

**Microbiota intestinal das aves de produção: revisão bibliográfica**

**Intestinal microbiota of poultry: bibliographic review**

**Microbiota intestinal de aves de produccion: revisión bibliográfica**

Recebido: 09/02/2020 | Revisado: 15/02/2020 | Aceito: 25/03/2020 | Publicado: 27/03/2020

**Thiago Jordão de Oliveira Feitosa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2972-3491>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [thiago.feitosa@hotmail.com](mailto:thiago.feitosa@hotmail.com)

**Cicera Elaine da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8201-0557>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [elaineee499@gmail.com](mailto:elaineee499@gmail.com)

**Robério Gomes de Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8617-5068>

Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Brasil

E-mail: [roberio\\_igt@hotmail.com](mailto:roberio_igt@hotmail.com)

**Cinthia Dayanne Sena Lima**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7842-8953>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [cinthialima241@gmail.com](mailto:cinthialima241@gmail.com)

**Amanda de Carvalho Gurgel**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0530-1318>

Universidade Estadual do Ceará, Campus Itaperi, Brasil

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

**Lumara Laiane Gomes de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6511-4947>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [lumaraveterinaria14@gmail.com](mailto:lumaraveterinaria14@gmail.com)

**José Gilberto Santos da Nóbrega**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4921-331X>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [gilbertomeine@hotmail.com](mailto:gilbertomeine@hotmail.com)

**José Eliomar Marques de Carvalho Júnior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7525-0966>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [junior.carvalho.igt@hotmail.com](mailto:junior.carvalho.igt@hotmail.com)

**Fernando de Oliveira de Melo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1373-193X>

Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, Brasil

E-mail: [fer-nandojp@hotmail.com](mailto:fer-nandojp@hotmail.com)

**Willian Bonne Monteiro dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9599-5423>

Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Brasil

E-mail: [williamjrrodrigues2@gmail.com](mailto:williamjrrodrigues2@gmail.com)

**Tatiana de Oliveira Feitoza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4053-9460>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [tatianaxd13@hotmail.com](mailto:tatianaxd13@hotmail.com)

**Thiago Ferreira Costa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9107-8967>

Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde, Brasil

E-mail: [thi\\_costa12@hotmail.com](mailto:thi_costa12@hotmail.com)

**Patrícia Araújo Brandão**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7223-2025>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [patriciaaraujobrandao@bol.com.br](mailto:patriciaaraujobrandao@bol.com.br)

**Cibele Silva Minafra**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4286-2982>

Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde, Brasil

E-mail: [cibele.minafra@ifgoiano.edu.br](mailto:cibele.minafra@ifgoiano.edu.br)

**Resumo**

A microbiota intestinal das aves apresenta grande variedade de microrganismos comensais distribuídas do papo, permeando através do duodeno, jejuno, íleo, cecos e cólon. Eles atuam no

metabolismo dos nutrientes da dieta gerando produtos importantes para o equilíbrio do microbioma e preservação da parede tecidual dos órgãos intestinais, resultando em melhor rendimento, desenvolvimento nutricional das aves e produtividade satisfatória para o produtor. A garantia de tais resultados só é possível quando há conhecimento sobre o microbioma, as exigências nutricionais das aves, a quantidade e tempo adequado para o fornecimento dos alimentos, condições ambientais e oferta de água. Esses são pontos importantes nesse processo de manutenção da simbiose entre hospedeiro e microrganismos. Esta revisão de literatura objetiva apontar os principais aspectos da microbiota intestinal das aves de produção, elucidando a anatomia intestinal das aves, contribuindo com o desempenho produtivo com ênfase no conjunto de microrganismos comensais presentes, elucidando os produtos resultantes da atuação destes agentes e quais os aditivos de melhoramento do desempenho vem sendo utilizados na nutrição animal para garantir a sanidade do microbioma, a partir dos principais agentes presentes no trato gastrointestinal das aves de interesse zootécnico.

**Palavras chave:** Avicultura, intestino; Microbioma; Trato gastrointestinal.

#### **Abstract**

The intestinal microbiota of birds presents a wide variety of commensal microorganisms distributed from the crop, permeating through the duodenum, jejunum, ileum, caecuses and colon. They act in the metabolism of nutrients in the diet, generating important products for the balance of the microbiome and preservation of the intestinal organs tissue wall, resulting in better yield, nutritional development of the birds and satisfactory productivity for the producer. The guarantee of such results is only possible when there is knowledge about the microbiome, the nutritional requirements of the birds, the quantity and adequate time for food supply, environmental conditions and water supply. These are important points in this process of maintaining the symbiosis between host and microorganisms. This literature review aims to point out the main aspects of the intestinal microbiota of production birds, elucidating the intestinal anatomy of birds, contributing to the productive performance with emphasis on the set of commensal microorganisms present, elucidating the products resulting from the performance of these agents and which additives performance improvement has been used in animal nutrition to guarantee the health of the microbiome, based on the main agents present in the gastrointestinal tract of birds of zotechnical interest.

**Keywords:** Poultry farming, intestine; Microbiome, Gastrointestinal tract.

## Resumen

La microbiota intestinal de las aves presenta una amplia variedad de microorganismos comensales distribuidos desde el cultivo, que penetran en el duodeno, el yeyuno, el íleon, los ciegos y el colon. Actúan en el metabolismo de los nutrientes en la dieta, generando productos importantes para el equilibrio del microbioma y la preservación de la pared del tejido de los órganos intestinales, lo que resulta en un mejor rendimiento, desarrollo nutricional de las aves y una productividad satisfactoria para el productor. La garantía de tales resultados solo es posible cuando hay conocimiento sobre el microbioma, los requerimientos nutricionales de las aves, la cantidad y el tiempo adecuado para el suministro de alimentos, las condiciones ambientales y el suministro de agua. Estos son puntos importantes en este proceso de mantener la simbiosis entre el huésped y los microorganismos. Esta revisión de la literatura tiene como objetivo señalar los aspectos principales de la microbiota intestinal de las aves de producción, dilucidando la anatomía intestinal de las aves, contribuyendo al rendimiento productivo con énfasis en el conjunto de microorganismos comensales presentes, aclarando los productos resultantes del rendimiento de estos agentes y qué aditivos La mejora del rendimiento se ha utilizado en nutrición animal para garantizar la salud del microbioma, basándose en los principales agentes presentes en el tracto gastrointestinal de las aves de interés zootécnico.

**Palabras clave:** Avicultura, intestino; Microbioma; Tracto gastrointestinal.

## 1. Introdução

A microbiota intestinal corresponde ao conjunto de microrganismos comensais do trato gastrointestinal, vivendo em harmonia com o seu hospedeiro. A importância destes agentes endógenos é de manter a homeostasia do ambiente intestinal, promovendo a renovação epitelial e defesa contra os patógenos oportunistas. A função da microbiota também envolve a manutenção da motilidade intestinal e a absorção dos nutrientes oriundos da dieta fornecida aos animais (Kogut, 2019).

Essa simbiose entre agente e hospedeiro tem relevância para a sanidade e bem-estar animal, afetando diretamente a produção numa relação de ganho e perda. Para a avicultura, a manutenção da microbiota intestinal garante melhor aproveitamento nutricional dietético e desenvolvimento funcional das aves em tempo hábil (Celi, et al., 2019).

