



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Efeito de zeólita (*Clinoptilolita*) em dietas com dois níveis de proteína sobre o coeficiente de metabolizabilidade dos nutrientes e energia em frango de corte.

José Anderson Gomes da Silva

Recife - PE
Fevereiro de 2024



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Efeito de zeólita (*Clinoptilolita*) em dietas com dois níveis de proteína sobre o coeficiente de metabolizabilidade dos nutrientes e energia em frango de corte.

José Anderson Gomes da Silva
Graduando

Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke
Doutora

Recife - PE
Fevereiro de 2024

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)

J83e

Silva, José Anderson Gomes da

Efeito de zeólita (Clinoptilolita) em dietas com dois níveis de proteína sobre o coeficiente de metabolizabilidade dos nutrientes e energia em frango de corte. / José Anderson Gomes da Silva. - 2024.
25 f. : il.

Orientadora: Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke.
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Zootecnia, Recife, 2024.

1. Clinoptilolita. 2. Digestibilidade. 3. Frangos de corte. 4. Metabolizabilidade. 5. Zeólita. I. Ludke, Maria do Carmo Mohaupt Marques, orient. II. Título

CDD 636



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

JOSÉ ANDERSON GOMES DA SILVA
Graduando

Monografia submetida ao Curso de Zootecnia como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em 28 / 02 / 2024

EXAMINADORES

Prof^ª. Dr^ª. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke

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

MSc. Webert Aurino da Silva

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO	10
3. REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1. PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE NO BRASIL E NO MUNDO	10
3.2. CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE ZEÓLITAS	11
3.3. MODO DE AÇÃO DA ZEÓLITA (<i>Clinoptilolita</i>) SOBRE A METABOLIZABILIDADE DOS NUTRIENTES EM FRANGOS DE CORTE.....	12
4. MATERIAIS E MÉTODOS	13
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
6. CONCLUSÕES	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição física e química da zeólita natural (Clinoptilolita).....	13
Tabela 2. Ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais em frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.....	16
Tabela 3 – Médias do desdobramento da interação e teste de Dunnet das variáveis determinadas dos coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB), da energia bruta (CMEB), energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) das rações com proteína e aminoácidos adequado e abaixo da exigência em 3% sem ou com Zeólita em frangos de corte.....	18

RESUMO

A literatura indica que o uso de aditivos melhoradores de desempenho no aproveitamento dos nutrientes dietéticos torna possível alcançar melhores índices produtivos. Diante disso, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito da adição de zeólita nas dietas com dois níveis de proteína bruta (3% abaixo e na exigência) sobre a metabolizabilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e da energia bruta, além da determinação da energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) das rações experimentais nas diferentes fases de frangos de corte (1 a 7, 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias). Foram alojados 720 pintos de corte de 1 dia de idade, machos da linhagem Ross, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com 4x2, quatro níveis de zeólita Celpec® (0; 1,0 ; 2,0 e 3,0%) e 2 níveis de PB na dieta (na exigência e outra com 3% de redução), sendo 8 tratamentos com 6 repetições e 15 aves por parcela. O nível de PB com 3% de redução foi adotado a fim de promover um desafio ao uso da zeólita nas dietas. Houve interação significativa para todas as variáveis estudadas e em todas as fases do frango de corte. Na fase de 1 a 7 dias as dietas contendo proteína reduzida a inclusão de 2% de zeólita aumentou significativamente os valores de EMA (3617 ± 84 kcal/kg) e EMAn (3418 ± 77 kcal/kg), sendo superiores às dietas sem a suplementação de zeólita (2804 ± 76 kcal/kg), ocorrendo efeito inverso ao suplementar este aditivo em dietas com níveis de proteína adequados. Para as demais fases (8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias), constata-se efeito divergente ao da fase pré-inicial, ou seja, o efeito positivo da zeólita também nível de 2% em relação ao melhor aproveitamento nutricional e energético das rações ocorreu ao serem suplementados em dietas contendo níveis de proteínas adequados. A presente pesquisa demonstra que a suplementação de até 2% de zeólita aumentou o aproveitamento de nutrientes e da energia das dietas com níveis adequados de PB em todas as fases de vida das aves, entretanto na fase de 1 a 7 dias, este mesmo nível de zeólita (2%) proporcionou melhora neste aproveitamento quando adicionado às dietas com redução de 3% de PB.

Palavras-chave: Clinoptilolita, Digestibilidade, Frangos de corte, Metabolizabilidade, Zeólita

