



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
BACHARELADO EM ZOOTECNIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

**NÍVEIS DE ZINCO COMPLEXADO A AMINOÁCIDOS NA DIETA DE POEDEIRAS
COMERCIAIS EM FASE DE CRIA: INDICADORES DE BEM-ESTAR ANIMAL**

TATIANE AMARAL DE BARROS

Recife - PE

2022

TATIANE AMARAL DE BARROS

**NÍVEIS DE ZINCO COMPLEXADO A AMINOÁCIDOS NA DIETA DE POEDEIRAS
COMERCIAIS EM FASE DE CRIA: INDICADORES DE BEM-ESTAR ANIMAL.**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Departamento de
Zootecnia da Universidade Federal
Rural de Pernambuco como parte dos
requisitos necessários para a obtenção
do Grau de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Lilian Francisco
Arantes de Souza

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Bôa-
Viagem Rabello

Recife - PE

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B277n Barros, Tatiane Amaral de
NÍVEIS DE ZINCO COMPLEXADO A AMINOÁCIDOS NA DIETA DE POEDEIRAS COMERCIAIS EM
FASE DE CRIA: INDICADORES DE BEM-ESTAR ANIMAL: INDICADORES DE BEM-ESTAR ANIMAL /
Tatiane Amaral de Barros. - 2022.
47 f. : il.

Orientadora: Lilian Francisco Arantes de Souza.
Coorientador: Carlos Boa-Viagem Rabello.
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Bacharelado em Zootecnia, Recife, 2022.

1. bem-estar animal. 2. fase de cria. 3. micromineral orgânico. 4. poedeiras. I. Souza, Lilian Francisco
Arantes de, orient. II. Rabello, Carlos Boa-Viagem, coorient. III. Título

TATIANE AMARAL DE BARROS

**NÍVEIS DE ZINCO COMPLEXADO A AMINOÁCIDOS NA DIETA DE POEDEIRAS
COMERCIAIS EM FASE DE CRIA: INDICADORES DE BEM-ESTAR ANIMAL.**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em: ___/___/___

COMISSÃO EXAMINADORA

Presidente _____

Dr^a. LILIAN FRANCISCO ARANTES DE SOUZA (ORIENTADORA)

Universidade Federal Rural de Pernambuco

I Examinador _____

Dr^a. FLAVIANE MARIA FLORÊNCIO MONTEIRO SILVA

Universidade Federal de Pernambuco

II Examinador _____

MSc. GABRIELA DUARTE SILVA

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Suplente _____

MSc. JAMILLE SHEILA DA SILVA WANDERLEY

Universidade Federal Rural de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, pois ele é tudo e sem ele não sou nada!

Agradeço aos meus pais Eliane Silva e Idelson Tobias por tudo que fizeram e fazem por mim, por nunca desistirem de mim e acreditarem que sou capaz.

A minha irmã, Ilana Barros, pessoa incrível, inteligente, que tem um coração maravilhoso, que sempre acreditou, lutou e nunca desistiu de mim. Enfrentou cada batalha ao meu lado e me deu força a todo momento.

A Anaxandro Magalhães, que desde o início acreditou e me incentivou na busca pelos meus objetivos, sempre com uma palavra de incentivo para me motivar e mostrar que sou capaz. Que sempre estava ao meu lado com muito amor, sabedoria. Além de muita paciência!

A Jósely Rodrigues, minha amiga, que sempre esteve presente desde o primeiro período nas alegrias, nas tristezas, dificuldades e aventuras que a Universidade e a vida nos proporcionam.

Aos meus familiares, em especial a tia Ilma que sempre me apoiou nos estudos e sempre se fez presente.

Agradeço à minha orientadora, Prof.^a. Lilian Arantes que desde o início foi gentil, incentivadora e a cada aula inspirava uma vontade maior de conhecer a fundo a avicultura e ser zootecnista. Agradeço também a Gabriela Duarte e a Jamile Sheila pelo excelente trabalho desenvolvido no qual pude participar e adquirir conhecimentos impagáveis.

Por fim agradeço a todos os professores e colegas que contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional ao longo desses anos.

EPÍGRAFE

**Tudo tem seu tempo determinado. E
a tempo para todo o propósito
debaixo do céu.**

- Eclesiastes 3: 1 -

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos em dieta para galinhas poedeiras comerciais em fase de cria, sobre os indicadores de bem-estar relacionados ao desenvolvimento ósseo, ao empenamento e ao tegumento. Foram utilizadas 648 pintainhas da linhagem *Dekalb White*, no período de 1 a 35 dias de idade. As aves foram alojadas em gaiolas com densidade recomendada pelo manual e distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, consistindo em 6 tratamentos, 6 repetições e 18 aves por unidade experimental, totalizando 36 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram de uma dieta formulada a base de milho e soja suplementadas com 18, 30, 42, 54, 66 e 78 mg/kg de zinco complexado a aminoácido, respectivamente. A água foi fornecida à vontade e a ração ajustada semanalmente de acordo com as necessidades das aves e o manual da linhagem. Os indicadores de bem-estar foram adaptados e avaliados com base no protocolo *Welfare Quality* para galinhas poedeiras, ao longo das 6 primeiras semanas de vida. A suplementação de zinco complexado a aminoácido não influenciou nos indicadores de bem-estar quando observados aspectos como lesão na quilha, pele, crista e coxim plantar, bem como cobertura de plumagem, deficiência e danos na plumagem na fase de cria.

Palavras-chave: bem-estar animal, fase de cria, micromineral orgânico, poedeiras

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effects of inclusion levels of zinc complexed to amino acids in the diet of commercial laying hens in the brooding phase, on welfare indicators related to bone development, feathering and tegument. A total of 648 Dekalb White chicks were used, from 1 to 35 days of age. The birds were housed in cages with the density recommended by the manual and distributed in a completely randomized design, consisting of 6 treatments, of 6 replicates and 18 birds per experimental unit, totaling 36 experimental units. The treatments consisted of a diet formulated with corn and soybean supplemented with 18, 30, 42, 54, 66 and 78 mg/kg of amino acid-complexed zinc, respectively. Water was provided ad libitum and the ration adjusted weekly according to the needs of the birds and the lineage manual. Welfare indicators were adapted and evaluated based on the Welfare Quality protocol for laying hens during the first 6 weeks of life. Amino acid-complexed zinc supplementation did not influence welfare indicators when aspects such as injury to the keel, skin, crest and foot pad, as well as plumage cover, deficiency and damage to the plumage in the brooding phase were observed.

Keywords: animal welfare, weaning phase, organic micromineral, laying hens

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Frequência percentual (%) dos escores de lesões da quilha de aves poedeiras de 1 a 6 semanas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos.....29
- Figura 2** – Frequência percentual (%) dos escores de lesões na pele de aves poedeiras de 1 a 6 semanas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos.....30
- Figura 3** – Frequência percentual (%) dos escores de lesões na crista de aves poedeiras de 1 a 6 semanas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos.....31
- Figura 4** – Frequência percentual (%) dos escores de lesões no coxim plantar de aves poedeiras de 1 a 6 semanas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos.....32
- Figura 5** – Frequência percentual (%) dos escores de cobertura da plumagem do pescoço, dorso, cauda e cloaca de aves poedeiras de 1 a 6 semanas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos.33
- Figura 6** – Frequência percentual (%) dos escores de cobertura da plumagem do peito de aves poedeiras de 1 a 6 semanas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos.34
- Figura 7** – Frequência percentual (%) dos escores de cobertura da plumagem da asa de aves poedeiras de 1 a 6 semanas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos.35
- Figura 8** – Frequência percentual (%) dos escores de defeitos da plumagem das asas de aves poedeiras de 1 a 6 semanas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos.36
- Figura 9** – Frequência percentual (%) dos escores de defeitos da plumagem da cauda de aves poedeiras de 1 a 6 semanas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos.37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Programa de vacinação de acordo com a idade (dias), doença e via de aplicação.....	24
Tabela 2 - Níveis de inclusão do zinco complexado nas dietas experimentais.....	25
Tabela 3 - Ingredientes e composição bromatológica calculada das dietas experimentais.....	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1. Objetivos gerais	15
2.2. Objetivos específicos	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1. Situação atual da avicultura de postura	16
3.2. Fases de criação	17
3.2.1. Importância da fase de cria	17
3.3. Minerais	18
3.3.1. A importância do Zinco.....	19
3.3.2. Fontes inorgânicas	19
3.3.3. Fontes orgânicas.....	20
3.4. Indicadores de BEA (Bem-estar animal)	22
4. MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1. Local do experimento	23
4.2. Delineamento animal e experimental	24
4.3. Dieta experimental	25
4.4. Indicadores do bem-estar nas aves	27
4.4.1. Lesões na quilha	27
4.4.2. Lesões na pele	27
4.4.3. Lesões na crista	27
4.4.4. Lesões no coxim plantar.....	28
4.4.5. Condição da plumagem.....	28
4.5. Análise estatística	28
5. RESULTADOS	29

6. DISCUSSÃO.....	38
7. CONCLUSÃO.....	41
8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	42

1. INTRODUÇÃO

Os complexos minerais orgânicos são mais facilmente absorvidos e retidos pelas aves em relação aos inorgânicos. Outra vantagem é a biodisponibilidade dos minerais orgânicos em relação aos inorgânicos convencionais, no entanto, a suplementação de microminerais em dietas animais é tradicionalmente realizada por meio de fontes inorgânicas como sais de sulfatos, carbonatos e óxidos.

Os íons livres dessas fontes inorgânicas podem apresentar reduzida capacidade de absorção pelos animais e baixa disponibilidade em função da formação de complexos com outros constituintes da dieta (MCDONALD, EDWARDS, *et al.*, 2010). Em função disso, uma prática comum é a suplementação de microminerais em excesso para evitar o desenvolvimento de deficiências (NYS, SCHLEGEL, *et al.*, 2018). O excesso dessa suplementação é excretado pelos animais e a utilização desses dejetos como fertilizantes, pode contribuir para a contaminação do solo, principalmente por zinco e cobre (WUANA e OKIEMEN, 2011), prejudicando o desenvolvimento de plantas (LEESON e SUMMERS, 2009).

Complexos orgânicos de minerais, popularmente chamados de minerais orgânicos ou quelatados, são opção para a suplementação nas dietas, uma vez que são protegidos contra a complexação com outros componentes, já que o micromineral está combinado a uma molécula orgânica, favorecendo sua absorção e biodisponibilidade (MCDONALD, EDWARDS, *et al.*, 2010). Os complexos entre metal e aminoácido representam os produtos oriundos da complexação de um sal de metal solúvel com um aminoácido, distintos de outras categorias de complexos orgânicos de minerais como quelatos entre metal e aminoácido, complexo entre metal polissacarídeo e proteínatos de metal (AAFCO, 1998). Pesquisas recentes apontam para efeitos benéficos com a utilização de complexos entre metais e aminoácidos em comparação a fontes inorgânicas sobre o desempenho, desenvolvimento de órgãos e qualidade dos ovos em poedeiras comerciais (DARVISHI, SHARGH *et al.*, 2020; LI, LI *et al.*, 2019; PEREIRA, RABELO *et al.*, 2020).

Dentre os microminerais, o zinco atua principalmente em funções estruturais, catalisadoras e reguladoras (STEFANIDOU, MARAVELIAS, *et al.*, 2006). Em aves, a deficiência de zinco resulta em diminuição da formação de queratina e colágeno, causando anormalidades ósseas, falhas no empenamento e dermatites (LEESON & SUMMERS, 2001; LEESON & SUMMERS, 2009). Assim, a deficiência de zinco em

aves prejudica o crescimento e resulta em má-formação esquelética e falhas na mineralização óssea (ABEDINE, SHARIATMADARI *et al.*, 2018; OLGUN & YILDIZ, 2017; PARK, BIRKHOOLD *et al.*, 2004; TOMASZEWSKA, MUSZYŃSKI *et al.*, 2017). Dentre os minerais, o zinco é o mais estudado em relação aos efeitos da deficiência sobre o empenamento das aves (CHEN, XIE, *et al.*, 2020), os sinais observados incluem penas desfiadas ou crespas, formação de blister na haste da pena e falhas no empenamento (O'DELL, NEWBERNE e SAVAGE, 1958; SUNDE, 1972). A deficiência de zinco está associada a problemas na pele como hiperqueratinização, descamação e dermatose em aves (O'DELL, NEWBERNE e SAVAGE, 1958; YOUNG, EDWARDS JR *et al.*, 1958).