No entanto, fatores como erro de manejo na dieta – prevalência de um único tipo de alimento, jejum intermitente – e condições ambientais que levem as aves ao estresse, como

temperaturas elevadas ou reduzidas demasiadamente, contribuem diretamente com a descompensação da microbiota intestinal das aves de produção. Diante do pressuposto é necessário ter conhecimento preciso sobre o funcionamento de todo o sistema gastrointestinal destes animais, sua necessidade nutricional, tempo e quantidade ideal para a inserção dos alimentos e principalmente os mecanismos essenciais para o reestabelecimento da microbiota intestinal (Lara, 2015).

O manejo nutricional adequado às aves de produção deve ser estabelecido ainda na fase inicial do ovo, prioritariamente as matrizes devem receber total atenção para evitar transmissão vertical de agentes patogênicos, visto que, o embrião não tem seu sistema imunológico apto para atuar contra antígenos (Russo, 2019).

Portanto, ter as informações necessárias quanto aos requerimentos nutricionais das aves e principais espécies constituintes da microbiota intestinal é ferramenta essencial para obter sucesso na produção. Para tanto, este estudo objetiva apresentar as principais características do sistema gastrointestinal das aves, com ênfase ao trato intestinal por ser o local de absorção alimentar e depender diretamente da atuação das bactérias, protozoários e fungos prevalentes no ambiente de produção.

## **2. Revisão de Literatura**

### **2.1 Anatomia e Fisiologia dos Intestinos**

As aves assim como os mamíferos possuem intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) e grosso (cecos e cólon). O duodeno é formado por duas alças, uma ascendente e outra descendente, em comunicação com o duodeno, o ducto pancreático e biliar secretam sucos ricos em enzimas que contribuem com a ação do ácido clorídrico, a homogeneização dessas substâncias eleva o pH duodenal para 6 (Rutz et al., 2015).

O ventrículo se comunica com a primeira porção do intestino delgado, o duodeno, através da região pilórica, área estreita em que é necessária a lubrificação com muco para a passagem dos alimentos. O duodeno tem a finalidade de promover a digestão e absorção dos nutrientes oriundos da dieta. Essa sua capacidade é atribuída à presença dos enterócitos, células caliciformes e enteroendócrinas, cabendo a estas a responsabilidade de digerir e absorver; produzir muco e secreções endócrinas respectivamente (Svihus, 2014).

Após iniciar a digestão e absorção duodenal, o jejuno assume a função de digerir as substâncias como amido, gorduras e proteínas vindas do duodeno. O alimento permanece retido por pouco tempo e segue para o íleo, onde ocorre a digestão de nutrientes, absorção de água e minerais (Bavaresco et al., 2019).

O intestino grosso é iniciado na área de transição da porção final do intestino delgado para o grosso, nesta região localizam-se os cecos. Neles é realizada a maior parte da fermentação microbiana, que por sua vez é desenvolvida em todo o trato gastrointestinal. A porção final do intestino grosso se dá com o cólon e encerra-se na cloaca (Svihus, 2013).

## **2.2 Funcionalidade Intestinal**

O trato gastrointestinal é um sistema complexo que atua de modo segmentando e ao mesmo tempo com coparticipação de outros órgãos, mediante a secreção de substâncias. É o que ocorre com o intestino delgado, recebe o quimo oriundo do ventrículo, promove a digestão e absorção dos nutrientes dietéticos. A presença das vilosidades intestinais e suas respectivas células secretoras de muco, hormônios e por ação das enzimas amilase, maltase e aminopeptidase, torna-se possível sua funcionalidade no processo digestório (Clavijoe e Flórez, 2018).

O pâncreas participa da digestão junto ao duodeno, secretando amilases, tripsina, lipases e carboxipeptidases. Já o fígado secreta bile, responsável por solubilizar as gorduras oriundas da dieta, depositadas no próprio fígado e na síntese dos carboidratos. Deste modo, a necessidade energética é suprida. Através da bile, formam-se reservas de gordura endógena e quando secretada no duodeno emulsifica o alimento facilitando o mecanismo digestório. Minerais, vitaminas, carboidratos e proteínas são metabolizados no fígado, além da desintoxicação do organismo. Percebe-se que o fígado é um órgão de alta relevância na manutenção da saúde intestinal das aves (Zaefarian et al., 2019).

A atuação dos microrganismos, enquanto componentes da microbiota intestinal, tem relevância individual, apresenta suas especificidades, mas, a interação entre todas as espécies dos microrganismos presentes no microbioma intestinal, garante a homeostase do intestino, incluindo sua motilidade e produtos resultantes do metabolismo do hospedeiro. Acompanhar esta metabolização dos produtos da alimentação garante a sanidade nutricional das aves, assegurando níveis satisfatórios de produção (Valentim et al., 2018).

Garantir a funcionalidade intestinal das aves corresponde em manter o seu bom funcionamento para que no decorrer da produção ocorra o melhor aproveitamento e conversão dietética, com redução dos custos e aumento na qualidade da carne e carcaça. Os nutrientes devem ser disponibilizados em quantidade e tempo sincronizados, os excessos contribuem com a proliferação bacteriana patogênica, desencadeando a patogenicidade e desequilíbrio na flora microbiana. O excesso de cálcio na dieta converte os nutrientes, deprime a ação das enzimas, levando à proliferação bacteriana. A sanidade intestinal é garantida quando o excesso alimentar e nutricional é evitado. Em geral o foco é tratar as consequências das bactérias patogênicas, no entanto, a ação destas reflete no desequilíbrio do manejo alimentar, conduzindo a uma ruptura do equilíbrio do microbioma-hospedeiro-intestinal (Oviedo-Rondón, 2019).

Segundo Celi et al., (2019), desequilíbrios no microbioma-hospedeiro-intestinal levam à má eficiência alimentar, afetando a absorção do ferro, zinco e gordura em maior proporção que os demais nutrientes da dieta.

Durante muito tempo o uso de aditivos antibióticos melhoradores de desempenho vem sendo utilizados como mecanismo de profilaxia, controle das doenças que acometem as aves domésticas, principalmente por potencializar o desempenho e conseqüentemente a digestibilidade. Porém, o uso de antibióticos tem sido questionado por seu possível efeito residual na carne, mediante a disseminação da ideia de que, ao ser consumido possa causar resistência bacteriana humana (Mélo, 2018).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, através da portaria 171/2018, proibiu o uso de alguns antibióticos que contenham as seguintes substâncias: tirosina, lincomicina, virginiamicina, bacitracina e tiamulina como aditivos do crescimento. Frisa-se o veto do uso de outras substâncias. A proibição é na utilização dessas substâncias como aditivos do crescimento. Com a promulgação da referida normativa os produtores foram condicionados a buscar métodos alternativos para a proteção das aves contra contaminações das bactérias patogênicas, sem alterar os resultados da produção, atender as normas vigentes evitando prejuízos produtivos. A ramificação de aditivos para a dieta em substituição dos antibióticos, enquanto potencializador do desempenho, apresenta opções de enzimas exógenas, fitoterápicos, gorduras, probióticos, prebióticos e simbióticos (Ahsan et al., 2019).

