

**CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO – UNIBRA
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA**

EMMANUEL LUAN FERNANDES DE VASCONCELOS

JOSÉ CARLOS WILSON ANSELMO DE LIMA

ROMILDO ALVES DE LIMA JÚNIOR

**DEFICIÊNCIA DE MINERAIS EM FRANGOS DE
CORTE E POEDEIRAS: REVISÃO DA LITERATURA**

RECIFE/ 2022

EMMANUEL LUAN FERNANDES DE VASCONCELOS
JOSÉ CARLOS WILSON ANSELMO DE LIMA
ROMILDO ALVES DE LIMA JÚNIOR

DEFICIÊNCIA DE MINERAIS EM FRANGOS DE CORTE E POEDEIRAS: REVISÃO DA LITERATURA

Monografia apresentada ao Centro
Universitário Brasileiro – UNIBRA, como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Medicina Veterinária.

Professor Orientador: M.Sc Daniel Praia

RECIFE/ 2022

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

V331d Vasconcelos, Emmanuel Luan Fernandes De
Deficiência de minerais em frangos de corte e poedeiras: revisão da
literatura / Emmanuel Luan Fernandes de Vasconcelos, José Carlos Wilson
Anselmo de Lima, Romildo Alves de Lima Júnior. - Recife: O Autor, 2022.
49 p.

Orientador(a): Me. Daniel Praia.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário
Brasileiro – UNIBRA. Bacharelado em Medicina Veterinária, 2022.

Inclui Referências.

1. Deficiência de minerais. 2. Frangos de corte. 3. Substâncias. 4.
Minerais. I. Lima, José Carlos Wilson Anselmo de. II. Lima Júnior,
Romildo Alves de. III. Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA. IV. Título.

CDU: 619

Dedicamos este trabalho a Deus e aos
nossos pais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus e a Nossa Senhora, que nos dirigiu e nos capacitou para chegarmos até aqui, pois sem Eles esta vitória não seria possível.

Agradecemos também a INSTITUIÇÃO de ENSINO - UNIBRA, ao nosso Coordenador de Curso Eryvelton Franco e aos nossos queridos professores, os quais se empenharam para nos moldar e encaminhar para o sucesso profissional.

Aos nossos supervisores do Estágio Supervisionado Obrigatório (ESO): Augusto Cesar Souza e Silva, (Emmanuel Luan Fernandes de Vasconcelos), Gláucia Grazielle Nascimento (Romildo Alves de Lima Júnior) e José Ruan Ramos Silva Santos (José Carlos Wilson Anselmo de Lima) assim como, ao nosso Professor Orientador Daniel Praia por ter dedicado-se em compartilhar conosco um leque enorme de conhecimento, possibilitando neste período maravilho enriquecer nossa graduação e colaborou a chegarmos até este tão desejado momento, que é fundamental para a realização deste projeto.

Agradecemos ainda, de todo o coração, aos nossos familiares, que sempre nos apoiaram em todos os momentos durante nossa caminhada, sorrindo conosco nos momentos de conquistas, enchendo-nos de forças e sempre nos incentivando na realização dos nossos objetivos.

Agradecemos a todos!

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.”

(Paulo Freire)

DEFICIÊNCIA DE MINERAIS EM FRANGOS DE CORTE E POEDEIRAS: REVISÃO DA LITERATURA

Emmanuel Luan Fernandes de Vasconcelos

José Carlos Wilson Anselmo de Lima

Romildo Alves de Lima Júnior

Prof. Orientador: Daniel Praia¹

RESUMO: A avicultura é um ramo da pecuária dedicado a criação de aves para produção de alimentos, principalmente carne e ovos. Para que se tenha uma potencialização do metabolismo e um máximo desempenho das aves, faz-se necessário uma nutrição adequada. Estima-se que aproximadamente 50 substâncias são necessárias para o funcionamento normal do organismo, no entanto, algumas destas substâncias não podem ser sintetizadas ou são sintetizadas em quantidades insuficientes para o funcionamento metabólico das aves. Nas substâncias que são denominadas nutrientes essenciais, estão os minerais, que são divididos em macrominerais, que devem ser oferecidos em grandes quantidades e oligoelementos, que são necessários em pequenas quantidades no organismo. Os oligoelementos, também denominados elementos traços, atuam como cofatores ou também como componentes de estruturas proteicas, podendo atuar também auxiliando na alteração ou modulação alostérica da estrutura terciária das enzimas, fazendo com que as tornem ativas ou inativas. Ao alcançarem o trato gastrointestinal os minerais devem ser inicialmente solubilizados para que ocorra a liberação dos íons e serem absorvidos, porém, quando se encontram na forma iônica os minerais podem se complexar com outros componentes da dieta. Este fato dificulta a absorção ou, se completamente complexado, tornando-os indisponíveis aos animais, resultando em excesso de fornecimento. Portanto, há um maior interesse em se fornecer minerais orgânicos ou fontes quelatadas de elementos traços, frequentemente descritas como proteínatos.

Palavras-chave: Deficiência de minerais. Frangos de corte. Substâncias. Minerais.

¹ Professor da UNIBRA. M.Sc. E-mail: daniel.silva@grupounibra.com.

MINERALS DEFICIENCY IN BROKERS AND LAYERS: LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: Poultry is a branch of livestock dedicated to raising poultry for food production, mainly meat and eggs. Chicken stands out among the main species raised, but it also extends to turkeys, ducks, geese, quail and ostriches. In order to have a potentiation of the metabolism and a maximum performance of the birds, it is necessary an adequate nutrition. It is estimated that approximately 50 substances are necessary for the normal functioning of the organism, however, some of these substances cannot be synthesized or are synthesized in insufficient amounts for the metabolic functioning of birds. These substances, which are called essential nutrients, are minerals; which are divided into macro-minerals, which must be offered in large amounts, and trace elements, which are needed in small amounts in the body. The trace elements, also called trace minerals, act as cofactors or also as components of protein structures, and can also help in the alteration or allosteric modulation of the tertiary structure of the enzymes, making them active or inactive. Upon reaching the gastrointestinal tract, the minerals must initially be solubilized so that the ions are released and absorbed, however, when they are in the ionic form, the minerals can complex with other components of the diet. This fact makes absorption difficult or, if completely complexed, makes them unavailable to animals. Mineral levels supplied in diets are often higher than the minimum required to optimize performance, resulting in oversupply. Therefore, there is a greater interest in providing organic minerals or chelated sources of trace minerals, often described as proteinates.

Keywords: Mineral deficiency. Cutting chickens. Substances. Minerals.

LISTA DE SIGLAS

EMBRAPA	-	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
TGI	-	Trato gastrointestinal
pH	-	Potencial Hidrogeniônico
Ca	-	Cálcio
P	-	Fósforo
K	-	Potássio
Mg	-	Magnésio
Na	-	Sódio
Cl	-	Cloro
S	-	Enxofre
Fe	-	Ferro
Cu	-	Cobre
Co	-	Cobalto
I	-	Iodo
Mn	-	Manganês
Zn	-	Zinco
Se	-	Selênio
Mo	-	Molibdênio
F	-	Flúor
Cr	-	Cromo
V	-	Vanádio
Si	-	Silício
As	-	Arsênio

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Produção de frango e carne bovina de 1960 a 2010.....	18
Figura 2: Produção de frangos nas últimas décadas	19
Figura 3: Exportação de frango nas últimas décadas	20
Figura 4: Sistema gastrointestinal do frango	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Níveis de Suplementação de Oligoelementos de Fontes Inorgânicas e Orgânicas para Rações de Aves de Reposição, Poedeiras, Reprodutores e Frangos de Corte.....	28
Tabela 2: Oligoelementos essenciais na nutrição de aves	42

LISTA DE QUADRO

Quadro 1: Macrominerais essenciais para poedeiras e suas principais funções. ..30

Sumário

1 INTRODUÇÃO	13
2 METODOLOGIA	15
3 DESENVOLVIMENTO	16
3.1 Panorama da produção nacional atual e comparada	16
3.1.1 Níveis produtivos da avicultura nacional	17
3.2 Anatomia e fisiologia do aparelho gastrointestinal	20
3.3 Absorção de minerais.....	22
3.4 Deficiência de elementos de traços em frangos e poedeiras	23
3.6 Exigências minerais de frangos de corte e poedeiras.....	26
3.7 Minerais na avicultura	28
3.8 Biodisponibilidade biológica de fontes minerais.....	29
3.9 Deficiência de macrominerais em frangos e poedeiras	30
3.10 Deficiências de minerais	31
3.11 Diagnóstico laboratorial e clínico de deficiências minerais em aves domésticas	32
3.11.1 Macroelementos.....	37
3.11.2 Oligoelementos	39
3.12 Conceituações da deficiência de minerais	41
3.12.1 Etapas de deficiência nutricional	42
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

Os minerais estão envolvidos em quase todas as vias metabólicas dos organismos animais e desempenham papéis importantes na reprodução, crescimento, metabolismo energético e muitas outras funções fisiológicas importantes, não apenas para sustentar a vida, mas também para melhorar a produtividade animal. Quando o objetivo da criação é a produção de ovos, esses minerais estão diretamente relacionados ao desempenho das galinhas, afetando a produção de ovos, peso do ovo, conversão alimentar e ganho de peso (VIEIRA et al., 2009).

A classificação dos minerais são de acordo com suas necessidades em macroelementos e oligoelementos. Os macrominerais (cálcio, fósforo, potássio, sódio, enxofre, cloro e magnésio), são expressos em porcentagem sendo necessário em maiores quantidades para organismo animal. Já os oligoelementos ou elementos traços, entre os quais (Zinco, Manganês, Cobre, Ferro, Selênio, Iodo e Cobalto) são necessários em menores quantidades, expressos em ppm ou mg/kg e são mais difíceis de serem avaliados devido as suas baixas concentrações nos tecidos (BERTÓLI, 2010).

O âmbito da avicultura existe uma escassa preocupação com o bem-estar das aves, que são numerosas em um local relativamente pequeno, em virtude da grande rotatividade do frango de corte que tende a ter baixo custo. As presentes considerações direcionam para algumas consequências, como: claudicação, dermatite e morte súbita. Alguns estudos mostram interesse em meios de aprimoramento da criação desses animais, pois, as aves contribuem de maneira sustentável para o meio ambiente (ROWE et al., 2019; ANDRETTA et al., 2021).

Avanços no país foram capazes de promover redução da idade ao abate, uma melhora na conversão alimentar, promover aumento no peso do abate e um maior rendimento da carcaça e cortes nobres. Todavia, no domínio nutricional da avicultura é necessário que haja um balanço e equilíbrio alimentar para que, a saúde do animal mantenha-se em estabilidade e aumente os níveis produtivos, seja de ovos ou aumento de peso para o abate. Sendo assim, é primordial que a alimentação do animal esteja vinculada a uma dieta a base de nutrientes e minerais (LEDUR, 2011).

Ao decorrer dos anos, os frangos de corte tem recebido níveis elevados de mineirais em razão do valor acessível, garantindo crescimento saudável das aves. Esses minerais inorgânicos são introduzidos nas formulações com níveis de minerais superiores ao mínimo promovendo um desenvolvimento saudável e melhor

desempenho dos animais, presentes em carbonato, sulfato e óxido. Os macrominerais orgânicos também somam como opção, porém, não há como modificar o pH gástrico ácido. Minerais orgânicos não constituem compostos que são capazes de se dissolver no aparelho digestivo, pois ficam protegidos juntamente a elementos que estão no intestino (PEDRO et al., 2021).