ABSTRACT

The literature indicates that the use of performance-enhancing additives in the utilization of dietary nutrients makes it possible to achieve better production rates. The aim of this study was to evaluate the effect of adding zeolite to diets with two levels of crude protein (3% below and at requirement) on the metabolizability of dry matter (DM), crude protein (CP) and crude energy, as well as determining the apparent metabolizable energy (AME) and apparent metabolizable energy corrected for nitrogen (AMEn) of the experimental rations in the different phases of broiler chickens (1 to 7, 8 to 21, 22 to 35 and 36 to 42 days). 720 1-day-old male Ross broiler chicks were housed in a completely randomized design in a 4x2 factorial scheme, with four levels of Celpec® zeolite (0; 1.0; 2.0 and 3.0%) and 2 levels of CP in the diet (at the requirement and another with a 3% reduction), with 8 treatments with 6 replications and 15 birds per plot. The 3% lower CP level was adopted in order to challenge the use of zeolite in the diets. There was a significant interaction for all the variables studied and in all the broiler phases. In the 1 to 7 day phase, diets containing reduced protein and the inclusion of 2% zeolite significantly increased the values of MME (3617 ± 84 kcal/kg) and MNE (3418 ± 77 kcal/kg), being higher than diets without zeolite supplementation (2804 ± 76 kcal/kg), with the opposite effect occurring when supplementing this additive in diets with adequate protein levels. For the other phases (8 to 21, 22 to 35 and 36 to 42 days), there was a different effect to that of the pre-initial phase, i.e. the positive effect of zeolite at the 2% level in relation to better nutritional and energy use of the feed occurred when supplemented with diets containing adequate levels of protein. This research shows that supplementing with up to 2% zeolite increased the utilization of nutrients and energy from diets with adequate levels of CP in all stages of the birds' lives. However, in the 1-7 day stage, this same level of zeolite (2%) improved this utilization when added to diets with a 3% reduction in CP.

Keywords: broilers, clinoptilolite, digestibility, metabolizability, zeolite

1. INTRODUÇÃO

Segundo o relatório anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2022), o ano de 2021 constituiu-se como um período desafiador para o setor avícola devido ao ano anterior ter instaurado uma crise econômica mundial com a pandemia de covid-19, obrigando muitos produtores não apenas a reajustarem-se aos moldes de produção de um cenário pandêmico, mas também a enfrentarem altas históricas dos insumos, abalando seriamente seu poder de produção e força competitiva frente aos demais países produtores avícola. Em contrapartida, em 2022 o Brasil exportou 4,850 milhões de toneladas de carne de frango, representando um aumento de 5,6% em comparação a 2021, tornando evidente a resiliência do setor frente aos desafios (LEITE, 2022). Ainda em 2022, segundo ABPA (2023), o Brasil alcançou o marco produtivo de 14,524 milhões de ton de carne de frango e arrecadou um valor bruto de 112,145 bilhões de reais, 66,80% de toda produção destinou-se ao mercado interno e 33,20% à exportações.

Entre as atividades produtoras de proteína animal, o setor avícola é o que mais destaca-se, pois consegue ser a forma mais barata e eficiente de produzir, tendo consigo vantagens, como curtos ciclos produtivos e alto nível tecnológico aplicado, mas também a adoção predominante do sistema de criação em confinamento (MENDES *et al.*, 2012). É fato que a aplicação de novas tecnologias no manejo e nutrição das aves comerciais são aspectos importantes para os avanços nos ganhos produtivos. Segundo Pedroso *et al.* (2016), pode-se dizer que a atividade avícola objetiva alcançar o potencial produtivo máximo dos animais, desse modo, alcançar alta capacidade digestiva e absorviva dos mesmos para otimizar a digestibilidade dos nutrientes dietéticos. O uso de aditivos mostra-se uma alternativa possível, visto que podem beneficiar o desempenho dos animais (PEDROSO *et al.*, 2016). Nesse sentido, a utilização de antibióticos como promotor de crescimento foi amplamente aplicada, todavia, ocasionando efeitos negativos como a resistência microbiana aos antibióticos quando utilizados para o tratamento de doenças (VALENTIM *et al.*, 2018). Desde então, buscou-se encontrar novas alternativas à utilização dos antibióticos como melhorador de desempenho para reduzi-la (GADDE *et al.*, 2017). Segundo Surmeli *et al.* (2019), a partir de 2011 aditivos a base de zeólitas foram declarados seguros para utilização em dietas de animais a fim de melhorar seu desempenho.

Os aluminossilicatos são aditivos que podem contribuir benéficamente os aspectos gastro intestinais que estão envolvidos na digestão e absorção dos nutrientes (REIS *et al.*, 2020). A *Clinoptilolita* é um aluminossilicato que compõe o grupo das zeólitas naturais cujo é bastante utilizada para fins produtivos, um aspecto que se mostra viável é seu custo mais acessível quando comparada às zeólitas sintéticas (RESENDE; MONTE; PAIVA, 2008). Yalçın *et al.* (2017), encontraram que 1% de aluminossilicato na dieta de frangos aumenta o desenvolvimento das vilosidades intestinais e melhora a digestibilidade dos nutrientes da dieta.

Diante disto, espera-se encontrar respostas favoráveis do uso da zeólita em dietas de frangos de corte, adotando a hipótese de que o uso de zeólita clinoptilolita nas dietas com a redução em 3% da proteína bruta em alguns tratamentos possa ser viável, melhorando os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes e energia.

2. OBJETIVO

Avaliar o efeito da adição de diferentes níveis de Zeólita (*Clinoptilolita*) em dietas contendo dois níveis de proteína e aminoácidos (adequado e 3% abaixo da exigência) no coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e da energia bruta (EB), além da determinação da energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) das rações experimentais em frangos de corte nas fases de 1 a 7, 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE NO BRASIL E NO MUNDO

A produção avícola de frangos de corte destaca-se no agronegócio por ser, entre outras culturas, a forma mais barata e eficiente de produzir proteína animal para o consumo humano (MENDES *et al.*, 2012). Segundo os autores, alguns fatores possibilitam tal destaque, por exemplo, curtos ciclos de produção, alto nível tecnológico, pouca exigência de espaço para produção utilizando menos água e energia, mas além dos fatores citados, o confinamento, cujo é o principal sistema utilizado, destaca-se entre as razões dos altos índices alcançados pela atividade.