Ahsan et al., (2019) realizaram experimento utilizando aditivos fitogênicos para rações de aves de produção e observaram efeito sobre o crescimento, microbiota e morfologia intestinal das aves. Foram utilizados 480 pintainhos, divididos em 32 baias e alimentados com

ração composta por milho e farelo de soja, somados ao aditivo fitogênico comercial, enquanto o grupo controle recebeu apenas a alimentação base. Os autores não identificaram mudanças significativas no desempenho do crescimento e na microbiota, enquanto a morfologia das criptas intestinais apresentou elevação quando comparada ao grupo controle. Apesar destes resultados, os autores não consideraram os dados precisos, em virtude da heterogeneidade dos aditivos utilizados.

Segundo Delmaschio (2018), os aditivos de origem vegetal são ricos em polissacarídeos não amiláceos e causam distúrbio intestinal em monogástricos, por dificultar a ação das enzimas endógenas. O ácido fítico (fósforo vegetal) pode contribuir com a perda produtiva endógena, em virtude da barreira criada frente aos nutrientes e sugere como alternativa, o uso de enzimas exógenas para potencializar o ganho zootécnico.

Para Valentim et al., (2018) os prebióticos (aditivo zootécnico equilibrador da microbiota) e probióticos (são fornecidos microrganismos vivos não patogênicos) são as opções mais viáveis e aceitas pelos consumidores comerciais, frente a rejeição e tentativa de extinguir o uso dos antibióticos como aditivos de crescimento na produção das aves. O objetivo do uso dos probióticos é de aprimorar a eficiência zootécnica a partir do equilíbrio da microbiota intestinal. Promove a restrição da atuação competitiva dos microrganismos e o crescimento de cada grupo de protozoários, fungos e bactérias é preservado (Kuritza et al., 2014). Eles são encaixados como colonizadores em especial dos *Lactobacillus* e *Enterococcus spp.*. Os *Bacillus spp.* e *Saccharomyces cerevisiae* também são priorizados na suplementação e definidos como de trânsito livre intestinal (Huyghebaert et al., 2011).

Os aditivos tornaram-se grandes aliados nessa busca de otimizar o crescimento, desenvolvimento das aves e higidez do trato intestinal. Além de possibilitar a redução do gasto energético e nutricional, dispõe que a ave utilize sua reserva energética em outros processos fisiológicos, melhorando seu status imunológico e desempenho.

condiciona o animal a um melhor aproveitamento dos nutrientes ofertados na ração, em tais condições é reduzida a excreção de fezes contaminadas por patógenos endógenos do organismo animal (Silva, 2011). A garantia da qualidade e efetividade dos melhoradores de desempenho é assegurada quando pequenas doses dão resultados, não há ocorrência de intoxicação, não carcinogênicos, ausência de resíduos (Duarte, 2012).



Para tal efetividade os antibióticos, quimioterápicos, probióticos, prebióticos, aditivos fitogênicos tornam-se peça chave para garantir a melhora do desempenho. A escolha por cada produto é feita a partir da especificidade e funcionalidade dos aditivos zootécnicos (ácidos, simbióticos, prebióticos, probióticos, antifúngicos, enzimas), os aditivos tecnológicos (aditivos modificadores da cor, sabor e aspecto da ração) e aditivos nutricionais (microingredientes antioxidantes) (Oliveira et al., 2012).

Apesar das muitas alternativas para potencializar o desempenho das aves, não se pode deixar de considerar a manutenção fisiológica da homeostasia intestinal. Os intestinos são constituídos por camadas protetoras de muco, cuja camada interna é rica em IgA (imunoglobulinas) e mucina, outra camada externa contém a microbiota. As duas camadas auxiliam no controle e manutenção da microbiota patogênica e comensal. Essas camadas protegem a parede intestinal contra agressões tóxicas, celular e fator antinutricional. A presença da mucina é tão importante que na medida em que produz muco, promove a retirada de antígenos luminais e apresentam às células dendríticas (Celi et al., 2019).

Microbiota intestinal equilibrada e em homeostasia resulta em bem estar intestinal e nutricional das aves, o oposto disso gera reações inflamatórias constantes que deprime a capacidade da funcionalidade do intestino, levando o produtor a perdas econômicas (Roberto, 2019).

Apesar das muitas pesquisas e estudos relacionados à simbiose dos microrganismos intestinais, ainda é um desafio para a produção animal manter o controle sobre as necessidades nutricionais e fisiológicas das aves evitando perdas produtivas. A interação hospedeiro e microbiota tem custos e ganhos destinados ao hospedeiro. Como principais benefícios tem-se a estimulação do sistema imunológico contra patógenos oportunistas, disponibilização de vitaminas, minerais e ácidos graxos de cadeia curta. Há um dispêndio maior de energia e proteína para suprir a competição entre microbiota comensal e organismo hospedeiro. Esse consumo energético deve ser suprido através da nutrição das aves para evitar queda no rendimento da produção em decorrência de uma disbiose, ou seja, instabilidade na microbiota intestinal (Shang et al., 2018).

A diversidade de microrganismos contribui com o suprimento das necessidades do organismo do hospedeiro e apesar do ambiente em comum, cada grupo tem seu nicho específico e desenvolvem-se em sinergia. A variação de cada espécie depende da idade do hospedeiro, sua dieta e condições ambientais (estresse, clima, temperatura). Oakley e Cogut (2016)

identificaram em seus estudos que na primeira semana de vida das aves os microrganismos em sua maioria são pertencentes ao filo Firmicutes. Na medida em que a aves se desenvolvem as populações predominam-se distribuídas por todo o trato intestinal. Pelo menos mais de 115 gêneros foram identificados na 6ª semana de vida dos pintos utilizados na pesquisa, desde a fase posterior a eclosão, indo até os 42 dias de vida.

### **2.3 Constituição da Microbiota Inicial**

Os pintainhos oriundos de eclosão genuína herdaram sua microbiota da mãe, diferentemente dos ovos mantidos por industrialização que demandam maior tempo para o desenvolvimento da própria microbiota (Leite et al., 2012).

No entanto, Pedroso (2014) avaliou o quantitativo da microbiota de pintainhos recém eclodidos e constatou haver uma quantidade considerável de microrganismos compondo a microbiota intestinal dos animais avaliados. O autor apontou que isto se dá durante a reprodução e desenvolvimento do ovo e ingestão do líquido amniótico.

A mudança significativa da microbiota se dá em até 49 dias de vida das aves de produção, as colônias bacterianas permutam do intestino delgado para o grosso, mais especificamente no ceco para então apresentar populações específicas. Nesta distribuição em todo o trato intestinal veem-se componentes da microbiota com capacidade transitória e residente (Paixão; Castro, 2016).

Os agentes transitórios são temporários no trato intestinal e em poucos dias são debelados por células do sistema imunológico, eles são deficientes para competir com a microbiota residente (isso prejudica seu crescimento) e também com as alterações do pH do organismo do hospedeiro (Choi et al., 2015).