É crescente o interesse mundial em explorar fatores que possibilitem o aumento da absorção ou metabolização dos elementos traços associados a uma boa nutrição e bem-estar animal. Assim, alguns indicadores de bem-estar relacionados principalmente com a saúde das poedeiras, como lesões na quilha, avaliação da marcha, condição da plumagem e escores de lesões na pele, crista e coxim plantar podem auxiliar na determinação da inclusão de minerais orgânicos nas dietas dessas aves. No entanto, há poucos trabalhos sobre a efetividade da suplementação mineral na forma de complexo orgânico na nutrição de galinhas poedeiras na fase de cria, diante desta demanda, o presente trabalho visa determinar os valores mínimos de suplementação de zinco complexado a aminoácido, que garantirá o bem-estar por meio de avaliação de indicadores de saúde e conseqüentemente diminuir os custos de produção em pintainhas de postura.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos gerais

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos na dieta de poedeiras comerciais durante a fase de cria sobre indicadores de bem-estar animal

2.2. Objetivos específicos

Verificar o efeito de níveis de inclusão do zinco na forma de metal aminoácido para poedeiras comerciais em fase de cria por meio da avaliação de indicadores de bem-estar animal relacionados:

- a) Ao desenvolvimento ósseo por meio da avaliação de lesões na quilha;
- b) Ao empenamento por meio da avaliação de cobertura e defeitos da plumagem do peito, dorso, cauda, cloaca, peito e asa;
- c) Ao tegumento por meio de lesões na pele, crista e coxim plantar.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Situação atual da avicultura de postura

No ranking mundial das proteínas animais mais consumidas em gramas *per capita* dia em 2017, o ovo ocupa a quarta posição com 5,88%, atrás respectivamente da carne, dos laticínios e pescados, no Brasil aparece também em quarto lugar com 4,18% atrás da carne, laticínios e pescados, segundo o *Our World in Data* (2022a). Em 2018 o Brasil ocupou a quinta colocação na produção mundial de ovos, atrás da China, Estados Unidos, Índia e México, com 2,84 milhões de toneladas, de acordo com o *Our World in Data* (2022b). A produção nacional de ovos de galinha em 2021 foi superior a 54 bilhões de unidades, representando um aumento de mais de 19,08% em relação a 2018. A maior parte dessa produção de ovos brasileiros 99,54% (24.552 toneladas) é atribuída ao mercado interno, restando 0,46% (11.346 toneladas) destinado à exportação, segundo dados extraídos do relatório semestral da Associação Brasileira de Produção Animal – ABPA (2022).

No Brasil, os principais estados com maiores números de pintainhas alojadas são, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santos e Pernambuco, ocupando a primeira, segunda, terceira e quarta posição respectivamente (ABPA, 2022). Com grande destaque na produção de ovos, Pernambuco conta com 3,94 bilhões de dúzias (IBGE, 2021) e segundo a ABPA (2022) aloja 8,19% do total das pintainhas nacionais, levando o Estado a ocupar lugar de destaque na região Nordeste. O município de São Bento do Una, localizado na mesorregião do agreste pernambucano à 205 Km da capital Recife e com mais de 213 milhões de habitantes, é o maior centro produtor de ovos do estado (IBGE, 2021), responsável pela maior produção de ovos do Nordeste e o quarto no Brasil, com produção diária de 7 milhões de ovos contando com mais de 90 produtores e gerando cerca de 13 mil empregos na região (AVIPE, 2018).

O ovo é considerado o segundo alimento mais completo em todo o mundo, ficando atrás apenas do leite materno, ele representa um composto nutricional completo, composto por água, proteínas, lipídios, além de carboidratos, minerais e vitaminas (MAZZUCO, 2008), é ainda uma proteína de baixo custo, se comparada a outras fontes de proteína como a bovina, a suína e a de frango. Essa fonte tão nutritiva, e presente na mesa da maioria dos brasileiros, vem ganhando cada vez mais

espaço e alcançando novos nichos de mercado como a indústria alimentícia, as redes de *fast food* e o mundo *fitness* (SILVA, 2019).

3.2. Fases de criação

Dividida em cria, recria e produção, as fases de criação das galinhas poedeiras comerciais se dão pelo grau de alterações fisiológicas, na qual estão interligadas com a formação do tecido nervoso e esquelético, empenamento, maturidade sexual, peso e estrutura corporal das aves (SANTOS, 2008). Na criação de poedeiras comerciais, as fases de cria e recria são consideradas as mais críticas, devido aos principais desenvolvimentos fisiológicos, dos órgãos internos, do sistema imunológico, do trato reprodutivo, digestivo e crescimento esquelético (SANTOS, 2020). Além disso nessas fases iniciais de criação, as aves passam pelo processo de debicagem e programa de vacinação o que tende a interferir no consumo e ganho de peso das aves e Pinto (2017) reforça que o ponto mais importante nas fases de cria e recria é o peso, pois é a forma mais fácil e prática de mensurar a qualidade de um lote.

Na fase de cria as pintainhas tem seus corpos cobertos por penugem, dificultando a regulação térmica e que, ao longo dos primeiros 35 dias, é substituída pelo empenamento natural, sendo crucial nesse período o controle de temperatura do galpão, assim como manter ração e água sempre disponível (SANTOS, 2020). Na fase de recria, as aves já estão maiores e é preciso manter o controle no fornecimento de ração e programa de luz para manter a uniformidade do lote (SANTOS, 2020),

Ao alcançarem o desenvolvimento corporal e maturidade sexual as frangas entram na fase de produção e começam a produzir os primeiros ovos, essa fase se estende até o fim da sua vida útil produtiva (EMBRAPA, 1997). A fase de produção é o período mais longo dentre as fases de criação e representa o rendimento produtivo do lote, onde o produtor vai poder colher os lucros do seu investimento (FARIA, FARIA FILHO, *et al.*, 2019).

3.2.1. Importância da fase de cria

Nos últimos anos, houve uma grande evolução no mercado comercial de poedeiras no que diz respeito ao seu desempenho. Brito, Bertechinni, *et al.* (2006) declaram que são encontradas linhagens cada vez mais precoces e produtivas,

apontando a importância das fases de cria e recria para proporcionar sucesso na fase de produção. Esse ganho genético das linhagens de poedeiras comerciais está associado a redução do peso corporal e do consumo de ração, melhora da conversão alimentar e aumento da massa de ovos produzida pelas aves (SANTOS, 2008). Dessa forma, segundo Sakomura (1996) é essencial que estudos sejam desenvolvidos de forma permanente, afim de garantir que as exigências nutricionais das aves sejam sempre atendidas, considerando todas as fases de criação.

Durante a fase de cria, as aves apresentam crescimento corporal acelerado, em função do desenvolvimento fisiológico de órgãos internos, tecido ósseo, sistema imunológico e do trato reprodutivo (CRUZ, A.,2021). Segundo Pavan, Garcia et al. (2005), o consumo de ração e o peso corporal são essenciais no desenvolvimento da ave, pois influenciam tanto na conversão alimentar quanto na fase de produção, por isso é necessário que as aves sejam bem manejadas na fase inicial para que não ocorra atraso no desempenho e desenvolvimento das fases posteriores. Assim como a ração e a água, é fundamental que se crie condições ideais para manter a temperatura do galpão, quantidade de comedouros e bebedouros suficientes e com altura adequada além de acompanhamento diário das condições do galpão e das aves (SANTOS, 2020).

3.3. Minerais

Os minerais são considerados nutrientes essenciais para a sustentação da vida animal, pois não são sintetizados pelo organismo, devendo ser obtidos por meio da dieta (PERUZZOLO, 2010). A suplementação das dietas com minerais e sua interação com outros nutrientes devem ser considerados, visto que o excesso de minerais na ração pode desencadear crescimento retardado, baixa eficiência de antibióticos e destruição de vitaminas, assim como quantidades insuficientes levam a deficiências nutricionais (ARAUJO, SILVA, *et al.*, 2008).

Os minerais estão envolvidos na participação das funções metabólicas, estruturais ou fisiológicas e são classificados em macrominerais (enxofre, cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloro e magnésio) e microminerais ou elementos traço (ferro, zinco, cobre, manganês, níquel, cobalto, molibdênio, selênio, cromo, iodo, flúor, estanho, sílica, vanádio e arsênico), sendo necessários em pequenas quantidades no organismo, participando de processos relacionados à resposta imunológica,

reprodução e crescimento (KIEFER, 2005). Igualmente importantes na alimentação das aves, colaboram em diversos processos bioquímicos, principalmente naqueles relacionados a formação óssea, além do crescimento e desenvolvimento (BRITO, BERTECHINI, *et al.*, 2006).

3.3.1. A importância do Zinco

O zinco (Zn) é um mineral traço essencial, para as aves e, assim como o manganês (Mg) e o cobre (Cu), estão ligados diretamente ao crescimento e desenvolvimento do tecido ósseo (UNDERWOOD e SUTTLE, 1999). O zinco apresenta função de auxiliar na formação da queratina e do colágeno presente no desenvolvimento do bico, pele e penas. Este micromineral exerce diversas funções potencializando a atividade de alguns hormônios como o glucagon, insulina, hormônios sexuais e de crescimento, além de estar envolvido no metabolismo de energia, carboidratos, ácidos nucleicos e proteínas (CRUZ, N.,2021). Ele é um dos constituintes da metaloenzima anidrase carbônica e atua no equilíbrio ácido-base do organismo e na calcificação óssea (LEESON e SUMMERS, 2001), também exerce função de proteção de membranas, efeito antioxidante, atuando na proteção dos grupos sulfidrilas nas membranas celulares, metabolismo de prostaglandinas e metabolismo de lipídeos (GOMES, RIGUEIRA, *et al.*, 2008).

Em uma situação de deficiência, os tecidos muscular e ósseo são capazes de liberar alguns excedentes de zinco, pois são os principais tecidos de reserva desse micromineral no organismo (EMMERT e BAKER, 1995). No entanto, uma deficiência severa de zinco no organismo das aves pode ocasionar distúrbios patológicos como, lesões na pele, redução do crescimento, deformidade nos ossos, problemas no empenamento, deficiência reprodutiva e baixa imunidade facilitando a ocorrência de infecções graves (PACHECO, 2012). No entanto o excesso de Zn pode acarretar em diminuição da atividade de outras enzimas como citocromo oxidase, catalase e enzimas ferrosas (BARROS, 2009).

3.3.2. Fontes inorgânicas

Em dietas para galinhas poedeiras são comumente utilizadas fontes inorgânicas de minerais, que apresentam origem geológica ou industrial, sendo

utilizados na fabricação de rações na forma isolada ou em forma de premix, com o intuito de suplementar a dieta que é deficiente desses componentes (ARAUJO, SILVA, *et al.*, 2008).

Os minerais na sua forma inorgânica são comumente dispostos nas dietas associados a sais inorgânicos simples como sulfatos, cloretos, carbonatos e óxidos (PERUZZOLO, 2010), com biodisponibilidades diferentes, promovendo diferentes resultados no desempenho das aves, mesmo com suplementos minerais com os mesmos níveis nutricionais (GOMES, RIGUEIRA, *et al.*, 2008). Os microminerais de fontes inorgânicas têm baixo custo e são necessários em quantidade diminuta na ração, sendo pouco sujeitos a avaliação de qualidade, resultando em constantes contaminações do óxido de zinco e sulfato de cobre que são frequentemente derivados de resíduos da indústria do aço, podendo estar contaminados com cádmio e flúor (VIEIRA, 2008).