Embora o cenário pandêmico tenha interferido negativamente no modo como produzia-se frango no Brasil, impondo obstáculos sanitários e comerciais ainda não enfrentados, segundo o relatório da Associação Brasileira de Produção Animal (ABPA,

2022), foram alojados no Brasil 55.632.929 cabeças de frango em 2021, atingindo um marco produtivo de 14.329 milhões de toneladas de carne de frangos e exportação de 4,610 milhões de toneladas. O consumo per capita de frango no Brasil em 2021 atingiu 45,56 kg/habitante, refletindo na maior destinação da produção do setor para o mercado interno (67,83%) e os 32,17% restantes para as exportações (ABPA, 2022).

Mundialmente, o Brasil ocupa o segundo lugar entre os maiores países produtores de carne de frango, estando atrás apenas dos Estados Unidos da América, o qual produziu em torno de um total de 20.378 milhões de toneladas de carne de frango em 2022 (USDA, 2023). As exportações brasileiras foram em maior parte destinadas a atender o mercado chinês, japonês e do país dos Emirados Árabes Unidos, que ocuparam, respectivamente, o primeiro, segundo e terceiro lugar dos destinos de nossos produtos (ABPA, 2022).

Segundo previsões do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (2023), o Brasil alcançará em 2023 um aumento de 2% em sua produção, devido ao forte consumo interno e externo melhorado a partir do ano de 2022 e potenciais melhorias quanto ao custo de insumos graças a colheitas favoráveis e maior estoque de frango disponível. Caso a previsão seja confirmada ao longo do ano, o Brasil estabelecerá um recorde produtivo histórico (USDA, 2023).

3.2. CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE ZEÓLITAS

As zeólitas são aluminossilicatos hidratados de metais alcalinos como sódio, potássio, magnésio e cálcio, compõem uma classe de minerais naturais que possuem alta capacidade de troca catiônica (CTC), essa característica diz respeito a quantidade de cátions por unidade de peso disponíveis para troca desses cátions por outros, também apresentam características importantes como adsorção de íons e capacidade higroscópica, esta última define toda molécula que seja capaz de retirar umidade do ambiente em sua volta (RESENDE; MONTE; PAIVA, 2008).

Os aluminossilicatos são divididos em dois grupos: filossilicatos e tectossilicatos, o primeiro grupo é composto por argilas com camadas 1:1 e 2:1 (filossilicatos e silicatos-pseudolaminar), são exemplos desse grupo espécies como Caulim (Si e Al), Betonita (Si e Al), Sepiolita (Si e Mg), Talco (Si e Mg) e Atapulgita (Si, Mg e Al), já o grupo dos tectossilicatos é formado pelas zeólitas naturais e sintéticas, a clinoptilolita (Si, Al, Ca, Na e K) e a zeólita-A (Si, Al, Ca e Na) respectivamente (REIS *et al.*, 2020). A estrutura do mineral e o teor de óxidos metálicos podem divergir mesmo entre as zeólitas naturais a depender de fatores extrínsecos como fatores geográfico-ambientais, por exemplo, o

material de origem, conseqüentemente, possivelmente alterando seus efeitos no metabolismo (Katouli et al., 2010).

Embora já existam zeólitas sintéticas, o custo é bastante elevado, o que tornaria inviável sua utilização na produção animal, nesse sentido, as zeólita naturais continuam sendo as mais utilizadas do mercado, pois possuem um custo menor para aquisição (RESENDE; MONTE; PAIVA, 2008). Entre as demais, a predominante quanto a utilização é a zeólita clinoptilolita, que possui a composição $\text{CaNa}_4\text{K}_4(\text{AlO}_2)_5(\text{SiO}_2)_{30} \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ (GARCÍA, 2010), conforme a utilizada no presente trabalho (Tabela 1).

3.3. MODO DE AÇÃO DA ZEÓLITA (*Clinoptilolita*) SOBRE A METABOLIZABILIDADE DOS NUTRIENTES EM FRANGOS DE CORTE

A produção de aves comerciais objetiva alcançar uma alta expressão da eficiência alimentar desses animais, além de alta capacidade digestiva e absorptiva dos nutrientes da dieta ofertada, para tal, o uso de aditivos mostra-se uma alternativa, pois pode estimular o aumento da área de contato da mucosa intestinal das aves (PEDROSO; BATAL; LEE, 2016). Segundo Reis *et al.* (2020), a função absorptiva do intestino é diretamente proporcional ao tamanho das vilosidades eritrocíticas, ou seja, quanto maior os vilos do enterócitos, melhor a capacidade de absorção intestinal da ave.