Neste contexto, microrganismos aeróbicos e anaeróbicos são promotores da estimulação do crescimento epitelial e produção de mucina intestinal. Além disso, carboidratos, proteínas, lipídios, vitaminas e minerais são transformados no intestino pela microbiota. Apesar desta correlação cada bactéria possui características próprias e a homeostasia do ambiente intestinal só é mantida quando estes agentes atuam em sincronia, evitando assim, processos infecciosos (Pedroso, 2014).

## 2.4 Microbiota Intestinal: Variação e Produtos

A distribuição da microbiota se dá por todo o trato gastrointestinal, desde o papo, pró-ventrículo, moela, intestino delgado e grosso, cada área com espécies e função dos microrganismos específicos. Essa distribuição é classificada como micro e macro habitat (Leite et al., 2012). O trato intestinal corresponde às áreas de maior relevância para estudos sobre a microbiota, por ser a região de absorção alimentar e influenciar diretamente no desenvolvimento produtivo das aves domésticas.

Essa afirmativa não desconsidera a importância dos demais órgãos do sistema digestório, pelo contrário, a incapacidade das aves de mastigar faz com que os alimentos sofram processo fermentativo ainda no papo, a microbiota local realiza a hidrólise alimentar. Nas aves de produção os ácidos e secreções enzimáticas só terão ação sobre a digestão quando os alimentos chegam ao proventrículo. A moela é a região do trato gastrointestinal onde o alimento é transformado em quimo alimentar e sua musculatura tem importância direta, auxilia o processo de maceração para fins de melhor aproveitamento dos seus nutrientes (Moran, 2018).

De acordo com Sousa et al., (2015a, b) a ação muscular na região da moela é intensa e com o auxílio das enzimas bacterianas os carboidratos, minerais e proteínas são aproveitados em sua totalidade. Inclusive restos celulares de bactérias são degradados em decorrência da acidez local, tornando-se fonte proteica para o animal, isto demonstra a funcionalidade constante da microbiota intestinal das aves de produção e sua capacidade em aproveitar todas as fontes de nutrientes disponíveis no trato gastrointestinal.

Em estudos realizados por Choi et al., (2015) avaliou-se a potencialidade da microbiota intestinal de frangos na metabolização dos nutrientes provenientes da dieta em virtude da variedade de microrganismos presentes no intestino em toda a sua extensão.

A fim de categorizar a flora microbiana do intestino de pintos de corte, Xiao et al., (2017) avaliaram segmentos do duodeno, jejuno, íleo, ceco, cólon e seus respectivos conteúdos da ingesta. Os índices alfa e Shannon foram utilizados para aferir a diversidade das espécies identificadas. Os autores perceberam que o duodeno apresentou maior riqueza em diversidade, enquanto nos cecos, elevada abundância na microbiota. Para Svihus et al., (2013) a funcionalidade dos cecos não é muito bem descrita, pois este órgão pode ter muito mais potencialidade no processo digestório.

A variedade da microbiota não é padronizada em sua totalidade, fatores como dieta, manejo, clima, ambiente, raça, idade e genética interferem nesse aspecto. Nas cinco seções dos segmentos intestinais analisados por Xiao et al., (2017), Firmicutes, Bacteroidetes, Proteobacteria, Actinobacteria e Cyanobacteria foram filios de maior prevalência no trato intestinal dos pintos da raça Ross.

Zhao et al., (2019) compararam a microbiota de patos com acesso e sem acesso à água. Os animais foram observados durante 8 meses, posteriormente amostras do ceco foram coletadas. Após análise, os autores identificaram os filios predominantes no ceco das aves: Firmicutes (41,37%), Bacteroidetes (33,26%), Proteobacteria (13,67%) e Actinobacteria (8,26%). Os dados demonstram concordância com as informações obtidas por Xiao et al., (2017), mas, com o diferencial do percentual de 41,37% da presença dos filios Firmicutes, cujo principais gêneros são bacilos e clostridium. De acordo com Paixão e Castro (2016) o filo *Firmicutes* dificulta a conversão de energia alimentar e conseqüentemente compromete o aumento do peso corporal das aves.

Segundo Moran (2018) na porção final do intestino delgado está o íleo, constituído por bactérias fabricantes de ácido láctico: *Lactobacillus*, *Clostridium* e enterobactérias. O ambiente anaeróbico dos cecos caracteriza-os como câmaras fermentativas para a produção de ácidos graxos de cadeia curta (propionato, butirato e acetato) e vitaminas.

Os ácidos graxos são capazes de combater a toxicidade fúngica, além de funcionar como mecanismo bacteriostático e diminuição do pH intestinal. Como o alimento permanece mais tempos nestes órgãos, promove a absorção dos aminoácidos e sintetização das vitaminas (Rostagno, 2011). Em contrapartida gera bactérias do tipo *Clostridium perfringens*, cujo poder é patogênico.

Os *Lactobacillus* compõem a comunidade bacteriana do ceco, assim como, os *Ruminococcus* que aproveitam todas as partículas não degradadas dos carboidratos estruturais. Apesar das pequenas vilosidades do ceco, o bolo alimentar é bastante aproveitado neste segmento (Naphaichit et al., 2011).

## 2.5 Análise do Microbioma Intestinal

Segundo Albornoz et al., (2014) apesar da grande variedade de espécies que constituem a comunidade da microbiota intestinal das aves é comumente observado no trato intestinal

destes animais: *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Bacteroides*, *Enterococcus*, *Clostridium* e *Escherichia*. Para cada segmento intestinal há um percentual e predominância específica quanto ao tipo do microrganismo presente.

A princípio, o intestino delgado das aves de interesse zootécnico, contém em maior quantidade: *Lactobacillus spp*; *Clostridiaceae* e *Enterococcus*. Os *Lactobacillus spp.* atuam estimulando a secreção de imunoglobulinas, lactato e acetato, ambos contribuem com a multiplicação dos *Bacillus spp.*, *Bacteriodes spp.* e *Bifidiobacteriuim spp.*, microrganismos produtores de ácidos graxos voláteis, atuantes na diminuição dos níveis do pH intestinal, em geral, fixam-se na mucosa do órgão e atuam contra a toxicidade causada por *Escherichia coli*, *Campylobacter spp.* e *Salmonella spp* (Brian et al., 2014).

O duodeno é integrado por bactérias do tipo clostrídios, estreptococos, enterobactérias e lactobacilos (Shang et al., 2018). Em colaboração com a prerrogativa da variabilidade de microrganismos intestinal, Han et al., (2016) analisaram porções do intestino delgado e grosso de 20 frangos de corte com 18 dias de vida. No segmento do intestino delgado, obteve como resultado que, pelo menos 70% da variação dos microrganismos correspondem a *Lactobacillus spp.* Diante desta afirmativa Brian et al., (2014) destacam a importância desses microrganismos para combater agentes tóxicos. Enquanto isso, Shang et al., (2018) afirmam que, o duodeno é a porção intestinal com menor quantitativo de microrganismos, justificada pela rápida passagem do alimento pelo mesmo, além disso, a bile tem papel fundamental e predominante sobre a diluição do bolo alimentar levando a menor atuação das bactérias no trato duodenal.