Ao longo do processo de digestão, os íons minerais oriundos de fontes inorgânicas são liberados e podem se complexar a outros componentes da dieta, formando complexos insolúveis que são eliminados nas fezes (PERUZZOLO, 2010). Esses microminerais inorgânicos utilizados na dieta animal tendem a dissociar-se em ambiente com baixo pH, dessa forma no trato gastrointestinal os sais minerais tornam-se susceptíveis a vários nutrientes e aos antagonismos, reduzindo a absorção e biodisponibilidade (UNDERWOOD e SUTTLE, 1999). Sendo assim, com a incerteza da biodisponibilidade do micromineral e visando otimizar o desempenho das aves, são fornecido na dietas níveis superiores ao mínimo exigido de microminerais inorgânicos, resultando em excesso no fornecimento (RUTZ, PAN, *et al.*, 2003), resultando em problemas no desenvolvimento das plantas e contaminação do solo, pois as aves excretam o excesso dos microminerais e os dejetos oriundos da avicultura são utilizados como fertilizantes (WUANA e OKIEIMEN, 2011). Da mesma forma problemas nutricionais, podem ocorrer se houver deficiências subclínicas dos microminerais, causando desequilíbrio no organismo com sinais clínicos não específicos que são facilmente confundidos (ARAUJO, SILVA, *et al.*, 2008).

3.3.3. Fontes orgânicas

Minerais de fontes orgânicas possuem a capacidade de proporcionar maior disponibilidade e absorção no organismo (VIEIRA, 2008). Esses minerais também são

denominados de quelatados, pois são constituídas por íons metálicos ligados a substâncias orgânicas carreadoras (STEFANELLO, 2012), que podem ser aminoácidos ou polissacarídeos, que são capazes de se ligar ao metal por ligações covalentes, por meio de grupamentos aminos ou oxigênio, constituindo uma estrutura cíclica (LEESON e SUMMERS, 2001). Os minerais de origem orgânica são absorvidos pelos transportadores orgânicos e não por transportadores intestinais como acontece com os microminerais inorgânicos, dessa forma a competição entre minerais é evitada (PERUZZOLO, 2010). A biodisponibilidade desses microminerais é maior e eles são imediatamente levados aos tecidos, onde serão armazenados por um período mais longo que os de fontes inorgânicas (RUTZ, PAN, *et al.*, 2003). Como os minerais quelatados tem maior absorção no organismo das aves, atuando no melhoramento do desempenho e vida útil da ave, eles tendem a reduzir a poluição do meio ambiente em relação aos microminerais inorgânicos que são utilizados em maiores quantidades com maior volume na produção de excretas (BRITO e BERTECHINI *et al.*, 2006; PAIK, 2001).

Na busca por produtos com melhor custo benefício, Pacheco (2012) relata que mesmo os minerais quelatados tendo um valor mais caro que os inorgânicos, eles apresentam cerca de 50% de redução na suplementação em relação aos inorgânicos, ainda trazem resultados positivos ao desempenho, uma vez que são melhor absorvidos no intestino delgado, além de apresentar melhora no crescimento, reprodução e sanidade dos animais (PERUZZOLO, 2010). Reddy, Dwived e Ashmead (1992) também relatam que os minerais de fontes orgânicas também proporcionam nas aves maior ganho de peso, maior produção de ovos, melhora a qualidade de carne e ovos, redução da taxa de mortalidade e redução do efeito do estresse. Os minerais de fontes orgânica são encontrados em grandes variedades no mercado, no entanto apesar da mesma denominação eles possuem diferenciação entre os ligantes e os processos de produção e são classificados de acordo com a AAFCO (1998), em:

- **complexo metal-aminoácido:** produto resultante da reação de um sal metálico solúvel com aminoácidos não específico.
- **complexo metal-aminoácido específico:** produto resultante da complexação de um sal metálico solúvel com um aminoácido específico
- **quelato metal-aminoácido:** produto resultante da reação de um íon metálico obtido de um sal metálico solúvel com aminoácidos na proporção molar de 1mol

do íon metálico com 1 a 3 moles de aminoácidos na forma de ligações covalentes coordenadas

- **complexo metal-polissacarídeo:** produto resultante da complexação de um sal solúvel com solução de polissacarídeos.
- **metal proteinato:** produto resultante de um quelato e um sal solúvel com aminoácidos e ou proteínas parcialmente hidrolisadas.

3.4. Indicadores de BEA (Bem-estar animal)

Ruth Harrison lançou o livro “*Animal Machines*” em 1964, dando início ao debate sobre a ética da produção animal na agricultura. O livro de Ruth trouxe denúncias aos maus tratos no qual os animais de produção eram submetidos na Grã-Bretanha (HÖTZEL e MACHADO FILHO, 2004). O termo bem-estar animal foi então citado oficialmente pela primeira vez na Inglaterra em 1965, pelo comitê *Brambell*, criado pelo Parlamento, com o intuito de investigar a fundamentação das acusações que continham o livro e avaliar as condições dos animais submetidos as práticas intensivas de produção, em especial as que tinham utilização de gaiolas industriais para galinhas, gaiolas para vitelos e produção em larga escala de frango de corte (MORAES, 2018). O comitê define o termo como uma condição que abrange tanto o bem-estar físico como mental, no qual deve-se avaliar os aspectos fisiológicos e comportamentais dos animais (COMMAND, 1965). Outros conceitos de bem-estar animal surgiram desde então como o de Broom (1986), que define esse termo como o estado no qual o indivíduo tenta se adaptar ao seu ambiente, o de Siegel (1989) que considerou o conceito de bem-estar sendo a harmonia fisiológica e comportamental experimentada pelo animal e a de Duncan, Widowski *et al.* (1998) que complementa essa harmonia (fisiológica-comportamental), inserindo uma escala que pode variar de muito bom a muito ruim.

A avaliação do bem-estar animal deve compreender uma abrangente escala de mensurações, respostas fisiológicas e comportamentais e associações entre as diversas variáveis e suas consequências em relação à severidade do problema (MORAES, 2018). Os indicadores do bem-estar, conforme Zanella (1995), podem mudar de acordo com a espécie estudada e os resultados obtidos de todas as mensurações devem ser analisados e interpretados com cautela (CRAIG e ADAMS, 1984). Em aves, condutas como automutilação, comportamento excessivamente

agressivo, bicar de penas ou estereotípias são considerados anormais e indicam condições ruins de bem-estar e segundo Moraes (2018) é sempre uma tarefa árdua garantir que os animais estejam sempre em condições ideais, já que o conceito de bem-estar passa constantemente por reformulação.

A “*Farm Animal Welfare Council*”, uma organização com grande influência mundial em proteção dos animais, traz a proposta das “Cinco Liberdades”, defendendo a Liberdade Fisiológica: no qual todos os animais devem ser livres de sentir fome e sede e devem ter acesso à água fresca e a uma dieta balanceada; Liberdade Ambiental: os animais devem estar livres de desconfortos e vivendo em abrigos apropriados em um ambiente protegido das intempéries do tempo e área confortável para descanso; Liberdade Sanitária: eles devem ser livres de dor, ferimentos e doenças incluindo prevenção e tratamento rápido e especializado; Liberdade Comportamental: nessa os animais devem ter liberdade para expressar padrão normal de comportamento, lhes tendo garantidos espaço suficiente e adequado a cada espécie; Liberdade Psicológica: os animais devem estar livres da condições de medo, estresse, angústias e com assistência e tratamento para que possam evitar sofrimentos mentais (FAWC, 2009).

Para uma avaliação mais completa do bem-estar animal é interessante que se utilize um conjunto de indicadores, uma vez que a interação individuo-ambiente é variável. Dessa forma a utilização de medidas pontuais são válidas, mas a combinação de medidas de comportamento, fisiológicas, injúrias, doenças e do desenvolvimento do animal são bem mais eficientes (BROOM, 1988).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Local do experimento

A presente pesquisa foi conduzida no Laboratório de Pesquisas com aves (LPAVE) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), após aprovação do Comitê de Ética em Uso Animal da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Protocolo 6000110221). O galpão utilizado para o experimento com as aves, foi construído em alvenaria, com disposição de sistemas de cortinas e ventiladores, gaiolas metálicas (50x80x50cm) equipadas com comedouros do tipo calha e bebedouros infantis automáticos (copo acoplado).

O programa de luz utilizado seguiu as recomendações do manual da linhagem, sendo fornecidas 24 horas de luz na primeira semana de vida, reduzindo posteriormente uma hora diária até não receberem mais luz artificial no decorrer da fase. A temperatura e umidade relativa do ar foram registradas diariamente com a utilização de Datalogger (Modelo Hobo U12-012, *Onset Computer Corporation, Bourne, MA*) instalado no centro do galpão e três termohigrômetros digitais (modelo 452 7663.02.0.00, Incoterm®, Porto Alegre, RS, BR) fixados em pontos distintos do galpão.

4.2. Delineamento animal e experimental

Foram utilizadas 648 pintainhas de postura da linhagem *Dekalb White* com um dia de vida, alojadas em gaiolas equipadas com comedouros tipo calha e bebedouros tipo copo automático, sendo o fornecimento de água *ad libitum* e o fornecimento de ração ajustado semanalmente de acordo com as necessidades nutricionais das aves. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em 6 tratamentos com 6 repetições de 18 aves cada, com densidade de 140 cm²/ave conforme recomendação do manual da linhagem.

As aves passaram pela debicagem utilizando o método convencional por lâmina quente ao completarem oito dias de vida e seguiram o programa de vacinação conforme os desafios sanitários enfrentados na região. As aves receberam as vacinas de acordo com o esquema vacinal descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Programa de vacinação de acordo com a idade (dias), doença e via de aplicação.

Idade (dias)	Doença	Via
1	Doença de Marek + Doença de Gumboro + Boubá aviária	Subcutânea
5	Bronquite Infecciosa das Galinhas + Doença de Newcastle	Ocular
14	Pneumovírus	Ocular
35	Boubá aviária + Encefalomielite aviária	Membrana da asa
	Bronquite Infecciosa das Galinhas + Doença de Newcastle	Ocular
42	Coriza Infecciosa das Galinhas	Intramuscular

Fonte: Autora.

4.3. Dieta experimental

Os tratamentos foram compostos por ração a base de milho e farelo de soja e elaborados com níveis de inclusão do complexo metal aminoácido, com base na exigência da linhagem em: 18 mg/kg, 30 mg/kg, 42 mg/kg, 54 mg/kg, 66 mg/kg e 78 mg/kg correspondendo a 30, 50, 70, 90, 110 e 130% respectivamente das recomendações da linhagem para a fonte inorgânica do zinco, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Níveis de inclusão do zinco complexado nas dietas experimentais

Tratamentos (%)	Inclusão (mg/kg)
30%	18
50%	30
70%	42
90%	54
110%	66
130%	78

Fonte: Autora.

As dietas experimentais foram isoproteica e isoenergéticas e variaram apenas na inclusão do zinco complexado ao aminoácido que foi fornecido pela Zinpro (Zinpro Corp., Eden Prairie, MN, Estados Unidos) (Tabela 3). A alimentação fornecida foi formulada conforme as exigências nutricionais das aves contidas no Manual da Linhagem Dekalb White.

Tabela 3 - Ingredientes e composição bromatológica calculada das dietas experimentais.

Ingredientes	%
Milho 7,86%	61,6345
Farelo de Soja 45%	34,8821
Calcário calcítico	1,4677
Fosfato bicálcico	0,8202
DL-Metionina	0,2409
L-Lisina	0,2040
Bicarbonato de sódio	0,2000
*Premix mineral	0,2000
Sal comum	0,1709
**Premix vitamínico	0,1500
L-Treonina	0,0238
Fitase	0,0060
Composição calculada	
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2950,00
Proteína Bruta (%)	21,03
Cálcio (%)	1,10
Fósforo disponível (%)	0,45
Sódio (%)	0,18
Potássio (%)	0,84
Cloro (%)	0,17
Colina (mg/kg)	985,08
Lisina digestível (%)	1,16
Metionina digestível (%)	0,53

*Premix mineral: Zinco (Zn) 18, 30, 42, 54, 66, 78 mg/kg conforme o tratamento; Cobre (Cu), 5,6 mg/kg; Ferro (Fe), 28 mg/kg; Selênio (Se), 0,175 mg/kg; Iodo (I), 0,7 mg/kg; Manganês (Mg), 61,2, mg/kg.