Os aluminossilicatos podem influenciar benéficamente o pH do intestino, as secreções de enzimas e o trânsito intestinal das aves, melhorando a absorção dos nutrientes (REIS *et al.*, 2020). Wu *et al.* (2013) ao incrementar, às dietas de frangos, 2% de zeólita *Clinoptilolita* e 2% de zeólita modificada, observou alterações expressivas na morfologia intestinal, como maior altura das vilosidades eritrocíticas, maior atividade enzimática da digesta, incluindo tripsina, quimotripsina e amilase no intestino delgado (ID). De acordo com Reis *et al.* (2020), a presença de toxinas no intestino danifica a saúde do epitélio intestinal diminuindo a altura das vilosidades das células, o que provoca menor capacidade de absorção dos nutrientes.

Yalçın *et al.* (2017), ao incluírem 1% de aluminossilicato na dieta de frangos de corte observaram maior desenvolvimento das vilosidades intestinais e melhor digestibilidade dos nutrientes dietéticos. Segundo Safaeikatouli *et al.* (2012), a adição de zeólita à dieta de frango de corte pode melhorar a digestibilidade dos nutrientes, uma vez que foi observado, que este aditivo atua diminuindo o tempo de passagem do alimento,

aumentando a atividade enzimática sobre o mesmo, consequentemente melhorando a digestibilidade dos nutrientes.

Mansano *et al.* (2021), corrobora com os autores anteriormente citados quando aponta que a zeólita clinoptilolita, além da alta capacidade de intercâmbio catiônico, aumenta a densidade do bolo alimentar, diminuindo a velocidade da passagem do alimento no trato gastrointestinal, deste modo melhora a digestão, absorção de nutrientes e está envolvida na absorção de várias micotoxinas. Conforme descrito por Pavlak (2020), ao avaliar o efeito da adição de zeólita em dietas de frango de corte contendo três tipos de milho (milho sem micotoxinas – dieta controle, milho 1 e 2 com micotoxinas), atestou que a adição de 1% de zeólita, resultou em uma melhor digestibilidade da PB nos animais alimentados com ração produzida com o milho 2, quando comparado com o tratamento controle. Nikolakakis *et al.* (2013), averiguou que o incremento de zeólita natural à dietas de frangos de corte melhora a conversão alimentar e ganho de peso das aves, indicando um efeito positivo sobre a digestibilidade dos nutrientes disponíveis na ração. Assim como, a adição de 1 e 2% de zeólita também foi benéfica nos parâmetros de crescimento e ganho de peso em perus, sugerindo melhor aproveitamento dos nutrientes dietéticos (HCINI *et al.*, 2018).

Em contrapartida, Abdelrahman *et al.* (2023), concluem que adições superiores a 1% na ração afetam negativamente o desempenho dos frangos quando comparado a inclusões inferiores, o que sugere um efeito adverso da zeólita sobre a digestibilidade dos nutrientes, reduzindo seu desempenho.

Contudo, ainda é desconhecido o mecanismo pelo qual a zeólita atua a nível intestinal, requerendo maiores estudos quanto a esse aspecto (WU *et al.*, 2013).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco (CEUA/UFRPE) de licença CEUA N° 9008090921.

No experimento foram alojados 720 pintos de corte de 1 dia de idade, machos da linhagem Ross, alojados em galpão de alvenaria divididos em boxes com dimensões de 1,15 m x 1,80 m cada, equipadas com bebedouro tipo nipple e comedouro tubular, com piso em alvenaria coberto com maravalha, e laterais teladas.

O delineamento foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial com 4x2, quatro níveis de zeólita Celpec® (0; 1,0 e 2,0 e 3,0%.) suplementados em rações contendo nível

de proteína na exigência e em rações com nível de redução em 3% (2 níveis de proteínas e aminoácidos), sendo 8 tratamentos com 6 repetições e quinze aves por parcela. Na tabela 1 está descrita a composição físico-química da zeólita utilizada.

Tabela 1. Composição física e química da zeólita natural (Clinoptilolita):

Composição química		
Zeólita (Clinoptilolita)	Valor mínimo	Valor máximo
SiO ₂	62%	75%
Al ₂ O ₃	7%	15%
Na ₂ O	0%	5%
K ₂ O	0,50%	5%
CaO	0,50%;	5%
Composição física		
Cor	Bege a levemente esverdeado	
Granulometria	325	
Densidade aparente	0,5-1,0g/cm ³	
pH	6,5-10,0	
Umidade	≤ 6%	
Capacidade de troca catiônica	1,2 a 2,0 mEq/g	

As dietas foram à base de milho e farelo de soja, e calculadas para atender às exigências nutricionais adequadas (diferindo nos níveis de proteína e aminoácidos) para a idade das aves, segundo o manual da linhagem usada (Tabela 2). As rações e água foram fornecidas à vontade em cada unidade experimental.

As aves utilizadas foram adquiridas com mesma idade, sexo, linhagem e padrão de peso uniforme, evitando assim a heterogeneidade do plantel. Elas foram pesadas e distribuídas nas unidades experimentais, primando pela homogeneidade das parcelas.