É sabido que a idade, o modelo de dieta e aditivos empregados no cotidiano, influenciam no tipo e na densidade bacteriana no organismo das aves. De acordo com Salehizadeh et al., (2019) quando aves são suplementadas com probióticos ricos em bactérias produtoras de ácido láctico, eleva potencialmente a sua capacidade absorptiva por aumentar as vilosidades intestinais, o percentual de *Lactobacillus* entéricos e peso dos animais, além de reduzir o número populacional de *Escherichia coli*. Estas pertencentes à família *Enterobacteriaceae*, do gênero *Escherichia*. Agente infeccioso Gram negativo oportunista e concomitantemente comensal intestinal das aves de produção e animais domésticos (Ghunaim et al., 2014).

A *E. coli spp.* apresenta potencialidade complexa, facilita sua ocupação, habitação e proteção contra as células de defesa do sistema intestinal. O mecanismo de ligação das bactérias às células é através do encadeamento entre fimbrias e receptores celular, definida por expressão

bacteriana (Frömmel, 2013). O maior percentual de *Escherichia coli* representa as bactérias patogênicas, cuja eliminação se dá pelas fezes (Silva et al., 2012).

Enquanto comensal do trato intestinal das aves, a *E. coli* não apresenta nenhum risco de patogenicidade ao seu hospedeiro, exceto quando um determinado subgrupo desta espécie bacteriana sofre mutação e passa a ser um patológico extra-intestinal, responsável pelo desencadeamento da colibacilose. Além das aves hospedeiras, seres humanos podem ser contaminados através do consumo da carne intoxicada (Stromberg et al., 2017).

Para elucidar a complexidade da patogenicidade causada por *E coli*, Vounba et al., (2019) avaliaram a resistência antimicrobiana dos patógenos da bactéria. Utilizou-se isolados bacteriano fecal de frangos, posteriormente analisados por disco-difusão, PCR e genes. Como resultado, 99% do material isolado demonstraram resistência as cefalosporinas e ciprofloxacina.

Por sua vez, a classe Clostridium pertence à família *Clostridiaceae*, gênero firmicutes e compõe o microbioma intestinal das aves de produção. Apesar de ser patogênico, a sua existência e permanência não é o suficiente para desencadear toxicidade ao organismo animal (GEORGES et al., 2018). Quando em níveis tóxicos implicam no desenvolvimento de enterites, doença hepática, doença renal, distúrbios dermatológicos e gangrena gasosa. Para tanto, é preciso que cepas como *Clostridium perfringens* estejam presentes no organismo e associem-se aos quadros de deficiência nutricional, estresse e alteração do sistema imunológico para o surgimento de doenças decorrentes da intoxicação bacteriana entérica (Lacey et al., 2016).

Lacey et al., (2016) afirmam que em análise dos tipos de cepas do *C. perfringens*, observou-se diversidades de subpopulações interligadas ao trato intestinal de aves acometidas por enterite necrótica. A patogenicidade destas cepas refere-se ao gene contido no plasmídio destes microrganismos. Segundo Kiu et al., (2018) isso se dá pela capacidade do plasmídio de identificar toxinas passíveis de causar virulência. Além disso, sua eficiência para sobreviver em ambiente anaeróbio e aeróbio exalta sua potencialidade de infectar tecidos de animais e humanos.

Os *Enterococcus* fazem parte do grupo das bactérias anaeróbias facultativas, comensais do sistema intestinal das aves, representando um percentual de 60 a 90% dos microrganismos presentes, conforme apontam Raposo et al., (2019). Ressalta-se que pode haver variação entre

um estudo e outro, em decorrência da interferência de fatores externos e técnicas utilizadas para a coleta, identificação e classificação do microbioma intestinal das aves.

A dieta, manejo, ambiente e raça são fatores preponderantes na identificação do microbioma intestinal das aves. Outro fator que interfere e dificulta a avaliação total do microbioma intestinal está em dispor do ambiente anaeróbio necessário, dos microrganismos colaboradores das bactérias comensais para possibilitar as condições precisas para o seu desenvolvimento. Deste modo, tudo aquilo que pode ser coletado em experimento e submetido aos métodos de cultura, acaba reduzindo o percentual do universo de microrganismos possíveis de ser encontrado (Clavijoe; Flórez, 2018).

Nos cecos, os *Bacteroides* (bactérias Gram negativas) são comensais, crescem em condições anaeróbias, e garantem a normalidade do funcionamento intestinal, além de contribuir com a estimulação imunológica e concomitantemente ser oportunista e causar toxicidade ao organismo. São comumente observados os *Bacteroides fragilis* e *Bacteroides distasonis* conforme estudo realizado por Garcia et al., (2012).

Os bacteroides são descritos por Borda-Molina et al., (2018) como um grupo de alta conversão alimentar. Segundo os autores, a microbiota intestinal das aves torna-se exigentes em relação à dieta fornecida aos animais e com isso podem sucumbir ou desenvolver-se em proporções mais significativas, sendo assim, dietas ricas em fósforo estimula o crescimento das bactérias da família *Bacteroidaceae* (Tilocca et al., 2016).

É importante salientar que a presença de bactérias gram-negativas e gram-positivas no trato intestinal das aves é benéfica, no entanto, os fragmentos da parede destes microrganismos podem comprometer o funcionamento intestinal. Os peptidoglicanos de origem bacteriana são residuais, após a morte da bactéria alojam-se sobre as vilosidades dos intestinos, reduzindo o seu funcionamento. A mucosa fica revestida por tais detritos e tem seu potencial absorptivo prejudicado e conseqüentemente diminui a conversão alimentar das aves (Martínez-Alesón, 2019).

De acordo com Shang et al., (2018) a microbiota intestinal em defesa contra os peptidoglicanos forma proteção imunológica, vitaminas (K e B), ácidos graxos de cadeia curta e bacteriocinas. Ao combater agentes patogênicos, promovem também a nutrição animal, fornecendo energia ao hospedeiro. Conforme os estudos de Lemos et al., (2016) as bactérias do gênero *Bifidobacterium* são competentes para promover benefícios nutricionais as aves e

competir com bactérias patogênicas oportunistas (*Salmonella* spp e *Clostridium perfringens*) localizadas no intestino do hospedeiro

Estudos apontam a redução de bactérias *Escherichia coli* e *Clostridium* spp. quando administrado probiótico rico em *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* ao hospedeiro. As bifidobactérias, degradam o FOS (frutoligossacarídeos), através da enzima  $\beta$ -fructosidase e conseguem crescer com facilidade no ambiente intestinal, enquanto as *E. coli* e *Clostridium* sp., não fazem uso do FOS como fonte de carboidratos (Shang et al., 2018).

Os probióticos, assim como os prebióticos colaboram com o rendimento da produção de aves. Quando ricos em *Streptococcus*, são passíveis de promover a nutrição e potencializar a conversão alimentar das aves domésticas. Frangos alimentados com o respectivo aditivo apresentou maior rendimento e ganho de peso em relação as demais aves cuja dieta continha apenas ração, conforme apontam os estudos de Ramos (et al., 2014). Os probióticos altera a composição da microbiota intestinal, promovendo a prevalência dos microrganismos necessários para o equilíbrio da microbiota intestinal. Ao avaliar a resposta intestinal de frangos de corte de baixa e alta conversão alimentar, Singh et al., (2014) observaram que os animais com alta conversão alimentar continha em sua microbiota intestinal elevado nível de bactérias, média de 95%, com predominância de *Streptococcus*. De acordo com Li et al., (2019) os *Streptococcus* degradam polissacarídeos, que por sua vez são de suma importância para a nutrição e fonte energética das aves.