Contudo, a utilização de minerais em excesso pode ser tóxico ao organismo animal, tornando-se assim necessário e fundamental que haja um direcionamento específico no estudo que se refere a deficiência de minerais na avicultura e quais as consequências da utilização de métodos que possam suplementar essa necessidade de minerais. Na década de 50, iniciaram os primeiros estudos sobre fontes de minerais para rações, onde se iniciou a suplementação mineral para resolver problemas ósseos e de desempenho das aves (COSMO et al., 2020; BOSI, 2011).

A importância da suplementação mineral para aves, aumentou devido a uma série de fatores relacionados a produção desses animais como: melhoramento genético, resultando em animais com maior velocidade de ganho de peso; alta precocidade; alta produção de ovos, modelo de criação em confinamento, retirando a possibilidade de contato direto com a terra sendo importante fonte mineral; retirada ou redução do uso de farinhas de origem animal nas rações devido a problemas de doenças, sendo estas, fontes ricas de minerais; rações à base de ingredientes vegetais, pobres em minerais; uso de rações de maior densidade de nutrientes, impactando com a excreção mineral no ambiente (BOSI, 2011).

2 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido através de pesquisas na bases de dados: Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Acadêmico, Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (Medline/PubMed), Elsevier e Springer. Onde foram selecionados artigos, resumos e monografias com delimitação temporal de 2009 a 2022 publicados nos idiomas inglês e português com relevância para a temática. O período de publicação foi ampliado devido a limitação nas pesquisas, onde permanecem concentradas nos centros de pesquisas e algumas universidades.

Foram selecionadas 60 literaturas que demonstraram afinidade à natureza e aos objetivos propostos na presente pesquisa. São elas que compõem o corpo teórico a partir do qual as discussões foram realizadas e os resultados apresentados.

3 DESENVOLVIMENTO

Nas últimas três décadas, a avicultura brasileira tem apresentado alto índice de crescimento, seu principal ativo, o frango, vence os mais exigentes mercados, tornando o Brasil o terceiro maior produtor do mundo, líder em exportação. Segundo estimativas do Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), até 2010, os brasileiros em média, têm consumidos cerca de 10,9 milhões de toneladas de frango, isso é 37,5% superior à média prevista para 2020 (MOURA et al., 2017).

Os avanços na genética aviária permitem essa evolução, que é proporcionada pelo intenso processo de seleção realizado no início do cruzamento racial. Visando o aumento produtivo de aves de corte, constantes investimentos tanto estruturais, quanto de pesquisas foram destinados a essa área da pecuária. Assim, os frangos de corte, ou aves produtoras de carne, foram escolhidos principalmente por apresentar características de desempenho e carcaça, como peso vivo, conversão alimentar e peso de peito, o que resultou em aumento na taxa de crescimento das aves (PALHARES, 2010; CAIRES et al., 2010).

Dentre as adversidades presentes, problemas ligados à nutrição animal se tornam frequentes e influenciam de maneira significativa os graus produtivos das aves de corte e poedeiras no geral. Assim, estudos de campo na área são direcionados constantemente para que se mantenha o alto nível de produtividade na avicultura. Contudo, mesmo enfrentando problemas genéticos e condições limitantes, a avicultura nacional apresentou um crescimento significativo nas últimas décadas, promovendo um crescimento na economia nacional dentro da pecuária (ESPÍNDOLA, 2012).

Esses avanços deve-se às melhorias na genética, manejo sanitário e nutricional das aves, suprimindo a grande demanda do produto, esse setor adotou novas estratégias a fim de produzir frangos com alto potencial zootécnico em um menor tempo e isso acabou influenciando indiretamente a saúde dos animais (PALHARES, 2010).

3.1 Panorama da produção nacional atual e comparada

Segundo Santos e colaboradores (2009), as aves domésticas foram introduzidas no Brasil antes da descoberta do país pelos portugueses. Inicialmente, essas aves eram criadas sozinhas nos quintais ou nos arredores das casas,

alimentando-se de sobras, grãos e alguns invertebrados, e demoravam até seis meses ou mais para atingir o peso necessário de um abate (SANTOS et al., 2009).

A comercialização desses animais expandiu significativamente dos anos 30 para os anos 50, ampliando-se ao mercado industrial devido às linhagens híbridas e mais resistentes importadas dos Estados Unidos. Dessa forma, com o avanço positivo e a crescente econômica estabelecida no cenário brasileiro, surge a necessidade de maiores investimentos naquilo que poderia propor reduções na idade de abate. A década seguinte aos anos 50 representaria uma ampliação categórica e um marco na produção de poedeiras e aves de corte no geral (NUNES et al., 2011).

Houve aprimoramentos na genética, introdução de novas tecnologias, construção de instalações adequadas e o uso da nutrição racional. Alinhando a este fato, destaca-se a associação entre produtores e indústrias, através de contratos de integração, ajudou a solidificar ainda mais o crescimento. O processo de industrialização da atividade avícola, além de ter promovido um crescimento substancial do setor, ainda alavancou o desenvolvimento de outros setores ligados a ela, como as indústrias de rações, de máquinas e equipamentos e os pontos comerciais (CALIXTO et al., 2012).

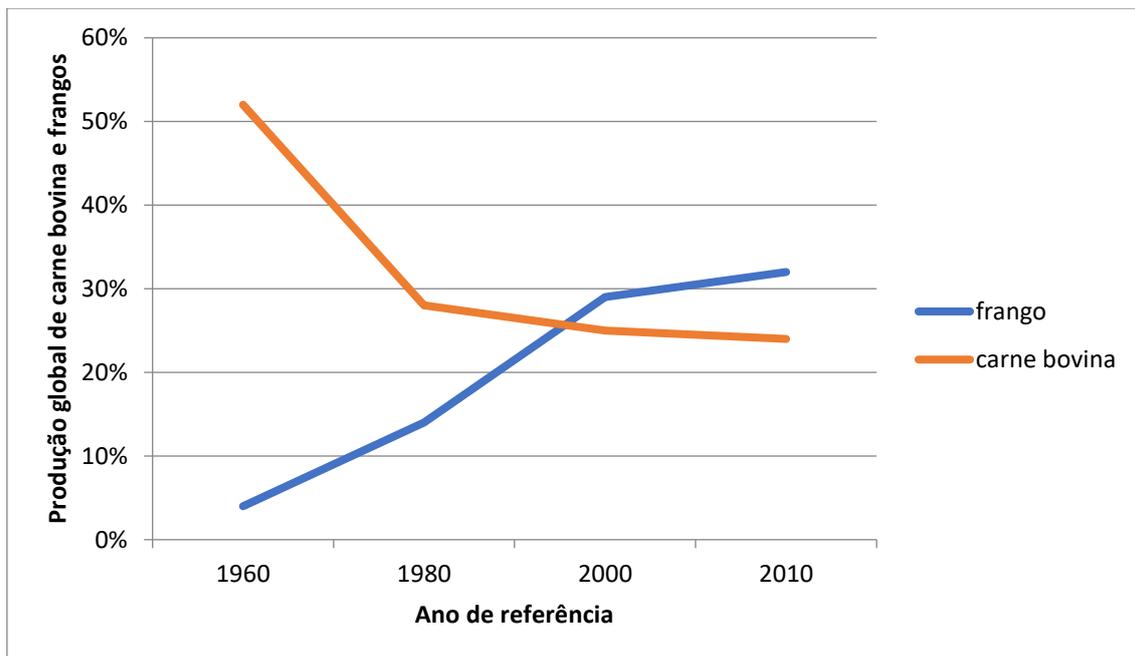
Com o crescimento do setor do agronegócio, expandiu também o número de associações e cooperativas dedicadas ao atendimento e orientação aos pecuaristas e, com isso, a atividade cresceu em abrangência, como resultado, a atividade difundiu e despertou o interesse de novos pecuaristas. Desde então, essa ampliação foi contínua e evoluiu de maneira substancial propiciando assim ao mercado pecuário patamares que se sobressaem a grandes países e se estabelece de vez, como um dos principais ramos da economia nacional (FIGUEIREDO, 2016).

3.1.1 Níveis produtivos da avicultura nacional

O Brasil é o maior exportador mundial de carne de frango, e entre os fatores que ajudaram o país a alcançar esse status estão a qualidade e a segurança do produto. Apresentando uma crescente contínua nas últimas décadas, essa área é um dos setores mais produtivos da pecuária nacional. A avicultura brasileira ocupa o terceiro lugar na produção mundial. Os Estados Unidos, com uma produção de 17,2 milhões de toneladas, e a China, com uma produção de 13 milhões de toneladas, são os dois maiores produtores mundiais de carne de frango (ABPA, 2015).

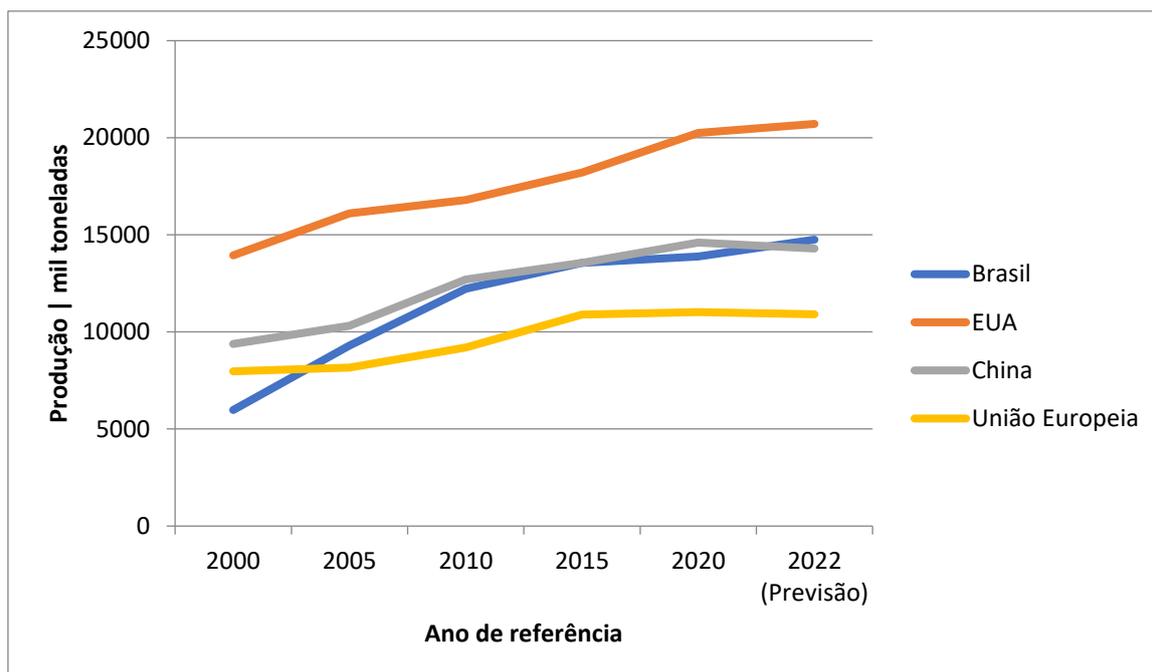
Entre os anos de 1960 a 2010, a produção global de carne de frango aumentou a uma taxa anual de 11%, enquanto a produção global de outras carnes aumentou a uma taxa anual de 4%. Este crescimento permitiu aumentar a porcentagem de carne de frango produzida na produção global de carne de 4% em 1960 para 32% em 2010, deslocando a carne bovina, que viu a sua porcentagem cair de 52% em 1960 para 24% em 2010, como exposto na figura a seguir (COSTA et al., 2015).