O experimento de digestibilidade das rações experimentais consistiu na realização de coletas parciais das excretas das aves pelo método de indicador (Celite®). O indicador foi adicionado à 1% nas rações fornecidas nos últimos cinco dias de cada fase de criação (1 a 7, 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade). As excretas foram coletadas nos últimos três dias de cada fase, duas vezes ao dia (Manhã e Tarde). Para facilitar o método de coleta das excretas, a cama foi forrada com papel madeira. O material coletado foi pesado, acondicionado em sacos plásticos, devidamente identificados e armazenados em freezer. À posteriori, foram homogeneizadas e separada uma alíquota de 20% para pré-secagem em estufa a 55° C por 72 horas, obtendo-se uma amostra para análises laboratoriais de matéria seca, nitrogênio e energia bruta e de cinza insolúvel em ácido (CIA) das rações e das excretas, seguindo os procedimentos descritos pela AOAC (1997). A CIA foi

determinada após incineração da amostra e tratamento desta com ácido clorídrico (HCL) a 4N pelo método gravimétrico adaptado por Van Keulen e Young (1977).

A partir dos resultados laboratoriais, serão calculados o fator de indigestibilidade (FI), os coeficientes de metabolização da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB) e energia bruta (CMEB), e determinados a energia metabolizável aparente (EMA) e a EMA corrigida para retenção de nitrogênio (EDeMAN). Este método visa determinar primeiramente o fator de indigestibilidade analisando a porcentagem do indicador na ração e nas excretas, para posteriormente estimar a digestibilidade e absorção dos nutrientes pelo animal, de acordo com a fórmula descrita por Sakomura e Rostagno (2016).:

$$FI = CIA \text{ ração} / CIA \text{ excreta}$$

$$CMMS = (1 - FI) \times 100$$

$$CMPB = 100 - \left(100 \times \frac{\% \text{ indicador na dieta}}{\% \text{ indicador nas excretas}} \times \frac{\% PB \text{ nas excretas}}{\% PB \text{ na dieta}} \right)$$

$$CMEB = 100 - \left(100 \times \frac{\% \text{ indicador na dieta}}{\% \text{ indicador nas excretas}} \times \frac{EB \text{ nas excretas}}{EB \text{ na dieta}} \right)$$

$$EMA \text{ ração} = EB \text{ ração} - (EB \text{ excreta} \times FI)$$

Os dados serão analisados por análise de variância (ANOVA), aplicando-se o teste F com $\alpha = 0,05$ e utilizando o software SAS (Statistical Analysis System, versão 9.4). O modelo estatístico aplicado será o seguinte: $Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$, em que y_{ij} é a variável resposta relacionada à observação do tratamento i ; μ é a média geral; T_i é o efeito do tratamento i ($i = 1, 2, \dots, 8$); na repetição j ($j = 1, 2, \dots, 6$) e ϵ_{ij} é o erro experimental aleatório normalmente distribuído com média zero e variância σ^2 [$\epsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$] associado à observação y_{ij} . Para comparar os resultados obtidos foi realizada a ANOVA, e o teste de Dunnet a 5% de probabilidade, utilizando o procedimento PROC GENMOD do software SAS (Statistical Analysis System, versão 9.4).

Tabela 2. Ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais em frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.

	Fases de criação							
	1-7 dias		8-21 dias		22-35 dias		36-42 dias	
	Tratamentos*							
	T1	T5	T1	T5	T1	T5	T1	T5
Ingredientes (Kg)								
Milho (6,52%)	48,7749	50,9318	48,3941	50,4990	56,6668	58,6672	61,6964	63,4906
Soja farelo (45%)	36,1411	34,3383	35,7065	33,9221	25,5355	23,8396	24,1426	22,6377
Farinha de carne e ossos (41%)	5,9865	6,0282	5,2498	5,2913	7,3266	7,3764	3,3951	3,4218
Óleo de soja	4,2582	3,8994	5,8611	5,5154	5,4264	5,0908	5,9386	5,6394
Inerte ¹	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000
Sal	0,4538	0,4536	0,4498	0,4647	0,3752	0,3746	0,4290	0,4289
DI-Metionina	0,4424	0,4279	0,4288	0,4133	0,4079	0,3910	0,3280	0,3153
Suplemento mineral e vitamínico ²	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
L-Lisina	0,3513	0,3482	0,3073	0,3087	0,4050	0,4069	0,3626	0,3655
L-Treonina	0,1738	0,1626	0,1678	0,1587	0,1901	0,1857	0,1380	0,1341
BHT ³	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100
Calcário	0,0080	0,0000	0,0248	0,0169	0,2565	0,2579	0,1597	0,1566
Zeólita	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Composição química								
Energia Metabolizável, kcal/kg	3000	3000	3100	3100	3250	3250	3250	3250
Proteína Bruta %	22,5000	21,8300	21,9300	21,2700	17,6700	17,1400	17,6700	17,1400
Cálcio %	1,0861	1,0861	0,9699	0,9699	0,6900	0,6900	0,6900	0,6900
Fósforo disponível %	0,4820	0,4820	0,4320	0,4320	0,3090	0,3090	0,3090	0,3090
Lisina digestível %	1,3640	1,3200	1,3060	1,2660	1,0670	1,0350	1,0670	1,0350
Metionina + Cisteína digestível %	0,9890	0,9600	0,9660	0,9360	0,7900	0,7660	0,7900	0,7660
Treonina digestível %	0,8820	0,8500	0,8620	0,8320	0,7040	0,6830	0,7040	0,6830
Sódio %	0,2270	0,2270	0,2210	0,2270	0,2010	0,2010	0,2010	0,2010