**Premix vitamínico: vitamina A, 9.000.000,00 UI/kg; vitamina D3, 2.500.000,00 UI/kg; vitamina E, 20.000,00 UI/kg; vitamina K3, 2,50 g/kg; vitamina B1, 2,00 g/kg; vitamina B2, 6,00 mcg/kg; vitamina B6, 3,00 g/kg; vitamina B12, 15.000,00 g/kg; Niacina, 35,00 g/kg; Ácido Fólico, 1,50 g/kg; Ácido Pantotênico, 11,00 g/kg; Biotina, 0,11 g/kg.

Fonte: Autora.

4.4. Indicadores do bem-estar nas aves

Os indicadores de bem-estar, foram avaliados ao longo das 6 primeiras semanas de vida em 5 aves por repetição, totalizando 30 aves por tratamento. As aves então, foram avaliadas em uma sala com baixa luminosidade e silenciosa.

4.4.1. Lesões na quilha

O osso da quilha foi avaliado através do método de palpação, que consiste em deslizar dois dedos sobre toda a superfície e lateral do esterno na busca de malformações sugestivas de lesões (WILKINS, BROWN, *et al.*, 2004). Na palpação, as lesões na quilha foram avaliadas por meio dos escores do Protocolo *Welfare Quality* para galinhas poedeiras (ASSESSMENT PROTOCOL FOR POULTRY, 2009), sendo a) 0 - Sem desvios, b) 1 - Desvios leves e c) 2 - Desvio ou deformação.

4.4.2. Lesões na pele

Para avaliação de lesões na pele foram utilizados os escores descritos por Blatchford, Fulton e Mench (2016) baseados do Protocolo *Welfare Quality* para galinhas poedeiras (ASSESSMENT PROTOCOL FOR POULTRY, 2009), sendo a) Escore 0 – Sem lesões, b) Escore 1 – lesões com menos de 2 cm de diâmetro e c) Escore 2 – lesões com 2 cm ou mais de diâmetro. Essa avaliação foi realizada na região da cloaca, abdômen, cauda e patas.

4.4.3. Lesões na crista

As lesões na crista foram avaliadas utilizando os escores descritos por Blatchford, Fulton e Mench (2016) baseados do Protocolo *Welfare Quality* para galinhas poedeiras (ASSESSMENT PROTOCOL FOR POULTRY, 2009), sendo a) Escore 0 – Sem feridas de bicadas, b) Escore 1 – menos de 3 feridas de bicadas e c) Escore 2 – 3 ou mais feridas de bicadas. Não foram consideradas feridas já cicatrizadas.

4.4.4. Lesões no coxim plantar

As lesões no coxim plantar foram avaliadas por meio dos escores do Protocolo *Welfare Quality* para galinhas poedeiras (ASSESSMENT PROTOCOL FOR POULTRY, 2009), sendo a) Escore 0 – Pés intactos sem feridas ou mínima proliferação de epitélio, b) Escore 1 – Necrose ou proliferação de epitélio ou coxim plantar com ou sem inchaço moderado, não visível dorsalmente e c) Escore 2 – Patas com inchaço visível dorsalmente. Os dois pés foram avaliados, considerando o pé com a pior condição para a pontuação.

4.4.5. Condição da plumagem

A plumagem foi avaliada por meio de avaliação da cobertura da plumagem e defeitos da plumagem conforme metodologia de Lai, Liang *et al.* (2010).

A avaliação de cobertura da plumagem foi realizada por meio de pontuações de penas para 6 regiões do corpo (pescoço, dorso, cauda, cloaca, peito e asa) usando escala de 1 a 5 para cobertura de penas, com 1 representando cobertura mínima (inferior a 25% de cobertura), 2 para cobertura de 25-50%, 3 para cobertura de 50-75%; 4 para cobertura superior a 75% e 5 para cobertura completa (100%).

Para avaliação dos defeitos da plumagem foram inspecionadas 2 regiões do corpo (asa e cauda) utilizando escala de 0 a 2, com 0 para ausência de defeitos, 1 para penas lesionadas e rasgadas e 2 indicando blisters desenvolvidos na haste, falha da pena em emergir do folículo, penas quebradas e empenamento retardado.

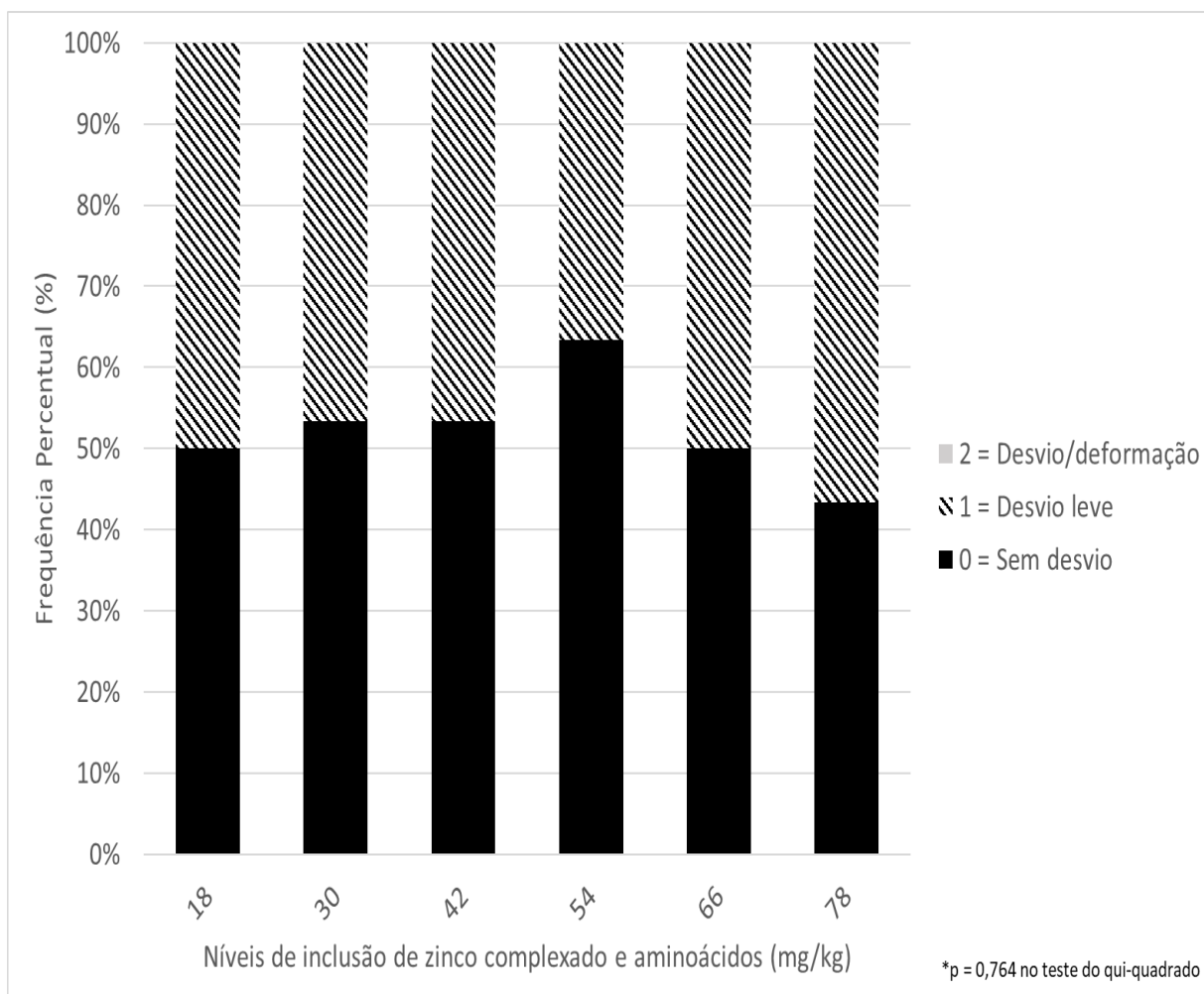
4.5. Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste do qui-quadrado ou teste G no programa BioEstat 5.3, utilizando nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Os resultados foram apresentados em frequência percentual (%).

5. RESULTADOS

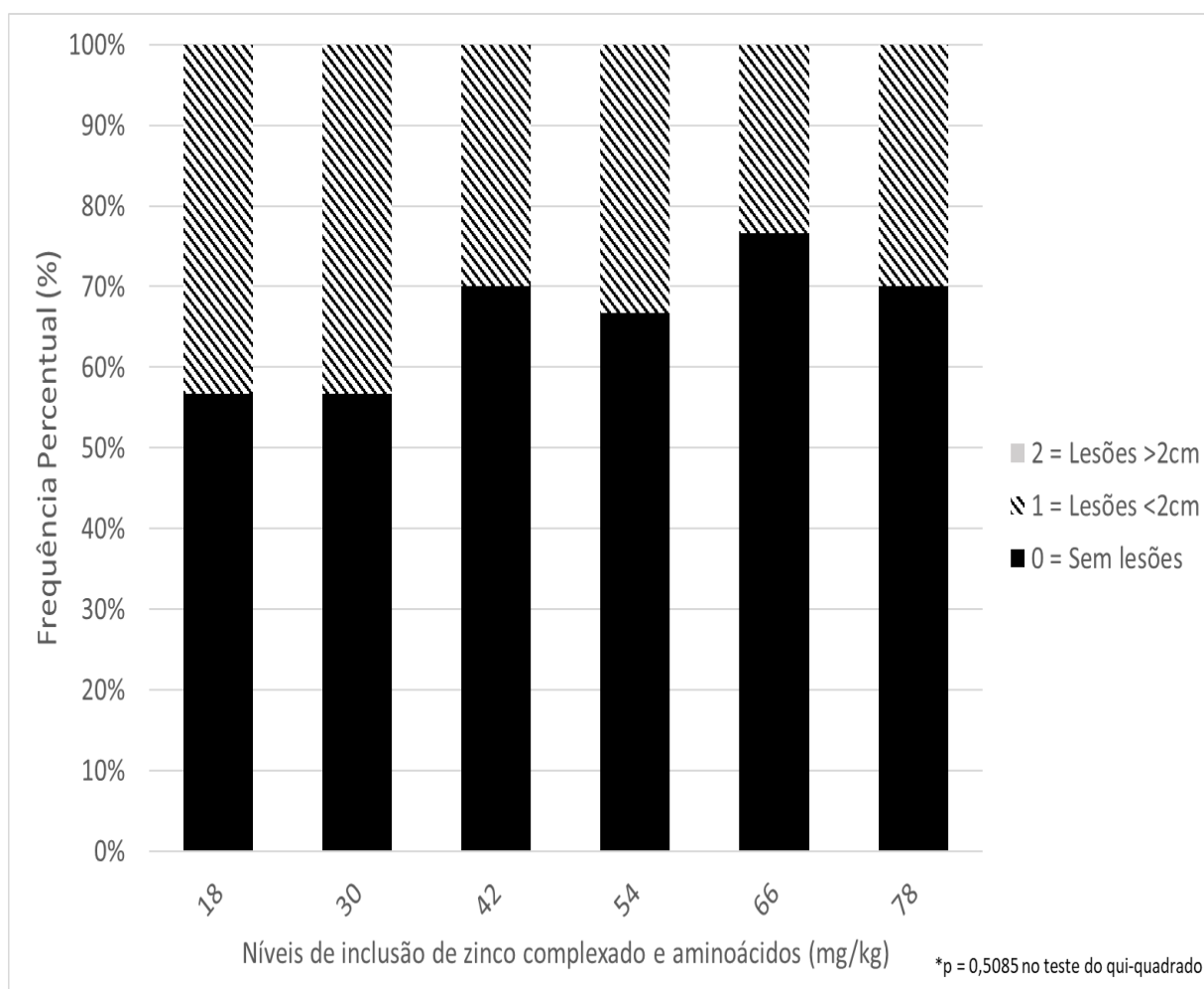
De acordo com a Figura 1, não houve efeito significativo ($p > 0,05$) dos níveis de zinco na dieta sobre o índice de lesões da quilha, observando apenas desvios leves.