Figura 1: Produção de frango e carne bovina de 1960 a 2010



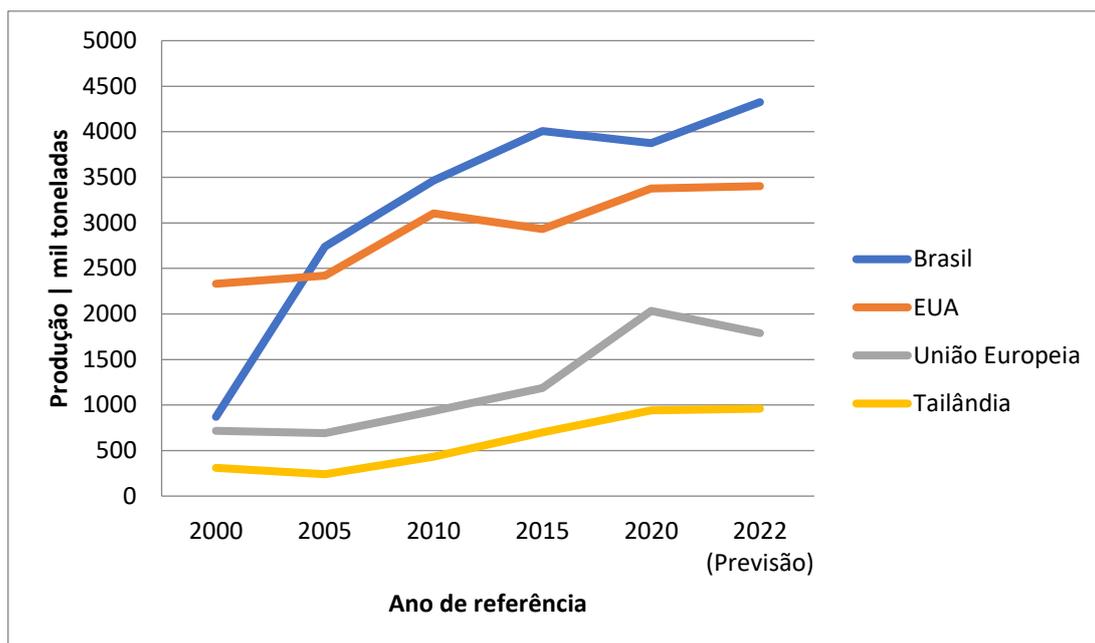
Fonte: Costa *et al.* (2015).

Observando-se apenas o cenário produtivo nacional, conforme dados da EMBRAPA, observa-se que o crescimento nas últimas duas décadas foi expressivo a nível mundial e passou a significar grande importância econômica para a pecuária brasileira. Todavia, mesmo ocorrendo esse crescimento o Brasil não conseguiu ultrapassar a barreira da terceira posição, ficando atrás de Estados Unidos e China. Entretanto, acredita-se que o Brasil ultrapasse a china e torne-se o segundo maior produtor de aves do mundo, como observado a produção de frangos nas últimas décadas na Figura 2 (EMBRAPA, 2021).

Figura 2: Produção de frangos nas últimas décadas

Fonte: EMBRAPA (2021)

No entanto, ao nível da economia global, utilizando modelos econômicos vulgarmente utilizados, a produção para consumo interno não responde às necessidades da economia nacional e não colabora com os produtores de frango e poedeira, tornando-se necessária a venda externa do produto. Essa comercialização mundial dos frangos brasileiros significa para a economia nacional, principalmente para a avicultura, uma ramificação extremamente importante, pois conforme já mencionado o Brasil é o maior exportador de aves do mundo. Posição essa que o Brasil ocupa há quase 20 anos e se mantém em constante crescimento. Diversos outros países também investem constantemente nesse ramo, embora tenham crescimentos satisfatórios o Brasil segue como líder mundial de exportações, de acordo com a Figura 3 (EMBRAPA, 2021).

Figura 3: Exportação de frango nas últimas décadas

Fonte: EMBRAPA (2021)

A partir destes dados e informações, fica evidente o nível de importância econômica exercida pela avicultura nacional. Com um aumento significativo nas últimas décadas, a produção de frangos e poedeiras passou a exercer um papel fundamental dentro da pecuária brasileira. É interessante salientar a importância dos investimentos tecnológicos dentro dessa ramificação, pois foram a partir destes que foi possível tornar o Brasil em uma potência mundial na avicultura (EMBRAPA, 2021).

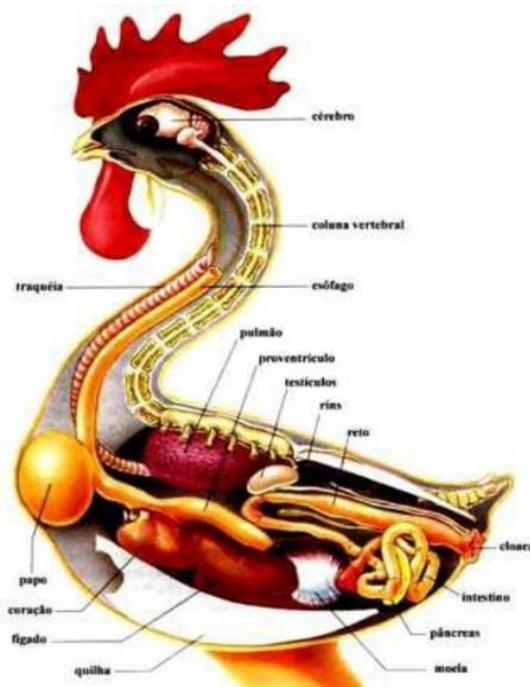
3.2 Anatomia e fisiologia do aparelho gastrointestinal

O sistema digestório é composto por orofaringe, esôfago, estômago, duodeno, jejuno, íleo, cecos pares, cólon e reto, onde o reto se encerra na cloaca que também é utilizado pelo sistema urogenital (figura:4). Ainda complementa afirmando que aves não possuem palato mole ou constrição nítida que separa a bico da faringe. Como resultado, orofaringe denota uma cavidade combinada que se estende do bico ao esôfago. Possuem também órgãos glandulares (glândulas salivares, fígado e pâncreas) que não fazem parte do trato, mas secretam substâncias dentro dele via ductos conectando os órgãos ao trato (MARCATO et al., 2010).

O sistema gastrointestinal serve para transferir moléculas orgânicas, sais e água do ambiente externo ao ambiente interno do organismo, onde eles serão distribuídos para as células pelo sistema circulatório. Ao contrário do que parece, o

SGI faz parte do ambiente externo ao corpo. Este conhecimento é relevante para entender algumas das propriedades do trato. Por exemplo, o intestino grosso é habitado por milhões de bactérias, sendo a maioria inofensiva, ou mesmo benéfico neste local (MACARI, 2011).

Figura 4: Sistema gastrointestinal do frango



Fonte: Ferreira (2015)

Entretanto, se essas bactérias chegarem no sangue, que pode acontecer, pode prejudicar e mesmo ser fatal. Esta característica do SGI faz com que seja o mais bem protegido imunologicamente da ave. Entende-se que em média 70% do sistema imune esteja no trato gastrintestinal (SOUSA, et al, 2015).

Pesquisas relacionadas aos aspectos morfológicos do sistema digestório das aves, demonstraram papel relevante no desenvolvimento da avicultura, pois são indispensáveis na 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 e nas condições de sanidade dessas aves (BERTECHINI, 2012).

3.3 Absorção de minerais

O processo de absorção de minerais nas aves possui particularidades baseado na natureza do quelato, em especial no seu tamanho molecular. Logo, o conhecimento de macrominerais e elementos traços são primordiais para o entendimento de quais minerais são os solúveis ao meio intestinal e os que dependem de cascata de reações específicas, como a reação de formação de complexos de hidróxi-metálicos. As aves podem sofrer variações anatômicas dos órgãos devido a cruzamentos e seleções, a regionalização do TGI (trato gastrointestinal) é determinada pela expressão de uma série de genes, cuja perda de expressão origina características anormais (mal formação estrutural e funcional) para o órgão (MARCATO et al., 2010).

Em relação ao transporte de macrominerais, temos um fenômeno baseado na solubilidade dos minerais frente a mucosa intestinal, através das junções firmes, ou seja, pelos espaços intercelulares existentes entre as camadas de células individuais que formam o epitélio sendo assim denominado um sistema não saturável, onde a passagem dos íons é sem gastos de energia, mas dependente em função do gradiente eletroquímico favorável, assim como pode sofrer influência de fatores intrínsecos das espécies no trato gastrointestinal, como composição da dieta, devido até mesmo o antagonismo entre os minerais, idade e propriedades dos próprios minerais (BERTECHINI, 2012).

O transporte de elementos traços, por sua vez, consistem em condições intrínsecas do TGI das aves, através da ação do ácido clorídrico no proventrículo, decaindo numa dissociação das moléculas, devido ao pH (Potencial Hidrogeniônico) ácido, liberando os íons metálicos que interagem com o ato fisiológico de secreção de bile pelo fígado e de uma variedade de enzimas digestivas liberadas tanto pelas células gástricas e intestinais quanto pelo pâncreas, que leva a processo de alcalinização no intestino delgado (FLORIANO, 2018).

Uma ligação às moléculas de água, ocasiona a uma perda eletroquímica de prótons para formar compostos hidróxi-metálicos, conforme a solução ácida se aproxima de pH neutro, sendo que através desses íons metálicos dissociados, ocorre o movimento através do sistema digestivo e se fixam a ligantes, o que pode facilitar sua passagem através do lúmen intestinal para as células da parede do intestino. O tratogastrointestinal apresenta uma barreira de defesa, sendo o muco produzido pelas células caliciformes. O mesmo vai apresentar-se como meio de transporte para absorção (FLORIANO, 2018; KIERSZENBAUM, 2012).

A absorção dos minerais orgânicos no intestino tem uma melhor interação, por conta da sua união com os carreadores, para melhorar assim sua passagem através dos enterócitos e, melhorando a produtividade e qualidade de vida das aves. Diferentemente das fontes inorgânicas, que podem ser mal absorvidas, sendo dissociadas devido às enzimas gástricas durante a digestão, conseqüentemente devido a não ligação com os ligantes esses minerais acabam sendo eliminados (SILVA, 2018).

A mucosa do intestino apresenta na sua forma anatômica vilos, que são formados por enterócitos, células caliciformes e enteroendócrinas. A formação das células se dá através das criptas que são glândulas encontradas nas vilosidades, vão sofrer divisões, fazendo com que essas três células distingue-se nos vilos fazendo suas funções. Essas células sofrem renovações conforme o deslocamento para o ápice dos vilos para se tornarem células funcionais, que vai depender da necessidade do intestino, podendo dar origem aos enterócitos. O mesmo representa a função final da absorção e do transporte de nutrientes nos vilos do intestino, células caliciformes responsáveis pela produção de muco protegendo o TGI ou células enteroendócrina (KIERSZENBAUM, 2012).

3.4 Deficiência de elementos de traços em frangos e poedeiras

Elementos traços são aqueles elementos no ambiente em concentrações abaixo de 100 µg g⁻¹. A importância dos oligoelementos do ponto de vista ambiental ou de saúde pública justifica a preocupação com os oligoelementos. Portanto, os oligoelementos (chamados de traços devido as suas baixas concentrações) são um grupo de elementos inorgânicos que, juntamente com os elementos orgânicos, são indispensáveis ao equilíbrio da vida das aves (MENDONÇA, 2018).

Vários fatores podem afetar a demanda por cobre em aves. Alguns desses fatores podem ser ascendência, gênero, consumo de ração, níveis de energia da ração e disponibilidade de nutrientes. Outros fatores externos como temperatura, umidade, saúde e estágio de desenvolvimento do animal também podem influenciar as exigências nutricionais. Embora os sinais atualmente deficientes sejam relativamente raros, é importante saber identificá-los rapidamente, pois os efeitos podem variar e causar um grande impacto nos animais (PINTO et al., 2012).