*Tratamentos T1 a T4= adição de zeólita 0, 1, 2 e 3% respectivamente e Tratamentos T5 a T8= rações com níveis de proteína reduzidos em 3% em relação à exigência recomendada para cada fase. Adição de zeólita 0, 1, 2 e 3% respectivamente. ¹Areia lavada ²Níveis de garantia por quilo do produto: Cobre (mínimo) 1.300,0000 mg/kg Zinco (mínimo) 3.550,0000 mg/kg Selênio(mínimo) 80,0000 mg/kg Manganês (mínimo) 6.000,0000 mg/kg Ferro (mínimo) 5.000,0000 mg/kg Cobalto (mínimo) 50,0000 mg/kg Flúor (máximo) 62,0000 mg/kg Fósforo (mínimo) 6.200,0000 mg/kg Cálcio (mínimo/máximo) 237,500/250,000 g/kg Vitamina A (mínimo) 300.000,0000 UI/kg Vitamina D3 (mínimo) 250.000,0000 UI/kg Vitamina E (mínimo) 500,0000 UI/kg Vitamina B1 (mínimo) 285,0000 mg/kg Vitamina B3 (mínimo) 1.000,0000 mg/kg Vitamina B5 (mínimo) 500,0000 mg/kg Vitamina B6 (mínimo) 85,0000 mg/kg Vitamina C (mínimo) 1.200,0000 mg/kg Inositol (mínimo) 200,0000 mg/kg Lisina (mínimo) 12,0000 g/kg Metionina (mínimo) 8.000,0000 mg/kg Colina (mínimo) 1.000,0000 mg/kg Triptofano (mínimo) 200,0000 mg/kg Proteína Bruta (mínimo) 700,0000 mg/kg B.H.T (mínimo) 500,7000 mg/kg Beta Glucanas (mínimo) 8.100,0000 mg/kg Mananoligossacarídeos (mínimo) 4.590,0000 mg/kg Saccharomyces cerevisiae (mínimo) 2,000x10E10 UFC/kg Bifidobacterium bifidum (mínimo) 2,500x10E9 UFC/kg Bacillus subtilis (mínimo) 3,600x10E9 UFC/kg Enterococcus faecium (mínimo) 2,600x10E9 UFC/kg Lactobacillus. ³ Antioxidan

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados na Tabela 3 houve efeito significativo de interação para todas as variáveis estudadas e em todas as fases dos frangos de corte.

Na fase de 1 a 7 dias, houve efeito de zeólita diferenciado ao suplementá-la em dietas com nível de proteína bruta (aminoácidos digestíveis) adequados em relação a dietas com redução da proteína bruta e dos aminoácidos em 3%, ou seja, o efeito foi positivo do aditivo quando suplementados em dietas com proteína bruta reduzida. Porém, efeito oposto ocorreu ao suplementá-las nas dietas com proteína adequada à exigência das aves.

Esse resultado demonstra que o desafio proporcionado a dieta (redução do teor protéico e aminoácidos) de acordo com a hipótese do estudo foi verdadeira nesta fase da ave, pois a zeólita quando adicionada em 2% aumentou significativamente os valores de EMA (3617 ± 84 kcal/kg) e EMAn (3418 ± 77 kcal/kg) das dietas, sendo superiores as dietas sem a suplementação de zeólita (2804 ± 76 kcal/kg) com níveis marginais de proteína, segundo o teste de Dunnet. Também OLVER (1983) suplementaram zeólita em dietas com 2 níveis de proteína bruta (13,0% e 16%) em aves de postura em produção e verificaram efeito maior na produção de ovos ao suplementar zeólita em níveis mais baixos de proteína.

Porém, no presente estudo quando o aditivo foi suplementado em 3% na dieta ocorreu redução no EMA e EMAn ao comparar com a dieta sem suplementação (Controle), com valores de EMA 2836 ± 55 kcal/kg vs 3001 ± 85 kcal/kg e de EMAn 2653 ± 52 kcal/kg vs 2804 ± 76 kcal/kg, respectivamente. Wawrzyniak *et al.*, (2017), também demonstra efeitos negativos da utilização de 3% de zeólita em dietas para frangos de corte, como decréscimo no desenvolvimento dos enterócitos das aves, o que reduz a eficiência em absorver nutrientes.

Entretanto, ainda na fase de 1 a 7 dias ao suplementar zeólita em dietas com proteína e aminoácidos adequados proporcionou redução nas variáveis avaliadas que diferiram da dieta controle (sem a adição de zeólita). Provavelmente, tais resultados podem estar associados ao período de reabsorção do saco vitelino, o qual constitui a maior parte de sua nutrição inicialmente (ZAVAREZ *et al.*, 2012). Havendo, portanto, excesso de nutrientes ao somarem-se os provenientes da dieta suplementadas com zeólita, reforçando a ação deste aditivo, devido as aves nos três primeiros dias de vida nutrem-se a partir das estruturas embrionárias somada a maior disponibilidade de nutrientes nas dietas, ocorrerá provável excesso e, conseqüentemente, maior presença dos mesmos no conteúdo das excretas analisadas.