Figura 1 – Frequência percentual (%) dos escores de lesões da quilha de aves poedeiras de 1 a 6 semanas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos.



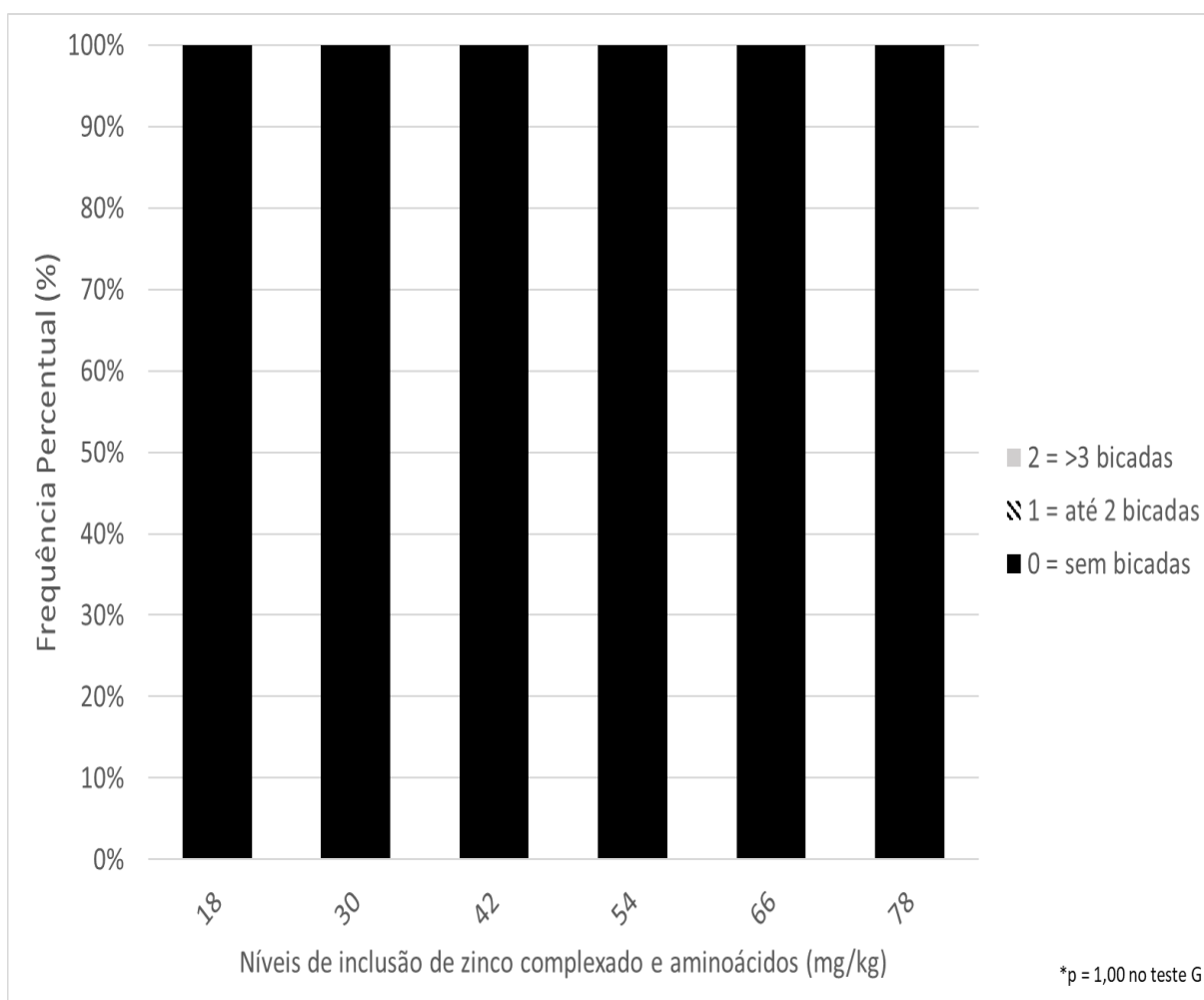
Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) dos níveis de zinco na dieta sobre o índice de lesões na pele (Figura 2). Independentemente do tratamento, nenhuma ave apresentou índice de lesões na pele maiores que 2 cm de diâmetro.

Figura 2 – Frequência percentual (%) dos escores de lesões na pele de aves poedeiras de 1 a 6 semanas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos.



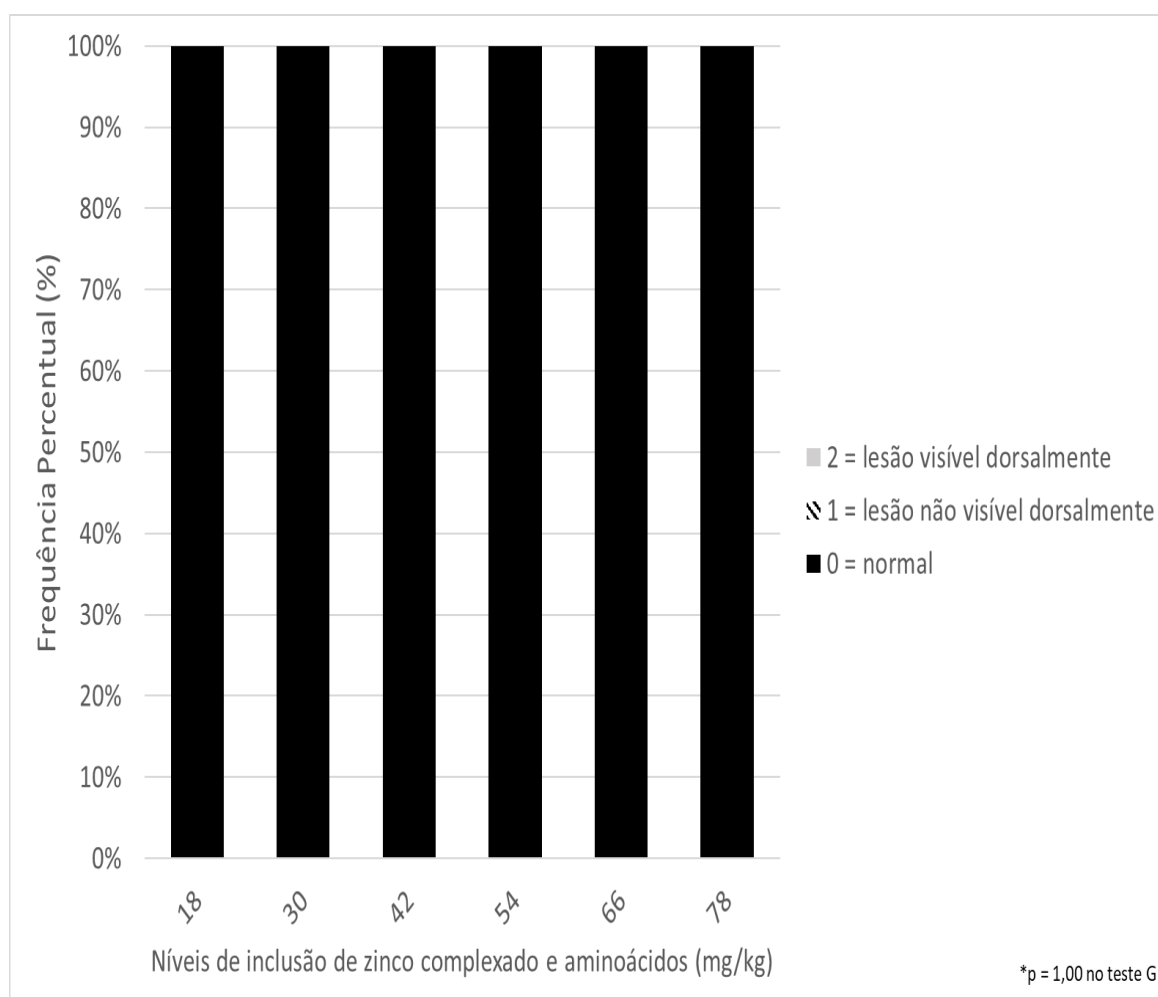
Na Figura 3 observa-se que não houve efeito significativo ($p > 0,05$) dos níveis de zinco na dieta sobre o índice de lesões na crista. Em todos os níveis de inclusão de zinco foi observado que 100% das aves não apresentaram lesões na crista, indicando ausência de sinais de bicagem.

Figura 3 – Frequência percentual (%) dos escores de lesões na crista de aves poedeiras de 1 a 6 semanas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos.



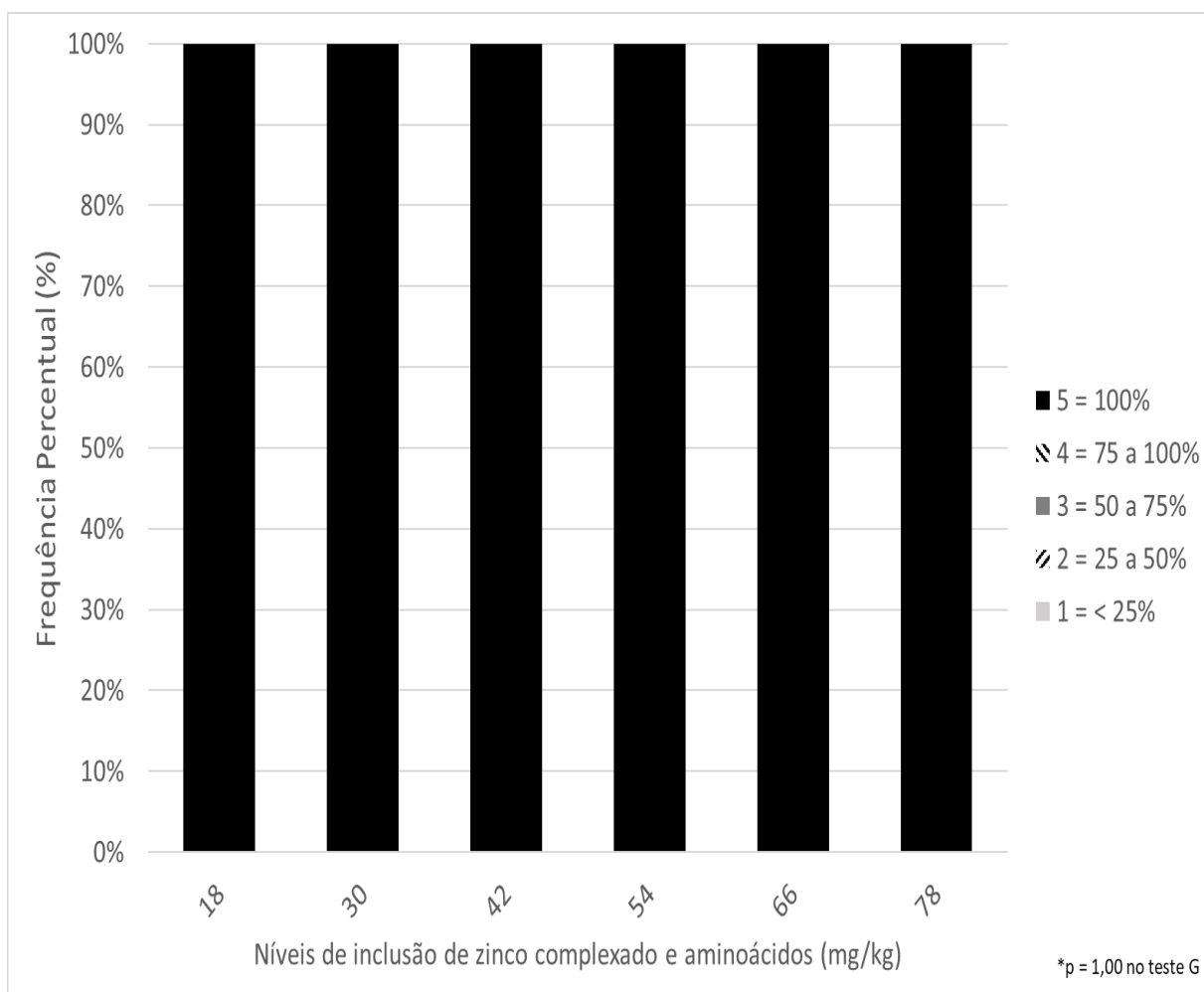
Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) dos níveis de zinco na dieta sobre o índice de lesões no coxim plantar das aves (Figura 4). Em todos os níveis de inclusão de zinco 100% das aves foram classificadas como índice normal, não apresentando lesões no coxim plantar.