A falta de Cu na dieta pode levar ao desenvolvimento de uma forte anemia microcítica e hipocrômica, esse processo ocorre pelo fato do Cu, juntamente com o

Fe, os quais são elementos necessários para a formação da hemoglobina. Outros sintomas de deficiência incluem arqueamento, fraturas espontâneas em todo o corpo, presença de doenças vasculares e cardíacas e despigmentação, especialmente de patas. Ressalta-se que o Cu é precursor de diversas enzimas e transportador de diversas moléculas por todo o organismo, o que resulta em baixa migração e transporte de Fe, além de afetar negativamente os processos de síntese de colágeno e queratinização (MENDONÇA, 2018).

O manganês é um mineral importante no crescimento das aves, sua deficiência vai trazer problemas no desenvolvimento da tíbia dificultando a vitalidade de osteoblastos e a reprodução de condrócitos, promovendo a morte de condrócitos na tíbia, que vão desregular os níveis de hormônios ósseos e enzimas do metabolismo ósseo do soro, provocando osteoporose metafisária (SUN et al., 2021).

O cobre representa grande relevância na saúde animal, capaz de efetivar funções de reprodução, hematopoiese, anti-oxidação e imunidade. Assim, a deficiência deste mineral pode desencadear uma série de patologias nas aves, sendo, problemas cardiovasculares, anemias, falhas reprodutivas, diarreia, fragilidade óssea, redução da pigmentação das pernas e espessura da cartilagem (WU et al., 2019; SCOTTÁ et al., 2014).

Em estudo de linhagens de frangos de crescimento rápido, afirmaram existir particularidades nas características morfológicas dos órgãos digestivos e na morfometria da mucosa intestinal entre linhagens divergentes quanto ao aproveitamento nutricional. Segundo estes autores, aves com maior compartimento gástrico (proventrículo e moela) teriam a eficiência digestiva superior em relação aquelas que apresentam maior desenvolvimento do intestino (PINTO et al., 2010).

O perfil de crescimento dos órgãos (fígado, moela, intestino e proventrículo) de frangos de corte das linhagens Ross e Cobb, em ambos os sexos também verificaram que as aves da linhagem Ross foram mais precoces no crescimento e na deposição de água e minerais no fígado, portanto apresenta maior atividade metabólica na digestão e síntese de nutrientes, enquanto a linhagem Cobb foi mais precoce no desenvolvimento do intestino e crescimento e na deposição de nutrientes no proventrículo. Os machos são mais precoces que as fêmeas no crescimento e deposição de proteína, gordura e água na moela (MARCATO et al., 2010).

3.5 Antagonismo de minerais

Elevação dos níveis de ferro interfere na biodisponibilidade do cobre no fígado, resultando em deficiência desse mineral. Quando o zinco dietético é muito alto, ele atua como um antagonista do cobre, levando a uma deficiência no organismo. O fígado produz e sintetiza uma proteína chamada metalotioneína, que usa o zinco como ativador primário e o cobre como ativador secundário, que primeiro se liga aos íons de zinco livres e depois aos íons de cobre livres, reduzindo assim seus níveis (VIDOTTO, 2020).

Antagonismo pode ser definido como o efeito contrário produzido por um elemento sobre o outro ou sobre uma função bioquímica no organismo; no processo de absorção gastrointestinais:

- Reação química entre os elementos. Ex.: excesso de Mg na dieta pode levar a formação de fosfato de magnésio; excesso de sulfatos ($\text{SO}_4 =$) e de Mo, complexa o Cu.
- Fixação de elementos em partículas coloidais insolúveis de alumínio que atraem eletrostaticamente o Fe e Mg.
- Competição entre íons com carga semelhante, na absorção passiva pela pressão iônica na mucosa da parede intestinal (duodeno). Ex.: Fe^{+2} , Mn^{+2} , Zn^{+2} e Cu^{+2} .
- Nos processos metabólicos dos tecidos: Competição entre os íons para os centros ativos enzimáticos. Ex.: Mg, Mn e Zn nas metaloenzimas das fosfatases alcalinas, colinesterases e enolases.
- Competição para as ligações com substâncias carreadoras no sangue. Ex.: Fe com o Zn e o Cu nas ligações com a transferrina plasmática.

Tendo feito antagônico de diferentes íons sobre enzimas receptoras. Ex.: ativação da ATPase pelo (Mg) e sua inibição pelo (Ca) (EMBRAPA, 2021).

Os oligoelementos podem competir por sítios de ligação através do lúmen intestinal para a mucosa, interferindo na absorção de minerais. Quando muito cobre (Cu) é suplementado, a absorção de ferro (Fe) é inibida porque se liga à proteína transportadora transferrina, limitando os sítios de ligação para íons Fe. Portanto, Fe e Cu podem atuar como antagonistas em alguns casos, competindo com moléculas carreadoras e inibindo a absorção mineral (VIDOTTO, 2020).

3.6 Exigências minerais de frangos de corte e poedeiras

A otimização do metabolismo e a melhor do desempenho das aves dependem de uma nutrição adequada. Cerca de 50 substâncias são necessárias para o funcionamento normal de um organismo, porém, algumas desses nutrientes não são sintetizadas ou sintetizadas em quantidades insuficientes para o perfeito funcionamento fisiológico das aves. Entre essas substâncias, chamadas de substâncias essenciais, estão os minerais. Os minerais são divididos em macrominerais, que devem ser fornecidos em grandes quantidades, e oligoelementos, que o organismo necessita em pequenas quantidades (SANTANA, 2013).

Os oligoelementos, atuam como blocos de construção ou cofatores de estruturas de proteínas que ajudam a alterar ou modular alostericamente a estrutura terciária das enzimas, tornando-as ativas ou inativas. Nutricionistas têm usado minerais em forma inorgânica por muitos anos, exemplo, sulfato de zinco, selenito de sódio, sulfato de cobre, buscando suprir as necessidades minerais das aves (CRUZ, 2013).

Depois de atingir o trato gastrointestinal, os minerais devem primeiro se dissolver para liberar íons e ser absorvidos. No entanto, estando na forma iônica, os minerais podem complexar com outros componentes da dieta, dificultando a absorção, ou se totalmente complexados, os animais não podem obtê-los. Dadas essas incertezas, os níveis de minerais fornecidos na dieta são muitas vezes superiores aos níveis mínimos necessários para otimizar o desempenho, resultando em excesso de oferta. Atualmente, há um maior interesse em fornecer fontes quelatadas de minerais orgânicos ou oligoelementos, comumente referidos como proteínas (PINTO et al., 2012).

Os oligoelementos são extremamente importantes para o máximo desempenho dos animais, além de facilitar e simplificar o cálculo das rações. Deve se ressaltar que os níveis suplementados de oligoelementos em UI ou mg/kg de dieta tiveram poucas alterações nas últimas décadas. Levando em consideração a melhora constante da conversão alimentar dos animais, o consumo destes nutrientes por kg de ganho de peso estaria sendo reduzido com o tempo. Isto chama a atenção da necessidade de adequar os níveis para que as aves expressem o máximo potencial genético (ROSTAGNO et al., 2017).

Com o avanço dos conhecimentos sobre minerais de fontes orgânicas e a

disponibilidade de novos suplementos para os animais, o nutricionista tem a possibilidade de optar pela utilização de fontes inorgânicas ou orgânicas de oligoelementos. Para isso, uma série de experimentos foram executados com o objetivo de melhorar o conhecimento sobre os níveis ótimos nas dietas das aves (CRUZ, 2013).

As informações geradas conjuntamente com os dados publicados em diversas revistas científicas permitiram atualizar os níveis de suplementação de fontes inorgânica e orgânica. Para permitir maior precisão da suplementação destes nutrientes os níveis foram expressos com base na quantidade (UI ou mg) por kg de ganho ou de massa de ovo. A partir destes dados foi possível calcular a quantidade diária a ser suplementada e também recomendar o nível de suplementação em UI ou mg/kg da dieta (ROSTAGNO et al., 2017).

3.6.1 As exigências de minerais em frangos de corte

Exigência nutricional é definida como a quantidade diária de um nutriente que o animal deve ingerir para alcançar determinado nível de produção. Os minerais desempenham um papel importante na homeostase do corpo animal, pois são componentes estruturais dos órgãos e tecidos do corpo, componentes fluidos na forma de eletrólitos e catalisadores de processos enzimáticos e hormonais (LIMA, 2011).

Os animais requerem menores concentrações de oligoelementos que regulam a reprodução e o metabolismo de macromoléculas orgânicas como o sistema imunológico, carboidratos, lipídios e proteínas, tornando-os indispensáveis para o crescimento de aves. Apesar da comprovada importância desses elementos na nutrição animal, poucas são as pesquisas nas últimas décadas voltadas para determinar suas necessidades em animais monogástricos, e sua carência em relação a outros macrominerais como cálcio e fósforo ou em excesso, levando a uma série de alterações bioquímicas e alterações fisiológicas, levando ao surgimento de distúrbios metabólicos (BERTÓLI, 2010).

O cálcio é o mineral mais ativo, sendo essencial desempenhando uma série de funções, principalmente durante o desenvolvimento das aves. O corpo animal tem uma demanda maior por macrominerais e uma demanda menor por oligoelementos,

ambos essenciais. Os macroelementos são esses: o Cálcio (Ca), Fósforo (P), Potássio (K), Magnésio (Mg), Sódio (Na), Cloro (Cl) e o Enxofre (S) (RUTZ et al, 2009).

Tabela 1: Níveis de Suplementação de Oligoelementos de Fontes Inorgânicas e Orgânicas para Rações de Aves de Reposição, Poedeiras, Reprodutoras e Frangos de Corte.

Aves de reposição					Frangos de Corte				
Fase	Inicial	Cria	Postura	Reprodutoras	Pré Inicial	Inicial	Crescimento I e II	Final	
Idade					1 - 7	8 - 21	22 - 33	34 - 42	43 - 46
Faixa de peso (kg)					0,04-0,19	0,22-0,95	0,96-2,06	2,16-2,98	3,08-3,37
Inorgânicos (mg/Kg ração)									
Cobre	10,54	8,31	9,14	9,97	11,68	10,54	8,31	6,79	6,08
Ferro	52,84	41,68	45,85	50,02	58,55	52,84	41,68	34,05	30,50
Manganês	73,98	58,36	64,2	70,04	81,99	73,98	58,36	47,68	42,72
Selênio	0,317	0,250	0,275	0,300	0,351	0,317	0,250	0,204	0,183
Zinco	68,72	54,21	59,63	65,05	76,150	68,72	54,21	44,29	39,67
Iodo	1,069	0,843	0,928	1,012	1,185	1,069	0,843	0,689	0,617
Orgânicos (mg/Kg ração)									
Cobre	4,58	3,61	3,98	4,34	5,08	4,580	3,61	2,95	2,65
Ferro	22,91	18,07	19,88	21,68	25,380	22,91	18,07	14,76	13,22
Manganês	32,83	25,9	28,88	31,08	36,38	32,83	25,90	21,16	18,96
Selênio	0,138	0,109	0,120	0,131	0,153	0,138	0,109	0,089	0,080
Zinco	30,54	24,09	0,120	28,91	33,85	30,54	24,09	19,68	17,63
Proporção	1,27	1,00	1,10	1,20	1,40	1,27	1,00	0,82	0,73

Fonte: Rostagno (2017).

