2018). Metodologia da pesquisa e do trabalho científico. FUNEPE, 1.ed., 94 p.

Zanetti, L. H., Murakami, A. E., Vargas, M. D., Guerra, A. F. Q. G., Rojas, I. C. O., Pintro, P. T. M., & Polycarpo, V. C. C. (2016). By product of passion fruit seed (*Passiflora edulis*) in the diet of commercial laying hens. *Canadian Journal of Animal Science*, 96(4), 488-494.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Flávio Medeiros Vieites – 12,5%  
Christiane Silva Souza – 12,5%  
Gabriel Oliveira Malta Varella – 12,5%  
Sabrina Evelin Ferreira – 12,5%  
Anderson Machado de Melo Júnior – 12,5%  
Mariana Hallak Ferreira – 12,5%  
Vinícius Novaes Rocha – 12,5%  
Haroldo Lobo dos Santos Nascimento – 12,5%