Figura 4 – Frequência percentual (%) dos escores de lesões no coxim plantar de aves poedeiras de 1 a 6 semanas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos.



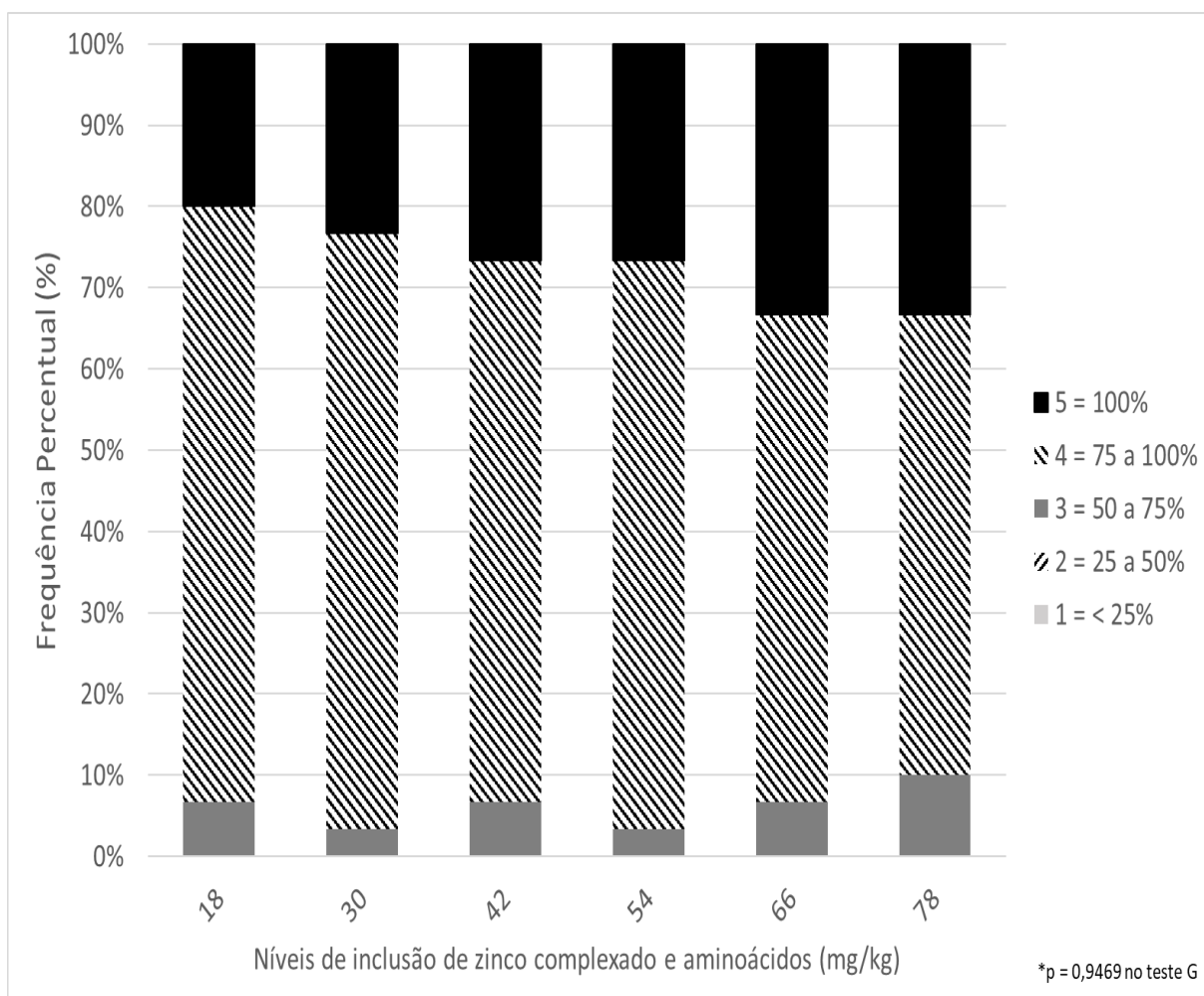
Os níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácido na dieta não influenciaram significativamente ($p>0,05$) a condição da plumagem das aves, tanto em relação à cobertura (Figura 5, 6 e 7) como em relação aos defeitos (Figura 8 e 9). Em relação à cobertura da plumagem, foram observados 100% de cobertura de plumagem nas regiões do pescoço, dorso, cauda e cloaca, conforme Figura 5.

Figura 5 – Frequência percentual (%) dos escores de cobertura da plumagem do pescoço, dorso, cauda e cloaca de aves poedeiras de 1 a 6 semanas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos.



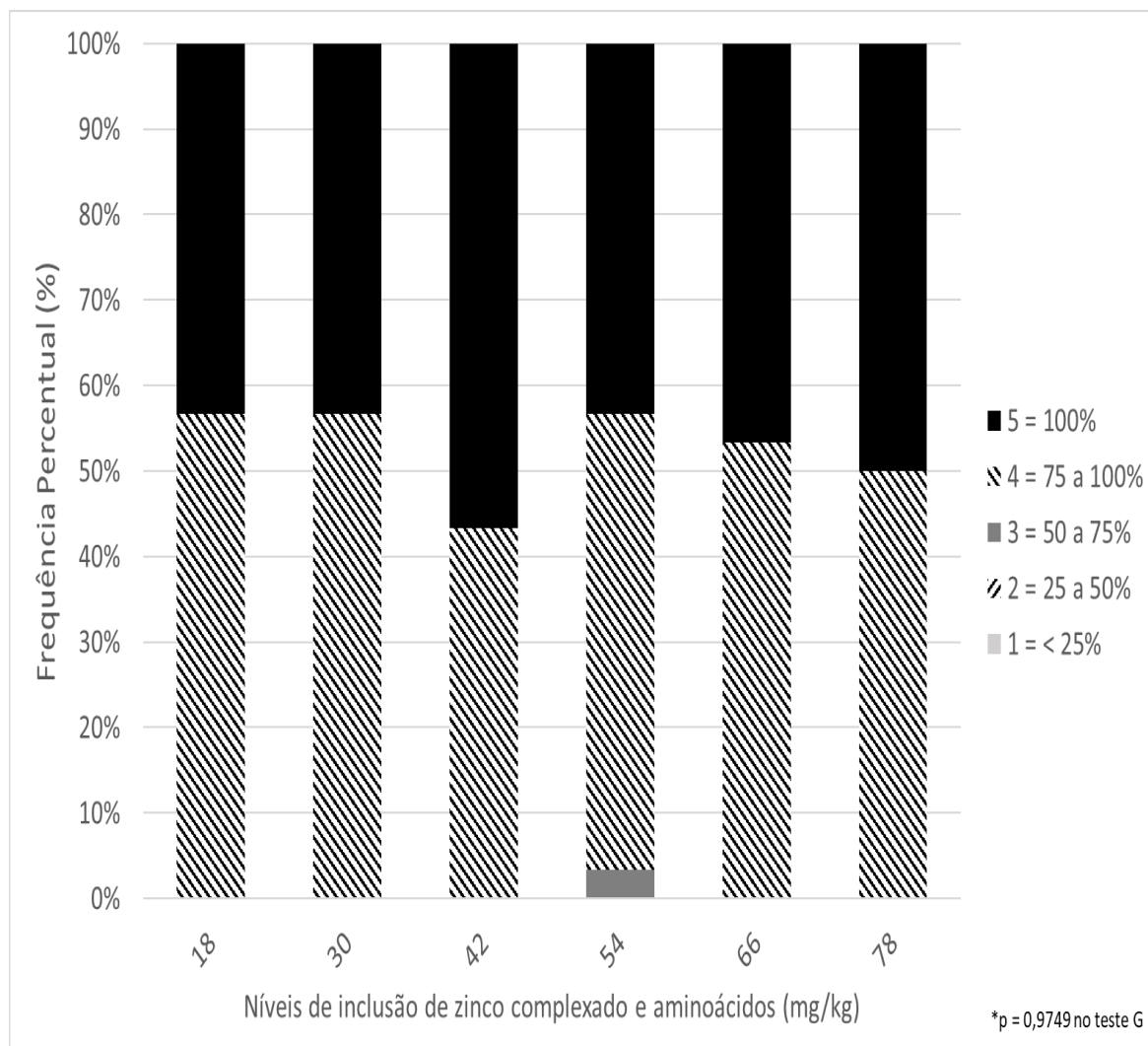
Em relação à cobertura de plumagem na região do peito, a maioria das aves apresentou cobertura entre 75 e 100% e nenhuma das aves apresentou cobertura inferior a 50% (Figura 6)

Figura 6 – Frequência percentual (%) dos escores de cobertura da plumagem do peito de aves poedeiras de 1 a 6 semanas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos.



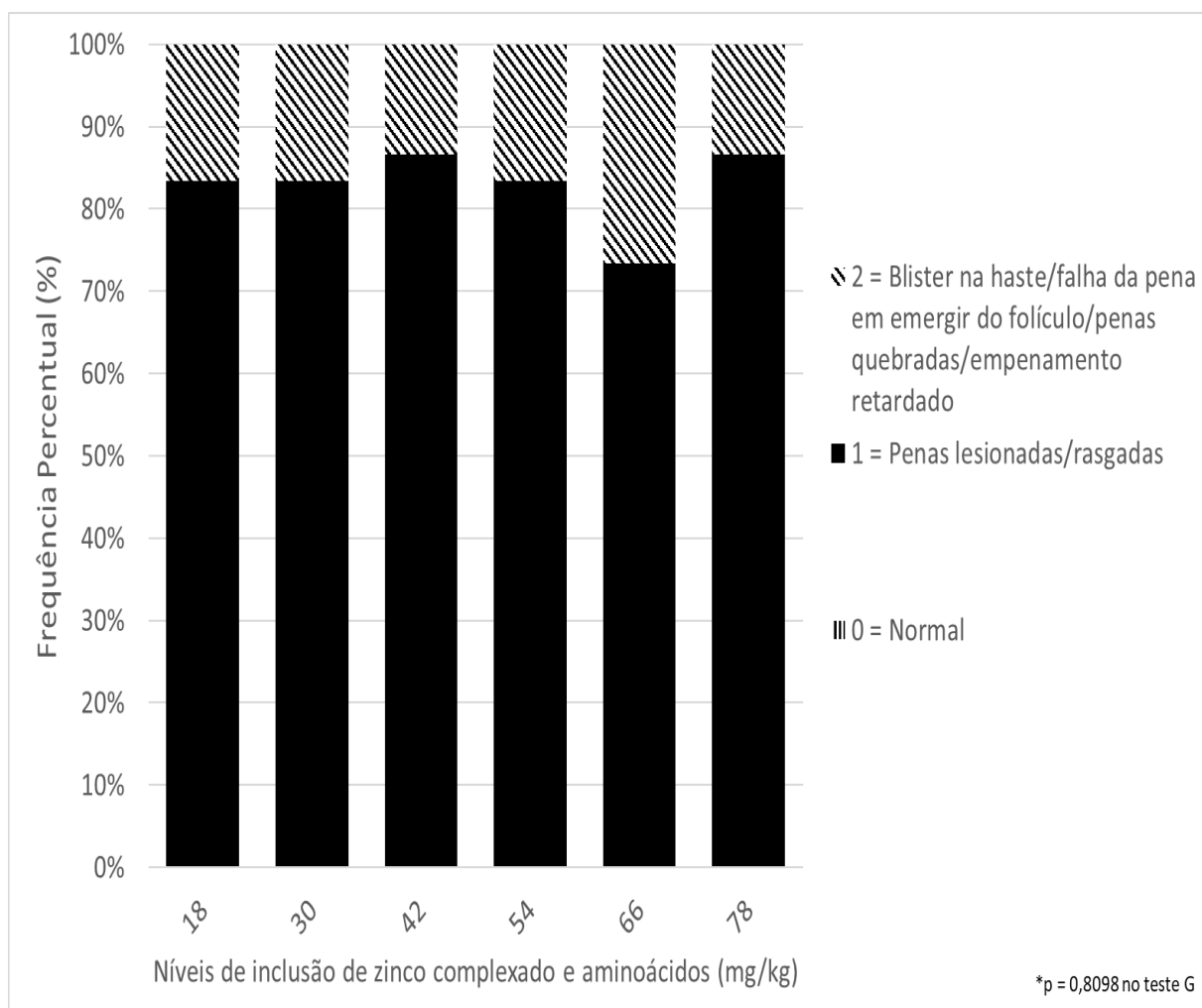
Já na condição de plumagem referente à cobertura das asas, independentemente do tratamento, a maior parte das aves apresentou escores de 4 e 5, representando cobertura de plumagem superior a 75% (Figura 7).