3.7 Minerais na avicultura

A composição química dos minerais é bem definida, no corpo, os minerais geralmente não estão associados a outras moléculas, mas ainda podem se ligar a outras moléculas orgânicas, como enzimas, hormônios, proteínas e aminoácidos. Os minerais são necessários para os organismos dos animais e são divididos em macroelementos e oligoelementos de acordo com suas necessidades; o corpo do animal tem uma demanda maior por macroelementos e uma demanda menor por oligoelementos (BERTÓLI, 2010).

Representam cerca de 4% do peso vivo das aves e, apesar de necessários em menores concentrações no organismo, os oligoelementos são de extrema importância devido ao seu envolvimento em diversos processos metabólicos. Os minerais compõem estruturas de biomoléculas e são necessários para o crescimento e

maturação dos tecidos além de serem cofatores de várias enzimas (SILVA et al., 2014; PASCOAL, 2014).

Os minerais têm sido tradicionalmente suplementados em dietas para animais com produtos inorgânicos. O estímulo se dá com avaliação de resultados de pesquisas que demonstram uma melhora nos índices produtivos relacionados ao crescimento, reprodução e sanidade de animais, quando alimentados com minerais quelatados. Os quelatos são considerados substâncias de forma anelada que envolvem metais, principalmente bivalentes, com constantes de dissociação variável. Já um elemento mineral transquelatado, é o que passa por um tratamento industrial, que tem esse mineral e duas ou mais porções de uma molécula chamada agente quelante (MOTTIN, 2013).

3.8 Biodisponibilidade biológica de fontes minerais

A biodisponibilidade de um nutriente é um termo relativo, sempre se referindo ao valor de outro produto usado como padrão, e pode ser definida como a medida da habilidade de um suplemento sustentar os processos biológicos nos animais. A biodisponibilidade também pode ser definida como a fração do mineral que realmente é absorvida e utilizada pelo animal. Existem muitos fatores que influenciam a biodisponibilidade dos minerais, especialmente dos elementos traços, tais como, nível de consumo do mineral, forma química, digestibilidade da dieta, tamanho da partícula, interações com outros minerais e nutrientes, agentes quelantes, inibidores, estado fisiológico do animal, qualidade da água, condições de processamento, idade e espécie animal (MILES et al., 2000; HENRY, 2010).

As fontes minerais utilizadas nas rações de poedeiras são geralmente oriundas de compostos inorgânicos, de origem geológica ou industrial, estes compostos são comumente utilizados para confecção de rações na forma natural ou através de misturas minerais (premix), a fim de suplementar os minerais deficientes nas matérias primas demonstrados no quadro 1.

Quadro 1. Macrominerais essenciais para poedeiras e suas principais funções

MINERAIS	FUNÇÕES PRINCIPAIS
Cálcio (Ca)	Formação de ossos e das cascas dos ovos; excitação muscular, sobretudo cardíaca; coagulação sanguínea; integridade da membrana celular e transmissão nervosa.

Fósforo (P)	Formação óssea e da casca dos ovos; constituição da molécula de DNA e RNA, formação de fosfolipídios; formação da coluna; participando assim, na transmissão dos impulsos nervosos; atividade enzimática, sobretudo como coenzima de vários complexos da vitamina B e fosforilação para a formação de ATP.
Potássio (K)	Balanço osmótico e hídrico corporal; participação no metabolismo proteico e dos carboidratos; integridade da atividade muscular e nervosa.
Sódio	Regulador do volume dos fluidos do corpo, pH e as relações osmóticas do organismo; participa das contrações das células musculares; inibição de enzimas da mitocôndria no meio extracelular; absorção e transporte dos nutrientes para as células; participa da estrutura dos ossos e componente de produtos.
Enxofre (S)	Metabolismo e síntese proteica; metabolismo das gorduras e dos carboidratos, e síntese de vitaminas do complexo B.
Cloro (Cl)	Manutenção da pressão osmótica e do equilíbrio ácido básico; transmissão de impulsos nervosos; transporte ativo dos aminoácidos e da glicose em nível celular e principal ânion do suco gástrico como parte do ácido clorídrico, ativação da amilase intestinal.
Magnésio (Mg)	Atividade neuromuscular e nervosa; transferência de energia; participação no crescimento ósseo; participação no metabolismo dos carboidratos e participação no metabolismo dos lipídeos.

Fonte: McDowell, (1999)

3.9 Deficiência de macrominerais em frangos e poedeiras

A nutrição animal reúne elementos essenciais da saúde das aves e outros animais. Para uma boa nutrição, é necessária uma variedade de ingredientes, incluindo macroelementos minerais que são substâncias de origem inorgânica constituindo parte dos tecidos e processos biológicos do corpo. Sua função diversifica vários macroelementos, como: Cálcio (Ca), Fósforo (P), Potássio (K), Magnésio (Mg) e Sódio (Na), e o conteúdo varia de acordo com a espécie, raça, peso corporal, idade e genótipo (MICHELL et al., 2009).

Uma dieta deficiente em cálcio pode levar a alterações no desenvolvimento ósseo, raquitismo e retardo de crescimento, principalmente em animais jovens. Os sintomas dolorosos, edema nas articulações, costas arqueadas e claudicação. A produção animal tem suas peculiaridades, mas a nutrição é um dos principais fatores que afeta diretamente o desempenho e a produtividade dos animais (VIDOTTO, 2020).

O cálcio e o fósforo são grandes elementos responsáveis pela formação do tecido ósseo (compõem cerca de 70% dessas estruturas). Além de necessitar de suplementação adequada, esses elementos também precisam ser balanceados, pois a deficiência de cálcio em animais jovens pode levar a nanismo, deformidades e raquitismo. Além dos defeitos, um desequilíbrio entre esses elementos pode causar diversos problemas permanentes (RUTZ et al., 2009).

O sódio e o potássio têm as funções reguladoras do equilíbrio osmótico, equilíbrio ácido-base e equilíbrio hídrico das células do corpo, e desempenham um papel no sistema enzimático. Animais com ingestão insuficiente de sódio podem perder o apetite e até ingerir impurezas. Da mesma forma, a deficiência de potássio pode levar à redução da ingestão de alimentos e crescimento atrofiado (MICHELL et al., 2009).

Dada a importância de altas quantidades de minerais, é necessário suplementar os animais em situações de escassez de alimentos ou quando se deseja maximizar a produção. Os suplementos alimentares incluem fornecer aos animais todos os elementos que faltam em sua dieta normal. Esta suplementação deve ser administrada sob a orientação de um profissional capacitado, com um suplemento de qualidade baseado na fisiologia de cada animal (SUN et al., 2021).

3.10 Deficiências de minerais

Aves com déficit em cálcio e fósforo manifestam diminuição do desempenho, bicos e ossos fracos. Quantidades excessivas podem dificultar a absorção de outros minerais. Esses dois elementos ainda são considerados reguladores da ingestão alimentar. No entanto, uma das limitações nutricionais mais importantes das galinhas poedeiras é a falta de minerais, pois as matérias-primas (milho e soja) usadas para produzir rações muitas vezes não são suficientes para as necessidades dos animais. O conteúdo mineral dessas matérias-primas também é variável, pois depende de fatores como solo e clima (CRUZ, 2013).

Frangos de corte na indústria por estarem sob confinamento, em um sistemas intensivos de produção, estão propensos às deficiências minerais. Entre os minerais, os que são mais exigidos complementando uma dieta milho-soja, são: (Ca, P, Na, Cl, Fe, Cu, I, Mn, Se e Zn). A suplementação numa dieta ocorre com o uso de premix minerais (nos oligoelementos), incluídos nas formulações. Para o Na

e Cl, tem o sal que é comumente a fonte utilizada para estes minerais (EMBRAPA, 2012).

Uma alimentação animal substancial deve obter quantidades adequadas de nutrientes, incluindo minerais, que são considerados muito importantes para as aves, pois estão envolvidos em todos os processos bioquímicos do corpo. A suplementação mineral em dietas de aves é necessária, pois muitas vezes a concentração de um ou mais oligoelementos nos ingredientes ou na própria dieta formulada não atende as exigências nutricionais para um bom desempenho (SANTANA, 2013).

Os minerais estão atualmente disponíveis em formas orgânicas e inorgânicas, os minerais orgânicos são a combinação de um ou mais minerais com substâncias orgânicas, como: aminoácidos, carboidratos e até proteínas. Esses minerais são mais biodisponíveis, mais fáceis de transportar e armazenados por mais tempo do que os inorgânicos (CRUZ, 2013).

3.11 Diagnóstico laboratorial e clínico de deficiências minerais em aves domésticas

A utilização da coleta sanguínea verifica minerais séricos, para realizar o procedimento que sucede a partir da inserção de agulhas hipodérmicas com 25x0,8mm. O sangue coletado deve ser de 3 ml, recomendando-se que o mesmo seja armazenado em tubos minerais séricos, sem anticoagulante. É necessário que durante 40 minutos as amostras adquiram repouso e posteriormente são centrifugadas a 3.500 rpm durante dez minutos, para garantir o soro e obter a descrição dos minerais, sendo cálcio, fósforo, ferro, magnésio e cloreto (SCHNEIDER et al., 2019).

DXA é um método desenvolvido para mensurar a mineralização e a densidade óssea em humanos com a capacidade de determinar a composição corporal de uma pessoa. O princípio desta técnica é mensurar a transmissão de raios X bioenergéticos (dois níveis de energia, baixo e alto) que atravessam o corpo e são atenuados de acordo com a composição, densidade e espessura dos tecidos corporais (MIRANDA, 2022).

Estudos mostram que adversidades na dieta acarretam déficit nas patas das galinhas, assim como rigidez óssea excessiva oferece maior chance de ruptura. Para identificar aspectos gerais da resistência óssea no campo da avicultura, há testes de resistência óssea que são mensurados em quilograma força e esses dados são

processados em softwares. O teste tem por intuito informar e quantificar a força dos ossos antes que ocasione rupturas (MORAES et al., 2013; CRISTO et al., 2017).

O teste de cinzas estabelece a concentração dos minerais do segmento tibiotarso, este segmento é descongelado e sujeito à estufa a 105°C no decorrer de seis horas, logo depois são desengorduradas com éter de petróleo por meio do equipamento soxhlet, durante quatro horas para atingir o peso ósseo sem gordura. Em seguida, os ossos precisam ser calcinados em mufla a 600°C por seis horas para obter o conteúdo de cinzas, que são evidenciados em porcentagem (VIEITES et al., 2017).

Apesar da alta e baixa biodisponibilidade da dieta, organismos superiores possuem mecanismos homeostáticos que mantêm suas concentrações minerais no sítio ativo dentro de faixas fisiológicas estreitas. Esses mecanismos incluem o controle da absorção e excreção intestinal, a disponibilidade de estoques específicos de elementos individuais e o uso de “transportadores químicos” para ligar certos elementos em quantidades inofensivas ou potencialmente tóxicas (SOUZA, 2014).

O grau de controle homeostático varia de acordo com um fator, mas a ingestão alimentar sustentada devido à ingestão insuficiente ou exposição continuada a um ambiente severamente deficiente, desequilibrado ou excessivo especialmente certos fatores que podem levar a problemas funcionais, de atenção. Portanto, eles estão abaixo ou acima do limite permitido pelo equilíbrio de estado homeostático (VIEITES et al., 2017).

Em alguns casos, existem defeitos bioquímicos que afetam a função fisiológica, podendo ocorrer defeitos estruturais, dependendo dos diferentes elementos e suas funções, da persistência de dietas tóxicas ou deficientes, da idade, sexo e espécie dos animais. A hipocalcemia é uma doença relativamente comum na criação comercial e amadora, e quando afeta nossas aves de forma agressiva e fulminante, muitas vezes são catastróficas (PINTO et al., 2019).