Para as demais fases (8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias), constata-se efeito divergente ao da fase pré-inicial, ou seja, houve efeito positivo da zeólita no nível de 2% em relação ao melhor

aproveitamento nutricional e energético das rações contendo níveis de proteínas adequados, ocorrendo o inverso em rações com níveis de proteína reduzidos em 3%.

Tabela 3 – Médias do desdobramento da interação e teste de Dunnet das variáveis determinadas dos coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB), da energia bruta (CMEB), energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) das rações com proteína e aminoácidos adequado e abaixo da exigência em 3% sem ou com Zeólita em frangos de corte.

FASE 1 a 7 dias						
Tratamento		Metabolismo das Rações				
Proteína	Zeólita %	CMMS (%)	CMPB (%)	CMEB (%)	EMA (kcal/kg)	EMAn (kcal/kg)
Adequada	0	91,52± 0.39	70,33± 0.93	77,23± 1.15	3760± 56	3505± 54
	1	89,33± 0.19*	59,41± 1.36*	71,47± 0.60	3184± 27*	2988± 23*
	2	87,79± 0.53*	57,43± 1.79*	66,62± 1.73*	2885± 75*	2692± 71*
	3	88,00± 0.78*	59,20± 2.85*	67,21± 2.17*	2909± 94*	2704± 85*
Reduzida 3%	0	88,76± 0.75	58,36± 2.68	69,56± 1.97	3001± 85	2804± 76
	1	90,20± 0.43	62,60± 1.75	72,46± 1.64	3146± 71	2941± 67
	2	89,17± 0.59	62,26± 2.16	72,57± 1.68	3617± 84*	3418± 77*
	3	89,03± 0.45	59,19± 1.40	67,89± 1.32	2836± 55*	2653± 52*
Média		89,23± 0.52	61,09± 1,87	70,63± 1,53	3167± 68	2963± 63
Prob		0.0013	0.0004	0.0014	<.0001	<.0001
FASE 8 a 21 dias						
Adequada	0	92,87± 0,20	73,59± 1,33	78,24± 0,53	3547± 24	3292± 24
	1	92,95± 0,22	73,69± 0,68	80,53± 0,76*	3926± 37*	3673± 35*
	2	95,37± 0,21*	80,41± 0,91*	87,63± 0,75*	4585± 39*	3803± 38*
	3	92,85± 0,15	72,47± 0,56	81,12± 0,29*	3875± 14*	3609± 14*
Reduzida 3%	0	95,95± 0,26	85,57± 0,89	89,14± 0,78	4140± 36	3840± 34
	1	94,61± 0,16	79,71± 0,96*	85,96± 0,31*	3954± 14*	3688± 12*
	2	92,91± 0,45*	72,29± 2,08*	80,17± 1,29*	3778± 61*	3527± 55*
	3	92,34± 0,48*	71,65± 2,65*	77,55± 1,22*	3474± 55*	3228± 48*
Média		93,73± 0,27	76,17± 1,26	82,54± 0,74	3910± 35	3583± 33
Prob		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
FASE 22 a 35 dias						
Adequada	0	92,18± 0,61	69,94± 1,62	76,57± 1,98	3325± 92	3299± 87
	1	92,44± 0,76	70,23± 1,62	77,74± 1,77	3434± 87	3332± 77
	2	94,12± 0,57*	72,24± 1,81*	85,14± 1,11*	3734± 56*	3601± 47*
	3	91,98± 0,28	68,32± 1,26	80,80± 1,20	2946± 52*	2745± 51*
Reduzida 3%	0	88,66± 0,92	60,21± 1,77	75,82± 1,98	3465± 46	3391± 58
	1	87,51± 0,42	59,26± 1,44	75,09± 1,77	3336± 93	3329± 86
	2	84,81± 0,21	59,10± 1,45	72,95± 1,06	3290± 51*	3187± 52*
	3	83,98± 0,63*	57,38± 2,58*	70,02± 1,14*	3263± 98*	3168± 89*
Média		89,46± 0,55	64,59± 1,69	76,77± 1,50	3349± 72	3257± 68
Prob		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
FASE 36 a 42 dias						
Adequada	0	93,89± 0,37	73,01± 1,66	84,11± 1,10	3578± 53	3437± 48
	1	93,96± 0,36	74,74± 1,97	85,63± 0,92	3580± 42	3452± 42
	2	94,67± 0,14*	77,50± 0,88*	87,43± 0,44*	3615± 20*	3504± 19*
	3	92,23± 0,23	71,28± 1,07*	79,18± 0,42*	3432± 20*	3218± 21*
Reduzida 3%	0	89,20± 0,25	55,90± 1,99	76,07± 0,71	3390± 33	3254± 30
	1	88,27± 0,67	49,99± 4,82*	75,36± 1,05	3320± 94	3226± 81
	2	87,01± 0,32	48,56± 1,40*	74,08± 0,76*	3318± 39	3214± 35
	3	86,41± 0,06*	47,69± 0,33*	73,52± 0,29*	3310± 14*	3177± 14*
Média		90,71± 0,30	62,33± 1,77	79,42± 0,71	3443± 39	3310± 36
Prob		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

* Significativo pelo Teste de Dunnet P<0,05.