Figura 7 – Frequência percentual (%) dos escores de cobertura da plumagem da asa de aves poedeiras de 1 a 6 semanas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos.



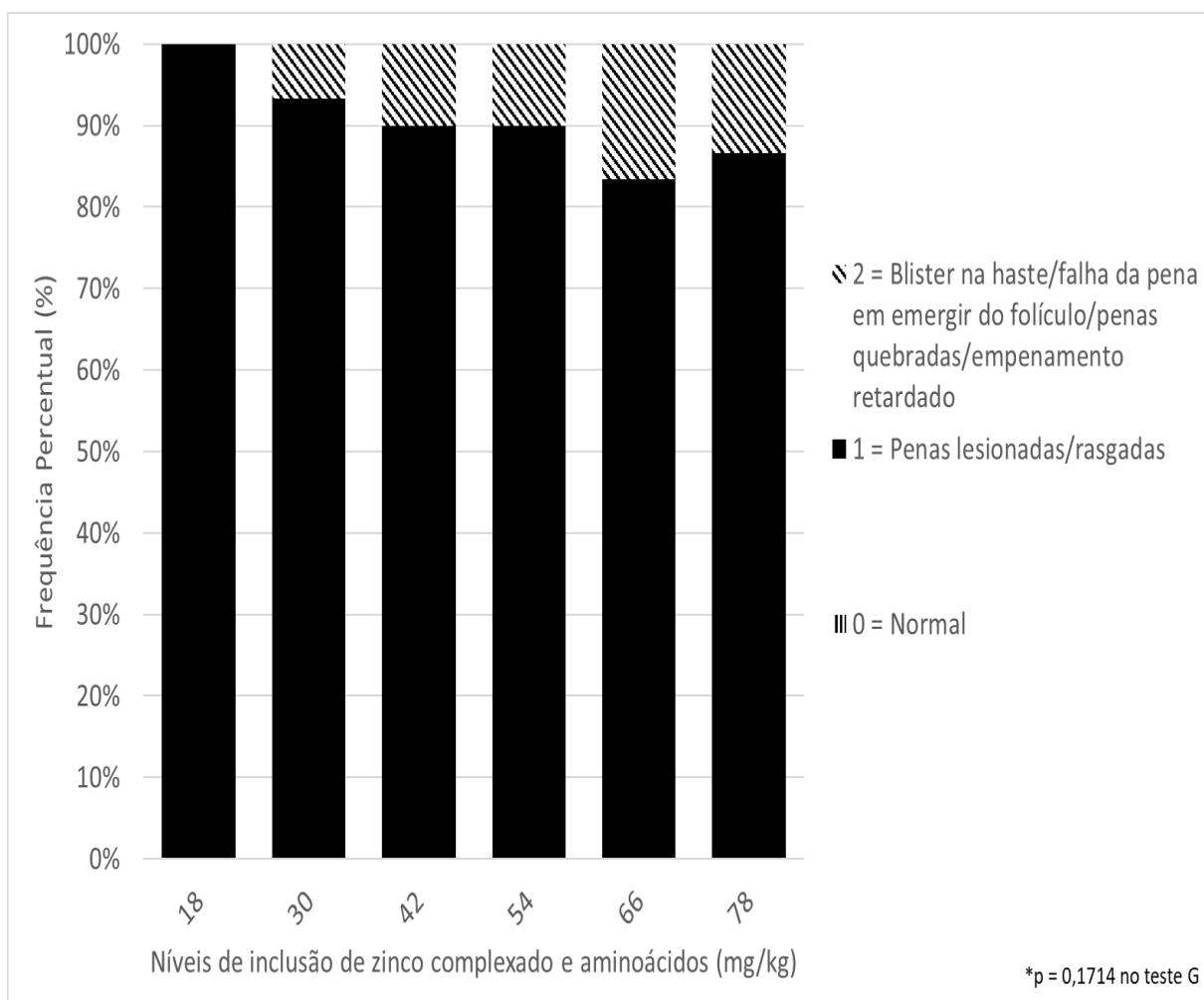
Em relação aos defeitos da plumagem, a grande maioria das aves apresentou penas lesionadas ou rasgadas na região das asas (Figura 8). Tais defeitos sugerem efeitos da manipulação das aves durante o período experimental, além do efeito do atrito com as gaiolas e a interação social com as demais aves.

Figura 8 – Frequência percentual (%) dos escores de defeitos da plumagem das asas de aves poedeiras de 1 a 6 semanas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos.



Ainda considerando os defeitos da plumagem, a grande maioria das aves apresentou penas lesionadas ou rasgadas na região da cauda (Figura 9), sugerindo também efeitos do manuseio e atrito com as gaiolas e a interação social com as demais aves .

Figura 9 – Frequência percentual (%) dos escores de defeitos da plumagem da cauda de aves poedeiras de 1 a 6 semanas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos.



6. DISCUSSÃO

No presente trabalho não foram observados efeitos significativos dos níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos sobre nenhum dos indicadores de bem-estar quando observados aspectos como lesão na quilha, pele, crista e coxim plantar, bem como cobertura de plumagem, deficiência e danos na plumagem na fase de cria., resultados semelhantes foram encontrados em pesquisa realizada por Faria (2018), onde o uso do zinco complexado a aminoácido, também não resultou em diferença significativa sobre aspectos como desempenho e características ósseas na fase de recria. Stefanello (2012), observou que o uso deste mesmo mineral de fonte orgânica apresentou aumento na qualidade e ultra-estrutura da casca dos ovos, em níveis iguais ou acima de 60 mg/Kg de Zn, obtendo os melhores resultados em relação a diminuição de perda de ovos e maior resistência da casca do ovo das poedeiras em fase de produção, quando comparado ao mineral inorgânico, deste modo, os resultados podem sugerir que a dosagem mínima de suplementação do zinco complexado a aminoácido é suficiente para que os indicadores de bem-estar não sejam afetados, pois se utilizado em excesso podem causar diminuição da atividade de outras enzimas como catalase, enzimas ferrosas e citocromo oxidase (BARROS, 2009).

Outro fator que deve ser considerado ao interpretar os resultados obtidos na presente pesquisa é a falta de adequação do protocolo *Welfare Quality*, que é um protocolo utilizado para galinhas poedeiras em fase de produção (ASSESSMENT PROTOCOL FOR POULTRY, 2009), não a aves em fase de cria, durante o crescimento. Os dados coletados são para avaliação de boa alimentação, boa habitação, comportamento apropriado e boa saúde; neste último, são avaliadas a ausência de lesões através de análise de deformação do osso da quilha, lesões de pele, dermatite da almofada do pé e dano do dedo do pé. Na ausência de um protocolo específico para aves poedeiras na fase de cria foi utilizado uma versão adaptada do protocolo *Welfare Quality*, que normalmente é utilizado para galinhas poedeiras em uma fase diferente da utilizada no presente estudo.

Outro ponto que pode ter contribuído para a ausência de efeitos significativos dos níveis de inclusão de zinco complexado a aminoácidos é a presença da enzima exógena fitase em todas as dietas experimentais. Corroborando com o trabalho de Ferreira, Geraldo *et al.* (2015) onde descreve que a presença dessa enzima permite

que haja maior disponibilidade do fósforo de origem vegetal, diminuindo assim a quantidade de fósforo inorgânico que deve ser incluída na ração e conseqüentemente, diminui efeitos ambientais provocados pelo excesso de fosforo excretado. A ampla utilização da fitase nas dietas de galinhas poedeiras se deve a redução do custo de produção por parte da indústria, pois fósforo é um dos nutrientes mais caros nas rações de frangos de corte e poedeiras, em rações base de milho e farelo de soja por exemplo, a redução deste custo chega a 10% sem prejuízo ao desempenho das aves (SINGH, 2008).

Presente em grãos de cereais, leguminosas e oleaginosas, o fitato ou ácido fítico possui um fator antinutricional que é a forma principal no qual o fosforo é armazenado (SENA, 2019). A presença do ácido fítico nesses alimentos, indisponibiliza o fósforo e ainda reduz a biodisponibilidade de minerais como cálcio, zinco, ferro, manganês e de nutrientes como aminoácidos e lipídeos, impossibilitando a absorção desses minerais por animais não ruminantes, como por exemplo, as aves que produzem pouca ou nenhuma enzima fitase responsável pela hidrólise dessa molécula em seu organismo (SNOW, DOUGLAS e PARSONS, 2003).

O fitato, presente nos ingredientes da dieta, pode afetar a biodisponibilidade do zinco, porém a presença da fitase e de aminoácidos incluídos na dieta, poderiam ter atuado como facilitadores na absorção, influenciando assim o aumento da disponibilidade de zinco (CLYDESDALE, 1998), diante disto, a formulação das dietas do presente experimento foram suplementadas utilizando o zinco orgânico e incrementada com a enzima exógena fitase. Elaboradas com nível crescente de zinco complexado a aminoácido, as dietas ainda continham milho e o farelo de soja que possuem aproximadamente 21,5 mg/Kg e 46,2 mg/Kg de zinco respectivamente segundo Rostagno, Albino *et al.* (2017), o que leva a crer que mesmo com baixo nível de inclusão do micromineral nas dietas, a presença da fitase pode ter liberado quantidade de zinco suficiente para atender à exigência nutricional da ave, fazendo com que os indicadores de bem-estar não fossem afetados.

No presente trabalho não foi identificado diferença significativa em relação aos indicadores de cobertura de plumagem e defeitos, apesar disto foi possível aferir visualmente que algumas aves do estudo não apresentavam uma cobertura perfeita em alguns casos. A presença de lesões na pele, crista e coxim plantar, assim como danos na plumagem podem ser causadas não somente pela deficiência de suplementação de minerais e aminoácidos, mas também estarem ligadas a interações

sociais (comportamento agonístico ou exploratório) e ao ambiente (grades da gaiola, espaço para movimentação) gerando atrito e perdas parciais das penas de algumas regiões do corpo da ave (MORAES, 2018), além do manuseio das aves durante todo o período experimental.

7. CONCLUSÃO

Não houve efeito dos níveis de inclusão do zinco complexado a aminoácidos sobre os indicadores de lesões na quilha, pele, crista e coxim plantar bem como condição e danos ao empenamento, indicando que o nível de suplementação de 18 mg/kg pode ser aplicado a dietas com inclusão de fitase, sem danos a esses indicadores de bem-estar das aves poedeiras em fase de cria. Dessa forma a presença do zinco pode ter influenciado positivamente na melhoria de tegumentos e plumagens demonstrada pelos indicadores de bem-estar.