A causa desta doença é a falta de cálcio nas aves, que pode ser causada por vários fatores, podendo ser dieta inadequada, deficiência ou desequilíbrio de cálcio e fósforo, falta de vitamina D na dieta da ave, pois facilita a absorção de fontes alimentares de cálcio; problemas glandulares em aves, levando à reabsorção de cálcio pelos rins e uso indevido pelo organismo, promovendo problemas digestivos ao acelerar o trânsito intestinal, reduzindo assim a absorção de nutrientes e cálcio dietético (MORAES et al., 2013; CRISTO et al., 2017).

Aves com fragilidade óssea, podem desenvolver fraturas espontâneas, espessamento de articulações ósseas, bem como, deformação de patas, dedos, asas, coluna e outras articulações. Sinais do sistema nervoso como: convulsões, movimentos descoordenados, mal posicionamento da cabeça, andar em círculos, paralisia e paresia, fraqueza, dificuldades visuais, perda de apetite, alterações respiratórias e fraqueza, fazendo com que as aves entrem em estado de angústia, levando à morte (LIMA, 2013).

À medida que o problema progride, o resultado da doença é a morte da ave. O diagnóstico de hipocalcemia é baseado em: histórico de criação de galinhas, problemas nas galinhas, controle de parasitas. O controle de doenças fisiológicas pode ser realizado através do uso de práticas de manipulação que evitam situações estressantes, levando em conta a taxa de lotação adequada, o suprimento proteico e mineral (SORDI, 2019).

De acordo com a exigência para cada fase de criação, ventilação das instalações, fornecimento de água e comida nas horas adequadas, como também a limpeza dos equipamentos e instalações adequados, também deve ser estabelecida uma cobertura vacinal, o uso de antibióticos quando necessário. E, para que haja um controle das doenças parasitárias deve-se, também, estabelecer um plano de controle de endo e ectoparasitas, que depende do monitoramento das condições das aves (MORAES et al., 2013; CRISTO et al., 2017).

Através de exames clínicos, onde se faz a vistoria de dados que possam indicar a presença desta doença; exames laboratoriais em aves de porte maior, onde existe possibilidade de se medir a concentração de cálcio no sangue. Radiografia óssea, com isso teremos ideia do grau de calcificação nos ossos da ave. Deve-se averiguar doenças que possam apresentar sintomas parecidos ou que se assemelhem aos sinais de hipocalcemia (VIEITES et al., 2017).

Tratamento basal é a complementação de cálcio na alimentação, como pode ter vários fatores contribuintes de modo decisivo nesta doença. Deve-se averiguar todas as modificações que possam estar interferindo no aparecimento e instalação desta moléstia, facilitando no procedimento correto. A suplementação de vitamina D, fornecimento de cálcio, correção alimentar e medicação suporte ou sintomática também se tornam necessárias, muitas vezes (LIMA, 2013).

Por ser uma doença decorrente de falta de cálcio no organismo as chances de se ter sucesso em seu tratamento são muito altas. Em alguns casos pode haver

regressão de modo lento e gradativo, como por exemplo: na hipocalcemia em frango de corte. Uma suplementação mineral inadequada durante a fase de crescimento terá como resultado um desequilíbrio na homeostase mineral e desenvolvimento inadequado do esqueleto da ave, ou seja, calcificação anormal do osso (SORDI, 2019; ARAÚJO et al., 2009).

O excesso de cálcio pode atuar como antagonista, dificultando a absorção de certos minerais, como: ferro, cobre, zinco, magnésio, sódio e potássio. Os principais sintomas de deficiência de cálcio e fósforo são ossos e bicos fracos, além do baixo desempenho das aves. A resposta da ave às necessidades dietéticas de cálcio que são influenciada pela taxa de crescimento (BERTECHINI, 2012).

A inclusão da enzima fitase oferece uma possibilidade de redução dos efeitos de fatores antinutricionais presentes em quase todas formulações usadas atualmente. Além disso, a fitase pode proporcionar economia de recursos pela diminuição dos ingredientes onerosos. Ao considerar a incorporação de fitase na dieta de uma ave, as duas principais maneiras de usá-lo são: a primeira envolve a suplementação de rações com formulações existentes sem alterar os níveis de nutrientes para aumentar o desempenho dos frangos de forma econômica (LIMA, 2013).

A segunda é mudar a fórmula da dieta para reduzir o custo por tonelada de ração, caso em que a adição de fitase ajudará a restaurar o valor nutricional das dietas padrão. Como alternativa para otimizar a absorção de fósforo e o uso de outros nutrientes, uma nova abordagem para o uso de fitase exógena em frangos de corte ganhou ampla adoção nos últimos anos, o conceito de uso excessivo. Uma overdose é a adição de doses suficientemente grandes de fitase para destruir rapidamente a maior parte do ácido fítico presente na dieta. Como o fitato é um antinutriente, a quebra desse elemento melhorará o desempenho do animal (VILA, 2013).

As concentrações de potássio podem aumentar ou diminuir se as amostras de sangue não forem isoladas imediatamente, e o grau de variação antropogênica depende da espécie. Nas aves, os níveis de potássio nas amostras de sangue aumentaram cerca de 30% em 4 horas. Valores baixos estão associados a diarreia crônica, fome e alcalose. A verdadeira hipercalemia pode ocorrer na doença renal, acidose e necrose tecidual grave (LIMA, 2013).

O sódio é o principal eletrólito osmoticamente ativo no plasma e na urina das aves. Depois de comer, é absorvido pelo intestino, transportado para os rins e excretado por filtração glomerular. Dependendo da necessidade de sódio da ave, ele

pode ser reabsorvido no plasma ou excretado por secreção tubular renal. A hiponatremia (160 mEq/L) raramente é observada em excesso de ingestão de sal na dieta, desidratação devido à diminuição da ingestão de água ou aumento da perda de água, como diarreia ou insuficiência renal (CAPITELLI, 2013).

O fósforo, como o cálcio, é um componente importante da formação óssea e está envolvido na regulação do metabolismo ácido base e na produção de energia. As concentrações plasmáticas de fósforo são mantidas principalmente por excreção renal. Os níveis normais de fósforo plasmático em aves jovens são maiores do que em adultos, com valores séricos normalmente variando de 5 a 7 mg/dL (REZENDE, 2017).

A hipofosfatemia se manifesta como níveis sanguíneos abaixo de 5 mg/dL, que podem ser causados por deficiência de vitamina D3, tratamento prolongado com corticosteroides e jejum prolongado. O aumento dos erros pode ser atribuído à hemólise, que leva ao vazamento de fósforo intracelular para o plasma quando o sangue total não é separado (JUNQUEIRA et al., 2010).

A suplementação dietética recomendada de molibdênio para galinhas é inferior a 10 mg/kg. As aves toleram bem altos níveis de ferro em suas dietas outras aves não; sinais característicos de toxicidade crônica de ferro incluem crescimento reduzido e ganho de eficiência. As células beta do fígado, coração e pâncreas são as mais afetadas pela sobrecarga de ferro (LIMA, 2013).

A principal indicação diagnóstica é a hemocromatose, a deposição microscópica de grânulos de hemossiderina marrom-amarelados nos lisossomos dos hepatócitos. À medida que o armazenamento aumenta, os lisossomos são danificados, o ferro ionizado é liberado, causando danos oxidativos às membranas celulares e proteínas, em estágios avançados (VILA, 2013).

A representação do cobre é relevante na saúde dos animais, sendo capaz de efetivar funções de reprodução, hematopoiese, anti-oxidação e imunidade. Assim, a redução desse mineral pode desencadear uma série de patologias nas aves, tais como: problemas cardiovasculares, anemia, falhas reprodutivas, diarreia, fragilidade óssea, redução da pigmentação das penas e espessura da cartilagem (WU et al., 2019; SCOTTÁ et al., 2014).

O exame bioquímico das aves fornece informações para o diagnóstico rápido de determinadas patologias, o que é fundamental para o sucesso do tratamento, principalmente neste grupo de animais que muitas vezes atingem a forma clínica. A

aplicabilidade da bioquímica aviária vai além do âmbito clínico. Por exemplo, estudos de parâmetros bioquímicos de populações que não apenas refletem o estado dos indivíduos, mas também se relacionam com a qualidade nutricional do ambiente, são fundamentais para o manejo dessas populações e ambientes (VILA, 2013).

3.11.1 Macroelementos

O cálcio tem função coaguladora, age na contração dos músculos, responsável pelos batimentos do coração, no envio de impulsos nervosos, secreção de hormônios, como cofator, ativador e estabilizador enzimático e interagindo com a vitamina D (SANTANA, 2013).

Para uma melhora no desempenho, as aves necessitam de minerais essenciais, como: cálcio e fósforo. Os mesmos vão constituir a formação dos ossos e dos ovos. A deficiência desses elementos vão trazer consequências, prejudicando a saúde das aves, fazendo com que a deficiência de cálcio, faça com que os ossos fiquem frágeis e as cascas dos ovos fiquem finas e porosas, porém o excesso pode trazer problemas, dificultando a absorção de outros elementos (VELLASCO et al., 2016).

Já a deficiência de fósforo pode ocorrer complicações no metabolismo, sangue, energéticas, com aminoácidos e no desenvolvimento do esqueleto. No entanto, o excesso também vai trazer problemas, dificultando a liberação de cálcio ósseo prejudicando a mineralização da casca (CRUZ, 2013).

O ciclo de postura de uma galinha tem três fases bem distintas que podem ser mais ou menos descritas em ordem cronológica, a curva de ascensão da produção de 18 a 27 semanas, o pico de 28 a 45 semanas e a parte descendente da curva quando as aves superam as 46 semanas de idade. As recomendações de cálcio para poedeiras recebendo 100g de ração para todo o ciclo de postura é 3,25 e 3,58% (SANTANA, 2013).

A determinação dos níveis adequados de cálcio para poedeiras tem vários questionamentos, em virtude do constante avanço no melhoramento genético, na nutrição e nos fatores de ambiência e manejo. O fósforo (P) tem a participação na diferenciação das células e no crescimento, fazendo parte do (DNA e RNA), em associação com lipídios formando os fosfolípidos, especialmente elementos da

membrana plasmática, tamponando e mantendo a estabilidade osmótica e ácido base. A parte solúvel, tem participação nas transferências de energia (ATP) (CRUZ, 2013).

Cálcio e o fósforo são requisitados em maior quantidade pelos animais na fase de crescimento e deve-se ser fornecida de maneira a suprir suas necessidades à medida que organismo vai perdendo durante o dia. Quando o fósforo e o cálcio são absorvidos pelo animal, precisa receber a vitamina D, provendo do alimento ou da luz (COSMO et al., 2020).

Já o potássio (K) tem o balanço hídrico corporal e osmótico; participando também do metabolismo dos carboidratos e das proteínas; agindo na atividade muscular e nervosa e sua integridade; o magnésio (Mg), encontra-se em sua grande maior parte por volta de 70% na formação do esqueleto e tendo função estrutural, os outros 30% se encontram na parte interior das células e líquidos corporais (EMBRAPA, 2012).