Deste modo evita-se os efeitos indesejados dos polissacarídeos, em virtude da incapacidade de digestão destes aminoácidos no trato gastrointestinal das aves domésticas (Molino, 2019). Quando não há enzimas para sua degradação, o ambiente intestinal torna-se viscoso e deficiente para promover a digestão alimentar. Assim, manter a microbiota intestinal em equilíbrio é uma das melhores alternativas de manejo a ser colocada em prática, objetivando a melhor conversão alimentar e conseqüente aumento na produção da avicultura (Delmaschio, 2018).

### **3. Considerações Finais**

A microbiota intestinal das aves domésticas é protagonista na melhora da conversão alimentar esperada pelos produtores. Para tanto, é necessário estar sempre em aprofundamento nos estudos sobre as necessidades dos microrganismos componentes dessa microbiota, para



então potencializar sua atividade através dos aditivos ideais, sem causar prejuízo nutricional ao seu hospedeiro. A fisiologia animal colabora distribuindo em todo o trato gastrointestinal os microrganismos com funções específicas, esses agentes podem atuar conforme suas especificidades, promovendo defesa e melhora nutricional das aves.

## Referências

Ahsan, U.; Kuter, E.; Raza, I.; Köksal, B. H.; Cengiz, Ö.; Yldiz, M.; Kizanlik, P. K.; Kaya, M.; Tatli, O. & Sevim, Ö. (2018). Dietary Supplementation of Different Levels of Phytogetic Feed Additive in Broiler Diets: The Dynamics of Growth Performance, Caecal Microbiota, and Intestinal Morphometry. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. 20(4), out-dez.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbca/v20n4/1516-635X-rbca-20-04-00737.pdf>

Acesso em: 02 jun. 2019.

Albornoz, L. A. L.; Nakano, V. & Avila-Campos, M. J. (2014). Clostridium perfringens e a enterite necrótica em frangos: principais fatores de virulência, genéticos e moleculares. In: *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, São Paulo, 51(3):178-193.. Disponível em:

[http://www.periodicos.usp.br/bjvras/article/view/88599/pdf\\_153](http://www.periodicos.usp.br/bjvras/article/view/88599/pdf_153). Acesso em: 05 dez. 2018.

Bavaresco, C.; Nunes, A. P.; Forgiarini, J.; Alves, D. A.; Xavier, E. G.; Lopes, D. C. N. & Rol, V. F. B. (2019). Morfometria intestinal e qualidade óssea de codornas Japonesas alimentadas por um período prolongado com produtos do óleo de soja. *Archives of Veterinary Science*. 24(1):72-82. Disponível em:

<https://revistas.ufpr.br/veterinary/article/view/62475/37996>. Acesso em: 02 fev. 2019.

Borda-Molina, D.; Seifert, J. & Silva, A. C. (2018). Perspectivas atuais do trato gastrointestinal de frango e seu microbioma. *Comput Struct Biotechnol J*. (16):131-139. doi: 10.1016 / j.csbj.2018.03.002. Acesso em: 20 dez. 2018.

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. (2014). O microbioma gastrointestinal de frango. *FEMS: Microbiology Letters*. 360(2):100–112. Disponível em:

<https://academic.oup.com/femsle/article/360/2/100/2908247>. Acesso em 07 jan. 2019.

Celi, P.; Verlhac, V.; Pérez C. E.; Schmeisser, J. & Klunter, A. M. (2019). Biomarcadores da funcionalidade gastrointestinal na nutrição e saúde animal. *Rev. Ciência e Tecnologia de Ração Animal*. 250:9-31. doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.07.012>. Acesso em: 30 maio. 2019.

Clavijoe, V.; & Flórez, M. J. V. (2018). O microbioma gastrintestinal e sua associação com o controle de patógenos na produção de frango de corte: uma revisão. *Rev. Poultry science*. 97(3):1006-1021. Doi: <https://dx.doi.org/10.3382%2fps%2fpex359>. Acesso em: 02 jun. 2019.

Choi, K. Y.; Lee, T. K. & Sul, W. J. (2015). Análise metagenômica da microbiota intestinal de frango para melhorar o metabolismo e a saúde das galinhas - uma revisão. *Ásia-australas j anim sci* . N. 28 (9): 1217-1225. Set. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc4554860/#b48-ajas-28-9-1217>. Acesso em: 07 jan. 2019.

Delmaschio, I. B. (2018). Enzimas na alimentação de animais monogástricos: revisão de literatura. *Revista científica de medicina veterinária – unorp*. 2:6-20. Disponível em: <http://sivap.unorp.br:8083/ojs/index.php/revmedvetunorp/article/view/31/21>. Acesso em: 03 jun. 2019.

Duarte, K. F. (2012). Aditivos promotores de crescimento e suas implicações na segurança alimentar. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/aditivos-promotores-de-crescimento-e-suas-implicacoes-na-seguranca-alimentar\\_386255.html](https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/aditivos-promotores-de-crescimento-e-suas-implicacoes-na-seguranca-alimentar_386255.html). Acesso em: 16 jan. 2019.

Frömmel, U.; Lehmann, W.; Rodiger, S.; Bohm, A.; Nitschke, J.; Weinreich, J.; Groß, J.; Roggenbuck, D.; Zlinke, O.; Ansorge, H.; Vogel, S.; Klemm, P.; Wex, T.; Schröder, C.; Wieler, L. H.; Schieracka, P. (2013). Adhesion of Human and Animal Escherichia coli Strains in Association with Their Virulence-Associated Genes and Phylogenetic Origins. *Applied and Environmental Microbiology*. 79(19):5814 –5829. Out. Disponível em: <https://aem.asm.org/content/aem/79/19/5814.full.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2019.

Garcia, G.D.; Carvalho, M.A.R.; Diniz, C.G.; Marques, J.L.; Nicoli, J.R.; Farias, L.M. (2012). Isolation, identification and antimicrobial susceptibility of Bacteroides fragilis group strains

recovered from broiler faeces. *British Poultry Science*. Belo Horizonte, 53(1)71-76. doi: 0.1016 / j.vetmic.2014.04.019. Acesso em: 08 jan. 2019.

Georges, S. O.; Bernardo, L. G.; André, M. C. D. P. B.; Campos, M. R. H.; Borges, L. J. (2019). Ecofisiologia microbiana e micro-organismos contaminantes de língua suína e de frango do tipo frescal. *Digital Library Journal*, Curitiba. 36(1), jan/jun. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/bceppa.v36i1.41820>. Acesso em: 06 jun. 2019.

Ghunaim, H., Abdu-Madi, M. e Kariyawasam, S. (2014). Advances in Vaccination against avian pathogenic *Escherichia coli* respiratory disease: Potentials and limitations. *Rev. Veterinary Microbiology*. 172:13-22. doi: 0.1016 / j.vetmic.2014.04.019. Acesso em: 19 out. 2019.