8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AAFCO. **Association of American Fees Control Officials**, p. 237 - 238, 1998.

ABPA. **Associação Brasileira de Proteína Animal**. Relatório Anual 2022. São Paulo, p. 144. 2022.

ARAUJO, J. A. D. et al. Fontes de minerais para poedeiras. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 2, n. 3, p. 53 - 60, 2008.

ASSESSMENT PROTOCOL FOR POULTRY. Welfare Quality® Assessment Protocol for Poultry (Broilers, Laying Hens). **Welfare Quality® Consortium**, Lelystad, the Netherlands, 2009.

AVIPE. Associação Avícola de Pernambuco. **Feira de Avicultura aquece a economia de São Bento do Una**, 2018. Disponível em: <<http://www.avipe.org.br/web/feira-de-avicultura2018/>>. Acesso em: 21 Ago. 2022.

BARROS, R. D. **Uso de minerais orgânicos na avicultura**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2009.

BLATCHFORD, R. A.; FULTON, R. M.; MENCH, J. A. The utilization of the Welfare Quality® assessment for determining laying hen condition across three housing systems. **Poultry Science**, v. 95, n. 1, p. 154-163, 2016.

BRITO, J. Á. G. D. et al. Uso de microminerais sob a forma de complexo orgânico em rações para frangas de reposição no período de 7 a 12 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1342 - 1348, 2006.

BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British veterinary journal**, v. 142, n. 6, p. 524 - 526, 1986.

BROOM, D. M. The scientific assessment of animal welfare. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 20, n. 1 - 2, p. 5 - 19, 1988.

CHEN, M. J. et al. Molecular Signaling and Nutritional Regulation in the Context of Poultry Feather Growth and Regeneration. **Frontiers in physiology**, v. 10, p. 1609, 2020.

CLYDESDALE, F. M. Mineral interactions in foods. In: BODWELL, C. E.; ERDMAN, J. W. J. **Nutrients Interactions**. New York: Marcel Dekke, 1998. p. 257 - 268. ISBN Mineral interactions in foods. In: BODWELL, C. E..

COMMAND, P. 2. **Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry Systems**. Her Majesty's Stationery Office. London. 1965.

CRAIG, J. V.; ADAMS, A. W. Behaviour and well-being of hens (*Gallus domesticus*) in alternative housing environments. **Word's Poultry Science Journal**, v. 40, n. , p. 221 - 240, 1984.

CRUZ, A. H. **Manejo de poedeiras comerciais na granja ovos do sítio**. Universidade Federal de Sergipe. Nossa Senhora da Glória. 2021.

CRUZ, N. E. D. **Exigências de cobre, zinco e manganês para manutenção e ganho de codornas europeias em crescimento em função da fonte energética e da temperatura ambiente**. Universidade Federal da Paraíba. Areia, p. 57. 2021.

DARVISHI, Y.; SHARGH, M. S.; HASSANI, S. Effect of organic or inorganic zinc and manganese sources on performance and egg quality traits of laying hens. **Journal of Advanced Pharmacy Education & Research**, v. 10, n. 51, p. 23, 2020.

DUNCAN, I. J. et al. External factors and causation of dustbathing in domestic hens. **Behavioural Processes**, v. 43, n. 2, p. 219 - 228, 1998.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Manejo e produção de poedeiras comerciais. Concordia - SC, p. 56. 1997.

EMMERT, J. L.; BAKER, D. H. Zinc stores in chickens delay the onset of zinc deficiency symptoms. **Poultry science**, v. 74, n. 6, p. 1011 - 1021, 1995.

FARIA, A. D. G. **Suplementação de complexo metal-aminoácido em dietas de frangas de reposição**. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. 2018.

FARIA, D. E. D. et al. (Eds.). **Produção e processamento de ovos de poedeiras comerciais**. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas - FACTA, 2019.

FAWC. FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL. **Five freedoms**, 2009. Disponível em: <<https://www.gov.uk/government/groups/farm-animal-welfare-committee-fawc>>. Acesso em: 05 Set. 2022.

FERREIRA, C. B. et al. Associação de carboidrases e fitase em dietas valorizadas e seus efeitos sobre desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras leves. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, p. 249 - 254, 2015.

GOMES, P. C. et al. Exigências nutricionais de zinco para frangos de corte machos e fêmeas na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 79 - 83, 2008.

HÖTZEL, M. J.; MACHADO FILHO, L. C. P. Bem-estar animal na agricultura do século XXI. **Revista de etologia**, v. 6, n. 1, p. 3 - 15, 2004.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da Produção Pecuária: Primeiros resultados, 2021**. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=73087>>. Acesso em: 06 Ago. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados, 2021**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/sao-bento-do-una/panorama>>. Acesso em: 07 Ago. 2022.

KIEFER, C. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 3, p. 206 - 220, 2005.

LAI, P. W. et al. Effects of varying dietary zinc levels and environmental temperatures on the growth performance, feathering score and feather mineral concentrations of broiler chicks. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 23, n. 7, p. 937-945, 2010.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Nutrition of the chickens. **University Books**, Guelph, n. 4, p. 591, 2001.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Commercial poultry nutrition. **Nottingham University Press**, n. 3, 2009.

LI, L. et al. Effects of zinc methionine supplementation on laying performance, zinc status, intestinal morphology, and expressions of zinc transporters' mRNA in laying hens. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, p. 6582 - 6588, 2019.

MAZZUCO, H. Ovo: alimento funcional, perfeito à saúde. **Revista Avicultura Industrial**, v. 2, p. 12 - 16, 2008.

MCDONALD, P. et al. **Animal nutrition**. 7 th. Ed. Pearson, London, UK. 2010.

MORAES, J. E. D. **Indicadores de bem-estar de linhagens de poedeiras comerciais leves alojadas em cinco densidades no sistema convencional de produção de ovos**. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2018.

NYS, Y. et al. Adapting trace mineral nutrition of birds for optimising the environment and poultry product quality. **World's Poultry Science Journal**, v. 74, n. 2, p. 225 - 238, 2018.

O'DELL, B. L.; NEWBERNE, P. M.; SAVAGE, J. E. Significance of dietary zinc for the growing chicken. **The Journal of Nutrition**, v. 65, n. 4, p. 503 - 523, 1958.

OLGUN, O.; YILDIZ, A. Ö. Effects of dietary supplementation of inorganic, organic or nano zinc forms on performance, eggshell quality, and bone characteristics in laying hens. **Annals of Animal Science**, v. 17, n. 2, p. 463 - 476, 2017.

OUR WORLD IN DATA. Per Capita Sources of Protein. **Our World in Data**, 2022a. Disponível em: <<https://ourworldindata.org/grapher/per-capita-sources-of-protein?tab=table&country=IND~USA~CHN~JPN~NGA~GBR~BRA~BGD~ESP~ZAF>>. Acesso em: 31 Jul. 2022.

OUR WORLD IN DATA. Egg Production. **Our World In Data**, 2022b. Disponível em: <<https://ourworldindata.org/search?q=Eggs+production>>. Acesso em: 06 Ago 2022.

PACHECO, B. H. C. **Níveis dietéticos de zinco e manganês sobre o desempenho, disponibilidade e mineralização óssea de frangos de corte.** Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo. Pirassununga, p. 86. 2012.

PAIK, I. Application of chelated minerals in animal production. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 14, p. 191 - 198, 2001.

PARK, S. Y. et al. Review on the role of dietary zinc in poultry nutrition, immunity, and reproduction. **Biological Trace Element Research**, v. 101, n. 2, p. 147 - 163, 2004.

PAVAN, A. C. et al. Efeito da Densidade na Gaiola sobre o Desempenho de Poedeiras Comerciais nas Fases de Cria, Recria e Produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1320 - 1328, 2005.

PEREIRA, C. G. et al. Zinc, manganese and copper amino acid complexed in laying hens' diets affect performance, blood parameters and reproductive organs development. **Plos One**, v. 15, n. 11, p. e0239229, 2020.

PERUZZOLO, R. S. Utilização de minerais quelatados na avicultura. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, p. 47, 2010.

PINTO, E. J. Comunicação Pessoal, 2017.

REDDY, A. B.; DWIVED, J. N.; ASHMEAD, A. D. Mineral chelation generates profit. **World Poultry**, v. 8, n. 1, p. 13-15, 1992.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigência nutricional.** In Tabelas brasileiras para aves e suínos. Viçosa. 2017.

RUTZ, F. et al. Meeting selenium demands of poultry: responses to Sel-Plex™ organic selenium in broiler and breeder diets. In: LYONS, T. P.; JACQUES, K. A. **Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries.** Nottingham: Nottingham University Press, 2003. p. 147 - 161.

SAKOMURA, N. K. Exigências nutricionais das aves utilizando o modelo fatorial. **Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos**, Viçosa, p. 319 - 344, 1996.

SANTOS, A. L. D. **Desempenho, crescimento, qualidade do ovo, composição corporal e características reprodutivas e ósseas de poedeiras submetidas a diferentes programas nutricionais**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Pirassununga, p. 165. 2008.

SANTOS, M. P. R. D. **Produção de poedeiras comerciais em fase de cria e recria**. Universidade Federal de Sergipe. Nossa Senhora da Glória. 2020.

SENA, T. L. D. **Superdosing de diferentes fitases sobre o desempenho, qualidade óssea e bem-estar de frangas de reposição leves**. Universidade Estadual Vale do Acaraú. Sobral: Centro de Ciências Agrárias e Biológicas. 2019.

SIEGEL, P. B. The genetic-behaviour interface and well-being of poultry. **British Poultry Science**, v. 30, n. 1, p. 3 - 15, 1989.

SILVA, I. J. O. D. **Sistema de produção de galinhas poedeiras no Brasil**. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. [S.I.], p. 40. 2019.

SINGH, P. K. Significance of phytic acid and supplemental phytase in chicken nutrition: a review. **World's Poultry Science Journal**, v. 64, p. 553 - 580, 2008.

SNOW, J. L.; DOUGLAS, M. W.; PARSONS, C. M. Phytase effects on amino acid digestibility in molted laying hens. **Poultry Science**, v. 82, n. 3, p. 474 - 477, 2003.

STEFANELLO, C. Microminerais orgânicos em dietas para poedeiras comerciais. **Universidade Estadual de Maringá - Centro de Ciências Agrárias**, Maringá, p. 64, 2012.

STEFANIDOU, M. et al. Zinc: a multipurpose trace element. **Archives of toxicology**, v. 80, n. 1, p. 1, 2006.

SUNDE, M. L. Zinc requirement for normal feathering of commercial Leghorn-type pullets. **Poultry Science**, v. 51, n. 4, p. 1316 - 1322, 1972.

TOMASZEWSKA, E. et al. Effect of zinc level and source on bone mechanical and geometric parameters, and histomorphology in male broiler chicken. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 19, n. 1, p. 159 - 170, 2017.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. **The mineral nutrition of livestock**. 3. ed. Wallingford: CABI, 1999. 614 p.

VIEIRA, S. L. Chelated minerals for poultry. **Brazilian Journal of Poultry Science**, São Paulo - SP, v. 10, p. 73 - 79, jun 2008.

WILKINS, L. J. et al. Investigation of palpation as a method for determining the prevalence of keel and furculum damage in laying hens. **Veterinary Record**, v. 155, n. 15, p. 547 - 549, 2004.

WUANA, R. A.; OKIEIMEN, F. E. Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation. **International Scholarly Research Notices**, 2011.

YOUNG, R. J.; EDWARDS JR, H. M.; GILLIS, M. B. Studies on zinc in poultry nutrition: 2. zinc requirement and deficiency symptoms of chicks. **Poultry Science**, v. 37, n. 5, p. 1100 - 1107, 1958.

ZANELLA, A. J. Indicadores fisiológicos e comportamentais do bem-estar animal. **A Hora Veterinária**, v. 14, n. 83, p. 47 - 52, 1995.