Dentro das células age na rota da glicólise ativando enzimas, quando há deficiência, acontece a privação de glicólise no sistema nervoso, participa também desenvolvimento esquelético, ativação neuromuscular e dos impulsos nervosos; onde o magnésio e o cálcio interagem entre si; o sódio (Na) tem a função de regular o volume de fluidos do corpo no organismo, pH e pressão osmótica participando também das contrações musculares; inibindo no meio extracelular enzimas das mitocôndrias, transportando e absorvendo nutrientes para as células, parte estrutural dos ossos (CRUZ, 2013).

já o cloro (Cl) tem o equilíbrio acidobásico; regulação da pressão osmótica, age na transmissão de impulsos nervosos, transportando ativamente em nível celular a glicose e os aminoácidos e é o ânion principal do sulco gástrico fazendo parte de ácido clorídrico, ativando amilase intestinal e o enxofre (S) (nas proteínas é onde encontra-se a maior quantidade do enxofre), na conformação de aminoácidos sulfurados (cistina e metionina), e na (tiamina e biotina) que são vitaminas, possuindo na sua molécula o enxofre. Bastante importante na sintetização de hormônios pela metionina. Na sustentação dos tecidos corpóreos, o enxofre apresenta-se na forma de sulfato nas secreções e nos líquidos sinoviais. Devido à baixa necessidade de enxofre para os animais, as quantidades presentes nas rações já são satisfatórias (EMBRAPA, 2021).

3.11.2 Oligoelementos

O ferro (Fe) pode variar a quantidade a depender da espécie animal, sendo um elemento substancial na constituição da hemoglobina, a hematopoese tem o ferro como elemento primordial, é imperativa a presença dele em processos oxidação (transportador de oxigênio através da hemoglobina, no uso do oxigênio dos músculos e respiração muscular); o cobre (Cu) está ligado na absorção e utilização do Ferro (EMBRAPA, 2012).

Participa na composição de enzimas, na regulação dos glóbulos vermelhos; na pigmentação de penas; na integridade do miocárdio e do (SNC); na mineralização dos ossos, na síntese de mielina, na formação de elastina e colágeno e, juntamente com o ferro, na hematopoese. A deficiência é definida com apresentação de um quadro anêmico seja qual for a espécie, retardo no crescimento, despigmentação das patas, e ocorre distúrbio ósseo, desenvolvimento anormal das penas, causando uma difusa desmielinização e simétrica do (SNC) e da medula espinal e desarranjo gastrointestinal (CRUZ, 2013).

O iodo atua diretamente nas glândulas tireoides, onde os níveis de concentração são acumulados sendo primordial para a produção dos hormônios tireodianos (HT); controlando o metabolismo do animal. Manganês (Mn) é um oligoelemento que serve como ativador enzimático da tiaminaze, carnosinase, arginase, prolinase intestinal, agindo na síntese de ácidos graxos que é essencial na fosforilação oxidativa mitocondrial. Em casos que esses animais apresentam deficiência, como nas poedeiras reduz a produção de ovos e aumenta a incidência de ovos com cascas fracas (EMBRAPA, 2021).

E provocando “perose” em pintos que é caracterizado pela má formação e espessamento da articulação tíbio metatársica fugindo dos côndilos (tendão de Aquiles). O zinco (Zn) é fundamental para a função reprodutiva das fêmeas, de fundamental importância em todas as fases da reprodução. Contribuindo na constituição de proteínas e enzimas (EMBRAPA, 2012).

É importante para desenvolvimento e funcionamento do sistema imunológico, participando do desenvolvimento, proteção, antioxidante, reprodução, crescimento e estabilidade das membranas. O Selênio (Se) atua no metabolismo da vitamina E, age na fagocitose, na síntese de prostaglandina, atua também em uma enzima essencial para destruição do peróxido de oxigênio, o que contribui para manutenção da integridade das membranas celulares. A diátese exsudativa em pintos é causada

devido à deficiência em selênio, que também pode ocorrer por falta de vitamina E. Molibdênio (Mo) as evidências apontam que o Molibdênio é um contribuinte estrutural de vários complexos enzimáticos e age no catabolismo das bases púricas, é facilmente tóxico (SCHMIDT; SILVA, 2018).

Em altos níveis, nas aves contatou-se uma diminuição do crescimento, anemia e problemas de fertilidade. O flúor é encontrado em quase todos os órgãos e tem como ação inibidora sobre a glicose, fosfatase, reações do ciclo de Kresbs e transfosforilase, apresentando-se de maneira antagônica ao alumínio e cálcio. O Cromo (Cr) em relação às aves submetidas a um ambiente de estresse, a suplementação de cromo torna-se muito importante pois diminui os efeitos indesejados dessa condição, além de proporcionar uma melhora no crescimento e otimização da eficiência alimentar (EMBRAPA, 2012).

A suplementação com o cromo tem efeito positivo no crescimento e na eficiência alimentar de aves sob condições de estresse ambiental. O vanádio (V) é fundamental para as aves de postura devido ao aumento expressivo na produção de ovos, tendo em vista que essa suplementação não é muito interessante para aves de corte, pois o vanádio age na biossíntese do colesterol interferindo na engorda das aves. O silício (Si) é de fundamental importância na absorção de cálcio no início do desenvolvimento dos ossos, atuando na homeostase da derme e inclusive dos tecidos conjuntivos. O arsênio (As) é importante na produção de frango de corte por ser utilizado na forma de organosênico onde age na pigmentação da carne, há ganhos no crescimento e no peso (EMBRAPA, 2021).

Os minerais têm uma ampla gama de funções nos organismos animais e são considerados elementos essenciais para uma nutrição adequada. De um modo geral, estão envolvidos em quase todas as vias metabólicas do corpo e desempenham papéis importantes em funções fisiológicas como crescimento, reprodução, sistema imunológico e metabolismo energético, que são essenciais para a manutenção da vida e melhoria da produtividade animal. Os minerais podem ser divididos em macrominerais e oligoelementos de acordo com suas necessidades orgânicas. Desta forma, a concentração de elementos minerais essenciais em um organismo animal reflete suas necessidades alimentares (BERTECHINI, 2012).

Os minerais mais críticos na dieta das aves são: Cálcio, Fósforo, Potássio, Sódio, Enxofre, Cloro e Magnésio, também conhecidos como macronutrientes por suas maiores proporções na dieta. As dietas de aves são pobres em Ferro, Cobre,

Iodo, Manganês, Cobalto e Selênio e por isso são chamados de oligoelementos, mas são igualmente essenciais para aves (CRUZ, 2013).

Tabela 2. Oligoelementos essenciais na nutrição de aves.

Ferro (Fe)	Transporte de oxigênio e respiração celular.
Zinco (Zn)	Ativador enzimático (processos de formação óssea, do metabolismo de ácidos nucleicos, do processo da visão, do sistema imunológico e do sistema reprodutivo).
Cobre (Cu)	Ativador enzimático envolvendo o transporte e a transferência de oxigênio, metabolismo dos aminoácidos e do tecido conectivo.
Iodo (I)	Componente dos hormônios tireoidianos.
Manganês (Mn)	Integridade da matriz orgânica óssea e ativador enzimático, sobretudo no metabolismo dos aminoácidos e dos ácidos graxos.
Cobalto (Co)	Função anti-anêmica, componente de vitaminas do complexo B, age no metabolismo da glicose e também síntese da metionina.
Selênio (Se)	Junto com a vitamina E, promove a proteção dos tecidos contra danos oxidativos; componente da enzima glutatona peroxidase e metabolismo dos aminoácidos sulfurados.

Fonte: Mottim *et al.* (2013).

As fontes minerais mais utilizadas nas formulações para postura são oriundas de compostos inorgânicos ou orgânicos. Estes compostos são, mais usados na sua forma natural ou no uso de misturas minerais (premix), a fim de suplementar os minerais que estão deficientes nos ingredientes. A escolha de um suplemento ou fonte de mineral em uma ração depende muito, principalmente, das formas químicas em que os elementos são combinados, do custo por unidade de cada elementos requeridos e da garantia de ausência de algumas substâncias tóxicas para as aves (MOTTIM, 2013).

3.12 Conceituações da deficiência de minerais

Habitualmente os minerais não são associados a outros elementos corporais, e podem fazer ligações proteicas, enzimáticas, com aminoácidos e hormonais. Assim, estando totalmente envolvido ao metabolismo das aves, participando em diversos mecanismos para manutenção da vida das aves. Para melhorar o desempenho metabólico e rendimento das aves é fundamental uma alimentação balanceada a fim de obter o comportamento satisfatório do organismo das mesmas (BUENO, 2014).

Os minerais estão envolvidos em uma variedade de funções metabólicas. Os macroelementos (Cálcio, Cloro, Magnésio, Fósforo, Enxofre) e outras substâncias, desempenham papéis importantes em funções fisiológicas ou estruturais. Os

oligoelementos (Zinco, Ferro, Flúor, Cobalto, Arsênico, Manganês, Molibdênio, Silício, Selênio, Cobre, Iodo, Cromo e Vanádio) possuem funções metabólicas como reprodução, resposta imune e crescimento atuando como um catalisador enzimático em um sistema celular. Nesses casos, os minerais atuam principalmente associando-se às proteínas como proporção fixa de metalenzimas, melhorando assim a interação entre as enzimas e os minerais (COSMO et al., 2020).

A necessidade dos minerais para os organismos biológicos, são classificados como macroelementos e elementos traços a depender de suas necessidades. Os organismos dos animais têm maior precisão em termos de quantidade de macroelementos, enquanto os elementos traços são requeridos em menor quantidade, apesar de ambos serem essenciais (BERTÓLI, 2010).

3.12.1 Etapas de deficiência nutricional

Os graus de deficiência nutricional podem ser definidos em quatro etapas, sendo elas: Primeira etapa – Fase de depleção inicial distingue-se pelas trocas que ocorrem unicamente no metabolismo do elemento em resposta a uma ingestão inadequada; isso é compensado ao longo de um período pela inadequação do fornecimento. Não há diferença discernível na estrutura ou funções bioquímicas. As propriedades típicas são aumento da eficiência de absorção intestinal e/ou redução das perdas de excreção, desnaturação de proteínas carreadoras específicas e diminuição gradual dos estoques corpóreos, mas a concentração do elemento em seus locais específicos de ação não é afetada (EMBRAPA, 2012).

A fase inicial de esgotamento pode ser revertida para um estado normal aumentando o consumo do elemento; pode durar o resto da vida se a oferta permanecer marginal; ou pode levar à segunda fase de esgotamento limitando o consumo do elemento. A fase inicial de esgotamento não tem consequências. Segunda etapa – Fase de compensação metabólica é caracterizada pela redução de funções bioquímicas específicas, como as atividades de enzimas dependentes de oligoelementos ou receptores (EMBRAPA, 2021).

Ocasionalmente, o processo de depleção pode ser insuficiente para manter a concentração normal do elemento no local de ação, resultando na paralisia de algumas funções bioquímicas específicas. Em primeiro lugar, há uma troca mensurável no nível e no metabolismo dos substratos dessa função bioquímica, pois outros sistemas, independentes do elemento deficiente, realizam essa função

compensatória, isso é chamado de fase de compensação metabólica. Por exemplo: na presença de vitamina E adequada, a deficiência experimental de Selênio em animais e humanos é acompanhada por uma diminuição consistente na atividade de uma enzima específica do selênio, a (glutathionaperoxidase), mas não por um aumento nas lesões peroxidativas do organismo (SCHMIDT et al., 2018; SILVA, 2018).

Durante os estágios iniciais da deficiência de Cromo, o déficit resultante, a resistência à insulina, é frequentemente compensado por um aumento nos níveis de insulina no sangue, sem efeito observado na tolerância à glicose. A deficiência de Zinco causa uma diminuição na enzima carboxipeptidase dependente de Zinco no pâncreas, mas não prejudica as funções digestivas. Terceira etapa - Fase de descompensação metabólica da deficiência distingue-se pelo aparecimento de deficiências em funções corporais importantes como o desenvolvimento metabólico, imunológico, cognitivo e emocional, bem como aquelas relacionadas à capacidade de trabalho. Sinais e sintomas, por definição, não são clínicos e detectados somente por testes especializados (EMBRAPA, 2012).