Han, G. G.; Kim, E. B.; Lee, J.; Lee, JY.; Jin, G.; Park, J.; Huh, CS.; Kwon, IK.; Kil, DY.; Choi, YJ.; Kong, C. (2016). Relação entre a microbiota em diferentes seções do trato gastrointestinal e o peso corporal de frangos de corte. *Springer Plus*. 5(911). doi: 10.1186 / s40064-016-2604-8.

Huyghebaert, G.; Ducatelle, R.; Van Immerseel, F. (2011). An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. *Veterinary Journal*. 187:182-188. doi: 10.1016 / j.tvjl.2010.03.003. Acesso em: 19 out. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.07.012>. Acesso em: 30 maio. 2019.

Kiu, R.; Hall, L. J. (2018). Uma atualização sobre o patógeno entérico humano e animal *Clostridium perfringens*. *Rev. Emergir micróbios infectar*. v.7. doi: 10.1038 / s41426-018-0144-8. Acesso em: 01 ago. 2019.

Kogut, M. H. (2019). O efeito da modulação do microbioma na saúde intestinal das aves. *Ciência e tecnologia de ração animal*. 250:32-40. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.10.008>. Acesso em: 01 jun. 2019.

Kuritzta, L. N.; Westphal, P.; Santim, E. (2014). Probióticos na avicultura. *Ciência rural, santa maria*. 44(8):1457-1465, ago. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v44n8/0103-8478-cr-44-08-01457.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2018

Lacey, J. A.; Johanesen, P. A.; Lyras, M. & Moore, R. J. (2016). Diversidade genômica de cepas associadas à enterite necrótica de *Clostridium perfringens*: uma revisão. *Patologia aviária*. v. 45. 3.ed.. Doi: <https://doi.org/10.1080/03079457.2016.1153799>. Acesso em: 07 jun. 2019.

Lara, L. J. C. (2015). Reprodução nas aves: desafios do manejo e da nutrição. *Rev. Bras. Reprod. Anim.* 39(1):85-90. Disponível em: [http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag85-90%20\(RB548\).pdf](http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag85-90%20(RB548).pdf). Acesso em: 02 nov. 2019.

Leite, P. R. S. C.; Leandro, N. S. M.; Stringhini, J. H.; Souza, E. S.; Café, M. B.; Carvalho, F. B. & Andrade, M. A. (2012). Microbiota intestinal e desempenho de frangos alimentados com rações elaboradas com sorgo ou milho e complexo enzimático. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 64(6):1673-1681. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v64n6/37.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2019.

Lemos, M. J.; Calixto, L. F. L.; Torres-Cordido, K. A. A. & Reis, T. L. (2016). Uso de aditivo alimentar equilibrador da flora intestinal em aves de corte e de postura. *Arq. Inst. Biol.*, 83:1-7, e0862014. Doi: 10.1590/1808-1657000862014. Acesso em: 19 out. 2019.

Li, C. L.; Wang, J.; Zhang, H. J.; Wu, S.; Hui, Q.; Yang, C.; Fang, R. & Qi, G. (2018). Respostas morfológicas e microbiota intestinal ao *Bacillus* spp. em um modelo de frango de corte. *Physiol dianteiro*. v. 9. doi: <https://dx.doi.org/10.3389%2Fphys.2018.01968>. Acesso em: 19 out. 2019.

Mélo, B. (2019). Na mira dos antibióticos. *Rev. Dinheiro Rural*. ed. 172(158). Disponível em: <https://www.dinheirorural.com.br/na-mira-dos-antibioticos/>. Acesso em: 29 de maio. 2019.

Molino, A. B. (2019). Importância da utilização de enzimas exógenas na ração de aves. *Avicultura*. 10(31). mar. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/importancia-da-utilizacao-de-enzimas-exogenas-na-racao-de-aves/20190325-103419-1308>. Acesso em: 19 out. 2019.

Moran, E. (2018). Anatomofisiologia do intestino digestivo de aves e suínos e a influência dos alimentos. *Rev. Avinews. Out.* Disponível em: <https://lpncongress.com/wp-content/uploads/2018/10/inter-relacao-entre-nutricao-e-imunologia-de-aves-e-suinos-edwin-moran.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2018.

Oakley, B. & Kogut, M. H. (2016). Alterações espaciais e temporais nos microbiomas cecal e fecal de frangos de corte e correlações de taxa bacteriana com expressão genica de citocinas. *Frente Vet. Sciv.* v.3. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4759570/>.

Oliveira, M. D.; Zavarize, K. C.; Gomes, N. A.; Rocha, F. R. T.; Martins, J. M. S.; Litz, F. H. & Castilhano, H. (2012). Aditivos alternativos na alimentação de aves. *PUBVET, Londrina.* 6(27). ed. 214. Art. 1425. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/uploads/200e93ac39fc7ae11a10cc7fd7733ff5.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2019.

Oviedo-Rondón, E. O. (2019). Visão holística da saúde intestinal em aves de capoeira. *Ciência e Tecnologia de Ração Animal*, 250: 1-8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.01.009>. Acesso em 01 jun. 2019.

Paixão, L. A.; Castro, F. F. S. (2016). A colonização da microbiota intestinal e sua influência na saúde do hospedeiro. *Rev. Ciência da Saúde.* Brasília, 14(1): 85-96. jan-jun. doi: 10.5102/ucs.v14i1.3629. Acesso em: 20 dez. 2018.

Pedroso, A. A. (2014). O frango e sua microbiota intestinal: interações moleculares relacionadas à produção avícola. *Avicultura Industrial*, n. 8. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Adriana\\_Pedroso/publication265376457\\_O\\_frango\\_e\\_sua\\_microbiota\\_intestinal\\_interacoes\\_moleculares\\_relacionadas\\_a\\_producao\\_avicola/links/5409f0e50cf2df04e7491d61/O-frango-e-sua-microbiota-intestinal-interacoes-moleculares-relacionadas-a-producao-avicola.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Adriana_Pedroso/publication265376457_O_frango_e_sua_microbiota_intestinal_interacoes_moleculares_relacionadas_a_producao_avicola/links/5409f0e50cf2df04e7491d61/O-frango-e-sua-microbiota-intestinal-interacoes-moleculares-relacionadas-a-producao-avicola.pdf). Acesso em: 27 dez. 2018.

Ramos, L. S. N.; Lopes, J. B.; Ribeiro, M. N.; Silva, F. E. S.; Merval, R. R. & Albuquerque, D. M. N. (2014). Aditivos alternativos a antibióticos para frangos de corte no período de 22 a

42 dias de idade. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, Salvador, 15(4):897-906 out./dez. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbspa/v15n4/a14v15n4.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2019.

Roberto, I. O. (2019). Cresce a importância da microbiota intestinal na produção de frangos de corte. O presente rural. *Avicultura nutrição*. Fev. Disponível em: <https://opresenterural.com.br/cresce-a-importancia-da-microbiota-intestinal-na-producao-de-frangos-de-corte/>. Acesso em: 03 jun. 2019.

Rostagno, S.H. (2011). Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3.ed.. UFV: viçosa/mg, 252p. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/repositorio/tabelas+brasileiras+-+rostagno\\_000gy1tqvm602wx7ha0b6gs0xfzo6pk5.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/repositorio/tabelas+brasileiras+-+rostagno_000gy1tqvm602wx7ha0b6gs0xfzo6pk5.pdf). Acesso em 30 dez.2019.