Em relação aos riscos à saúde discutidos na fase 2, os desvios metabólicos (por exemplo, metabolismo da glicose ou lipídeos) são fatores de risco devido à sua natureza subclínica. Quarta etapa - Fase clínica distingue-se pelo aparecimento da doença e, à medida que se agrava, pela deterioração da deficiência até à morte. Para muitos oligoelementos, a fase clínica pode ser tratada com suplementos nutricionais; no entanto, alguns não respondem à suplementação porque o processo clínico é irreversível (SCHMIDT et al., 2018; SILVA, 2018).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os minerais são de suma importância para as aves, tanto para a manutenção da vida quanto no aumento da produção, seja para corte ou postura. Concluímos dessa forma que a presença dos minerais nas produções avícolas contribuirá com a máxima expressão do potencial genético e produtivo. As dietas com suplementação de minerais tem como intuito também atender de forma eficiente as recomendações reprodutivas dos lotes e transferir os efeitos positivos sob a qualidade da progênie. O aproveitamento dos minerais na avicultura é uma alternativa para aumento dos níveis zootécnicos, potencializando desempenho das aves e diminuindo os prejuízos, assim como aparecimentos de doenças e quedas na produção. E com a suplementação adaptada corretamente as aves exprimem o máximo da capacidade produtiva e genética, aprimorando os ganhos para produtores e criadores do ramo.

REFERÊNCIAS

ANDRETTA, Inês et al. **Environmental impacts of pig and poultry production: insights from a systematic review**. Quebec, 8 ed. 2021.

ARAÚJO, J.A et al. **Fontes de minerais para poedeiras**. Paraíba: Acta Veterinaria Brasilica, n.03.ed.02.2009.

AGUIAR, E, F. et al. **Diferentes microminerais suplementação em dietas para poedeiras comerciais e o efeito sobre os parâmetros de desempenho**. XXII Encontro latino americano de iniciação científica. Paraíba.2009.

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual**. 2018. Disponível em: <Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf> >. Acesso em: 15 jun. 2022.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA. 2. ed., 2012.

BERTÓLI, C.D. **Nutrição animal aplicada e alimentação dos animais domésticos**. Instituição Federal. Campus Camboriú. 2010.

BOSI, A.P. **História das relações de trabalho na cadeia produtiva avícola no Brasil**. Revista da História Regional. ed.16. 2011.

BUENO, C. F. D. **Comparação de programas de alimentação para frangos de corte: 4 e 14 fases**. 2014.

CAIRES, C.M. **Criação alternativa de frangos de corte**. Revista Eletrônica Nutritime, ed. 7. n.2. 2010.

CALIXTO, L. et al. **A avicultura como atividade satisfatória para pequenos produtores com o sistema integrado de produção em um município do norte do Paraná**. Universidade Estadual do Norte do Paraná. Cornélio Procópio. 2012.

CARVALHO, C. C. et al. **Perfil hematológico, bioquímico sérico, proteína C reativa e cortisol de ararajubas (Guaroba guarouba) mantidas em cativeiro**. Pesquisa Veterinária Brasileira, ed. 33.2013.

CRISTO, Andrieli Braga et al. **Efeito da densidade de alojamento sobre a incidência da pododermatite e características ósseas de frangos de corte criados em vivários dark house**. Salvador: Saúde produção animal, n.1.18. ed. 2017.

CRUZ, F. K. **Licopeno e minerais orgânicos na alimentação de poedeiras**. 2013. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul.

COSMO, B. M. N.; GALERIANI, T. M. **Minerais na alimentação animal**. Revista Agronomia Brasileira. ed. 4. Universidade Estadual Paulista – Unesp, 2020.

COSTA, A. D. et al. **Tecnologia e competitividade do trabalho na avicultura brasileira**. Paraíba: UFPR, ed.03.2015.

EMBRAPA 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao/trajetoria-da-agricultura-brasileira>. Acesso em: 10. maio. 2022.

EMBRAPA 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>. Acesso em: 10 maio 2022.

ESPÍNDOLA, C.J. **Trajatórias do progresso técnico na cadeia produtiva de carne de frango do Brasil**. Revista Geosul.ed. 27, n. 53. jan. 2012.

FIGUEIREDO et al. **Sistemas de produção de frangos de corte**. Embrapa Aves. Sistema de Produção, ed.1. 2016.

FLORIANO, L. S. **Anatomia e fisiologia das aves domésticas**. Ururá: rede E-tec, 2018.

KIERSZENBAUM, A. L. **Histologia e biologia celular: uma introdução à patologia**. Rio de Janeiro: Elsevier.ed.3. 2012.

LEDUR, M. C et al. **Novos rumos da genética no desenvolvimento avícola**. Avicultura Industrial, n.01.ed.102,.2011.

LIMA, A. P. O. **Vitaminas**. 2013. Disponível em: <https://www.infoescola.com/biologia/vitamina>. Acesso em: 12 junho 2022.

LIMA, R.C. et al. **Níveis de sódio para codornas japonesas na fase de crescimento**. Revista Brasileira de Zootecnia, n. 2.ed. 40.2011.

MACARI, M. A. **Fisiologia das aves comerciais**. Jaboticabal: FUNEP. 2017.

MAPA – **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Brasília. 2013.

MARCATO, S.M. et al. **Crescimento e deposição de nutrientes nos órgãos de frangos de corte de duas linhagens comerciais**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa. ed. 39. n. 5. 2010.

McDOWELL, L.R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais enfatizando o Brasil**. Gainesville: University of Florida. 3. ed. 1999.

MENDONÇA, Júnior. Disponível em: <http://Users/user/Downloads/97-382-5-PB.pdf>. Acesso em: 10. maio. 2022.

MENDONÇA, M. V. **Efeitos da associação de diferentes fontes de cobre e zinco na dieta de leitões desmamados.**2018.

MICHELL et al. **Efeitos de planos nutricionais e de fontes de metionina sobre o desempenho, rendimento e composição de carcaças de frangos de corte.** Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., ed. 61.2009.

MILES, R.D. et al **Relative trace mineral bioavailability.** Ciência Animal Brasileira, ed.1. 2000.

MIRANDA, Nicole de Moraes. **Fatores de influência na determinação da composição corporal de frangos de corte obtidos em aparelho de duplo feixe de raio x** Diponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/217700/miranda_nm_tcc_jabo.pdf?sequence=6. Acesso em: 08. Julho. 2022.

MOTTIN, C. et al. Suplementação com minerais quelatados em bovinos: uma revisão. **Rev. Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, ed. 8 n. 2. 2013.

MOURA, D.J. et al. **Animal welfare concepts and strategy for poultry production: a review.** Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas.n.1.ed.8.2017

MORAES, Priscila de Oliveira et al. **Resistência óssea de frangos de corte alimentados com farelo de canola.** Pelotas. Disponível em: http://cti.ufpel.edu.br/cic/arquivos/2013/CA_01191.pdf. Acesso em: 06 julho, 2013.

NUNES, G. H. S. et al. **Aspectos produtivos e de qualidade de linhagens de posturas comercial.** Revista Brasileira de Zootecnia: Brasília. ed. 22. n. 4. Dez. 2011.

PALHARES, J. C. P. **Novo desafio para avicultura: a inserção das questões ambientais nos modelos produtivos brasileiros.** Campinas: Facta, 2010.

PEDRO, Douglas et al. **Performance of broiler breeders supplemented with organic and inorganic minerals.** 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/L9yfXBwjgkVGHGy4QQgXk/?lang=en>. Acesso em: 06. julho.2022.

PINTO, S. et al. **Cálcio e fósforo na dieta de galinhas de postura: uma revisão.** Revista Scientia Agraria Paranaensis Unioeste - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Marechal Cândido Rondon. ed. 11. n. 1. 2012)

PINTO, S. et al. 2019. **Cálcio e fósforo na dieta de galinhas de postura: uma revisão.** Disponível em: <https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/calcio-fosforo-dieta-galinhas-t43149.htm>. Acesso em: 13 junho 2022.

ROWE, Elizabeth et al. **A systematic review of precision livestock farming in the poultry sector: is technology focussed on improving bird welfare?:** Oxford: Animals, 9. ed. 2019.

ROSTAGNO, M. H. **Impacto da restrição de antimicrobianos na indústria avícola.** Anais do XII Simpósio Brasil Sul de Avicultura. 05 a 07 de abril de 2017.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos.** Composição de alimentos e exigências nutricionais. n. 2. 2017.

RUTZ, F. et al. **Minerais orgânicos para aves e suínos.** I congresso internacional sobre uso da levedura na alimentação animal. Cbna: Campinas, 2009.

SANTANA, A. L. A. **Digestibilidade do Cálcio de fontes minerais avaliadas em suínos.** 2013. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/5769/texto%20completo.pdf?sequence=1>. Acesso em: 25. abr. 2019.

SCHNEIDER, A.F. et al. **Minerais séricos, características morfométricas ósseas e deposição de minerais ósseos de frangos de corte alimentados com dieta com inclusão de bentonita.** Santa Catarina: Zootec, n. 2. ed. 71. 2019.

SCHMIDT, N. S. et al. **Pesquisa e Desenvolvimento na Cadeia Produtiva de Frangos de Corte no Brasil.** RESR: Piracicaba.ed. 56. 2018.

SCOTTÁ, B.A. et al. **Influência dos minerais quelatados e inorgânicos no metabolismo, desempenho, qualidade da carcaça e da carne de frangos de corte.** Londrina. ed. 1710. 2014.

SILVA, J. H. V. et al. 2014. **Exigências de aminoácidos para aves.** Jaboticabal: Funep.1.ed. 2014.

SORDI, C. **Digestibilidade de cálcio e de fósforo de fontes inorgânicas para galinhas poedeiras.** UDESC/OESTE. Chapecó, 2019.

SOUSA, D. C. *et al.* **Sistema digestório das aves e o glicerol na dieta de frangos de corte: Revisão.** 9 n. 08. 2015.

SOUZA, C. **Biodisponibilidade do fósforo na dieta de frangos de corte contendo DDGS.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2014.

SANTOS, L. F. et al. **Morfologia do oviduto de poedeiras comerciais suplementadas com selênio orgânico.** Universidade Federal Rural de Pernambuco. Programa de PósGraduação em Ciências Veterinárias. 2009.

SUN, Y. et al. **Efeitos do cloridrato de manganês no desempenho do crescimento capacidade antioxidante, parâmetros da tíbia e manganês deposição de frangos.** Animais 2021, 11, 3470. [https://doi.org/10.3390/.](https://doi.org/10.3390/)

VIDOTTO, T. C. **O que são e qual a função dos minerais?** Disponível em: <https://www.acidadeon.com/on-run/NOT,0,0,1568755,o-que-sao-e-qual-a-funcao-dos-minerais.aspx>. Acesso em: 10 junho 2020.

VIEITES, F.M. et al. **1,25-dihidroxitamina-D3 sobre as características ósseas de frangos de corte fêmeas.** Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/yfShwCggk6bJTqGPpvbdP5m/?lang=pt>. Acesso em: 07. Julho. 2017.

VIEIRA, S.L et al. **Minerais quelatados na nutrição animal.** In: Simpósio sobre manejo e nutrição de aves e suínos. CBNA: Campinas. 2009.

VILA, L. G. **Bioquímica em aves:** Revisão de literatura. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

WU, Xuenhuang et al. **Effects of copper sources and levels on lipid profiles, immune parameters, antioxidant defenses, and trace elements residues.** Anhui: Springer, 1. ed. 2019.