Russo, J. C. (2019). Tudo que você precisa saber sobre os sistemas de produção de ovos. *Rev. Avicultura*. 1292. Ed. 110(9). Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/tudo-que-voce-precisa-saber-sobre-os-sistemas-de-producao-de-ovos/20190326-113131-t740>. Acesso em: 02 nov. 2019.

Rutz, F.; Roll, V. F. B.; Xavier, E. D.; Ancicut, M. A.; Lopes, D. C. N. (2015). Fisiologia da digestão e da absorção em aves. *Avicultura*. Disponível em: <https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/fisiologia-digestao-absorcao-aves-t38668.htm>. Acesso em: 26 de maio. 2019.

Salehizadeh, M.; Modaressi, M. H.; mousavi, S. N.; & Ebrahimi, M. T. (2019). Efeitos de bactérias lácticas probióticas sobre o desempenho de crescimento, características de carcaça, índices hematológicos, imunidade humoral e expressão gênica de igf-i em frangos de corte. *Trop anim health prod*. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01935-w>. Acesso em: 07 jun 2019.

Shang, Y.; Kumar, S.; Oakley, B.; Kim, W. K. (2018). Microbiota do intestino do frango: importância e tecnologia de detecção. *Frontiers in veterinary science*. v. 5. Doi: <https://dx.doi.org/10.3389%2ffvets.2018.00254>. Acesso em: 19 out..

Silva, I. M. M.; Baliza, M.; Santos, M. C.; rebouças, I. T.; Rocha, E. V. S.; Santos, V. A.; Silva, R. M.; & Evência-Neto, j. (2012). Presença de escherichia coli em fígados de frangos provenientes de matadouros avícolas. 13(3):694-700. Jul-set. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbspa/v13n3/09.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2019

Silva, W. T. M; Nunes, R. U & Pozza, P. C. (2011). Avaliação de inulina e prebiótico para frangos de corte. Acta Scientiarum. Animal Sciences. 33(1):19 – 24. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/9979>. Acesso em: 16 jan. 2019

Singh, K. M.; Shah, T. M.; Reddy, B. & Deshpande, S. (2014). Metagenômica taxonômica e centrada em genes do microbioma fecal de frangos de corte de baixa e alta taxa de conversão alimentar (FCR). S, Classificação DN, *Joshi CG. J. Appl Genet.* 55(1):145-154. fev. doi: 10.1007 / s13353-013-0179-4. Acesso em: 20 set. 2019

Sousa, D. C.; Oliveira, N. L. A.; Dourado, L. R. B. & Ferreira, G. J. B. C. (2015a). Sistema digestório das aves e o glicerol na dieta de frangos de corte: revisão. PUBVET. 9(8):348-399. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/artigo/444/sistema-digestoacuterio-das-aves-e-o-glicerol-na-dieta-de-frangos-de-cortenbsprevisatildeo>. Acesso em: 20 maio. 2019

Sousa, D. C.; Oliveira, N. L. A.; Santos, E. T.; Guzzi, A.; Dourado, L. R. B. & Ferreira, G. J. B. C. (2015b). Caracterização morfológica do trato gastrointestinal de frangos de corte da linhagem Cobb 500®. Pesq. Vet. Bras. 35(1). Rio de Janeiro. Dez. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-736X2015001300061](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-736X2015001300061). Acesso em 20 dez. 2019

Stromberg, Z. R.; Johnson, J. R.; Fairbrother, J. M.; Kilbourne, J.; Van Goor, A.; Curtiss, R. & Mellata, M. (2017). Avaliação de isolados de Escherichia coli de frangos saudáveis para determinar seu risco potencial para a saúde humana e animal. *Rev. Plos Onev.* 12(7). Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5495491/>. Acesso em: 01 ago. 2019

Svihus, B.; Choct, M. & Classen, H. L. (2013). Funções funcionais e nutricionais do ceco aviário: uma revisão. *Jornal da Ciência das Aves Domésticas*. v. 69. 2. ed. jun. doi: <https://doi.org/10.1017/S0043933913000287>. Acesso em: 25 de maio. 2019

Svihus, B. (2014). Função do sistema digestivo. *O Journal of Applied Poultry Research*, v. 23, 2. ed. p. 306-314. jun. doi: <https://doi.org/10.3382/japr.2014-00937>. Acesso em: 29 de maio. 2019

Tilocca, B.; Witzig, M.; Rodehutsord, M. & Seifert, J. (2016). Variações da acessibilidade ao fósforo causam alterações nas funções do microbioma no trato gastrointestinal de galinhas. *PLOS ONE*. 11(10). doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164735>. Acesso em: 18 out. 2019

Valentim, J. K.; Rodrigues, R. F. M.; Bittencourt, T. M.; Lima, H. J. D. & Resende, G. A. (2018). Implicações sobre o uso de promotores de crescimento na dieta de frangos de corte. Disponível em: [http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/Artigo\\_470.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/Artigo_470.pdf). Acesso em 16 jan. 2019

Vounba, P.; Arsenault, J.; Bada-Alambedji, R. & Fairbrother, J. M. (2019). Potencial patogênico e o papel dos clones e plasmídeos na *E. coli* produtora de beta-lactamase das fezes de frango no Vietnã. *BMC Veterinary*. 15(106). Disponível em: 10.1186 / s12917-019-1849-1. Acesso em: 01 ago. 2019

Xiao, Y.; Xiang, Y.; Zhou, W.; Chen, J.; LI, K. & Yang, H. (2017). Mapeamento da comunidade microbiana no trato intestinal de frango de corte. *Avicultura*, 96(5)1387-1393. maio. doi: <https://doi.org/10.3382/ps/pew372>. Acesso em: 03 jun. 2019

Zhao, Y.; Luo, H.; Longchuan, D.; Wei, C.; Wang, M.; Jin, J.; Liu, S.; Mehmood, K. & Shahzad, M. (2019). Comparação da comunidade microbiana intestinal em patos criados diferentemente através de sequenciamento de alta produção. *Biomed Res. International*. doi: [dx.doi.org/10.1155%2F2019%2F9015054](https://doi.org/10.1155%2F2019%2F9015054). Acesso em: 04 jun. 2019



Zaefarian, F.; Abdollahi, M. R.; Cowieson, A. & Ravindran, V. (2019). Fígado aviário: o órgão esquecido. *Animals*. v. 9. 2. ed. Disponível em:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6406855/>. Acesso em: 05 jun. 2019

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

Thiago Jordão de Oliveira Feitosa – 15 %  
Cicera Elaine da Silva – 10 %  
Robério Gomes de Souza – 10 %  
Cinthia Dayanne Sena Lima – 05%  
Amanda de Carvalho Gurgel – 05%  
Lumara Laiane Gomes de Oliveira – 05%  
José Gilberto Santos da Nóbrega – 05%  
José Eliomar Marques de Carvalho Júnior – 05%  
Fernando de Oliveira de Melo – 05%  
Willian Bonne Monteiro dos Santos – 05%  
Tatiana de Oliveira Feitosa – 05%  
Thiago Ferreira Costa – 05%  
Patrícia Araújo Brandão – 10%  
Cibele Silva Minafra – 10%