Ao avaliar pelo teste de Dunnet, comparando cada tratamento com a dieta controle, na fase de 8 a 21 dias, a inclusão de 2% de zeólita em dietas com níveis adequados de proteína promoveu significativamente acréscimos de 2,62% no CMMS, 8,48% no CMPB e 10,7% no CMEB; na fase de 22 a 35 dias, 2% de zeólita elevou em 2,1% o CMMS, 3,18% o CMPB e em 10,07% o CMEB; enquanto na fase de 36 a 42 dias, a adição de 2% de zeólita elevou o CMMS em 0,82%, o CMPB em 5,79%, e em 3,8% o CMEB. Além disso, foi obtido acréscimo significativo nas EMA e EMAn das dietas com 2% de zeólita.

Pode-se justificar os resultados favoráveis da inclusão de 2% de zeólita às dietas de frangos de corte por provocar maior secreção de enzimas digestivas, causando maior aproveitamento dos nutrientes e, conseqüentemente, melhor digestibilidade dos mesmos, segundo ZHOU *et al.* (2014). De acordo com Wu *et al.* (2013) a inclusão de 2% de zeólita nas dietas com níveis nutricionais adequados promoveram maior altura das vilosidades do jejuno e íleo de frangos de corte, pode-se apontar que a presença de diversos minerais na composição da zeólita pode interferir benéficamente no organismo das aves, uma vez que podem ser liberados e absorvidos devido seu estado iônico. Ademais, segundo Zhou *et al.* (2014), os minerais livres em estado iônico podem reagir com substâncias tóxicas nocivas advindas de bactérias patogênicas, neutralizando-as. Reis *et al.*, (2020), corrobora com a justificativa ao afirmar que o pH do intestino das aves é benéficamente influenciado pelos aluminossilicatos, de modo que seleciona os indivíduos microbiológicos favoráveis à saúde intestinal das aves, por consequência, contribuindo para uma melhor absorção dos nutrientes dietéticos.

Wawrzyniak *et al.* (2017) demonstraram que a administração de 2% de zeólita dietética para frangos melhora o desenvolvimento morfológico das vilosidades intestinais, proporcionando melhor superfície de contato com o alimento, possibilitando melhor apreensão dos nutrientes. Sacakli *et al.* (2015) respalda os achados do presente trabalho ao concluir que 2% de clinoptilolita pode atingir positivamente o desempenho das aves, sugerindo melhor aproveitamento dietético, quando fornecida após o período inicial. Hasan *et al.*, (2023), averiguou que a adição de 1% de zeólita à dieta de frangos de corte potencializou a digestibilidade dos nutrientes resultando em melhores ganhos de peso. Hcini *et al.*, (2018), assim como o presente estudo, também encontrou resultados satisfatórios quanto a inclusão de 1 e 2% de zeólita na alimentação de frangos no que diz respeito a seus impactos sobre o metabolismo dos nutrientes. Machacek *et al.*, (2010), ao testar a inclusão de 2 e 4% em dietas de poedeiras, concluiu que até 2% de inclusão é possível obter-se bons efeitos sobre o

desempenho das aves, todavia, adições superiores podem contribuir para efeitos adversos à performance destes animais.

Ainda sobre as fases indicadas acima, o nível de inclusão em 3% de zeólita provocou efeito negativo sobre os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes. Acarretou, para a fase de 8 a 21 dias, diminuições em relação ao tratamento controle de 3,61% no CMMS, 13,92% no CMPB, 11,59% no CMEB, 666 kcal/kg na EMA e 612 kcal/kg na EMAn. Para a fase de 22 a 35 dias, foi averiguado reduções de 4,68% no CMMS, 2,83% no CMPB, 5,80% no CMEB, 202 kcal/kg na EMA e 223 kcal/kg na EMAn. Em relação a última fase, 3% de inclusão de zeólita provocou baixas de 2,79% no CMMS, 8,21% no CMPB, 2,55% no CMEB, 80 kcal/kg na EMA e 77 kcal/kg na EMAn. Sugerindo possíveis efeitos adversos ao excesso de zeólita nas dietas como indica Abdelrahman *et al.* (2023), pois segundo ZHOU *et al.* (2014) a disponibilidade de íons pela zeólita pode, quando em excesso, provocar antagonismo entre os minerais que disputam pelo mesmo sítio de absorção (ALBUQUERQUE, 2017), provocando deficiência de elementos indispensáveis à nutrição dos frangos. Pode-se inferir ainda que a zeólita na fase a partir de 8 dias, não é capaz de responder de forma satisfatória ao desafio de redução de 3% de proteína e aminoácidos. Entretanto, ainda não é claramente elucidado o mecanismo pelo qual a zeólita clinoptilolita beneficia ou prejudica a metabolizabilidade dos nutrientes dietéticos, sendo assim necessários mais estudos quanto a seus efeitos sobre o sistema digestivo das aves.

6. CONCLUSÕES

O presente trabalho indica que a inclusão de até 2% de zeólita na fase de 1 a 7 dias de vida dos frangos é viável quando suplementados em dietas com níveis de proteína reduzidos em 3%, promovendo melhor aproveitamento energético, e nas fases subsequentes este efeito benéfico ocorre não só no aproveitamento energético, mas também nutricional quando são suplementadas em dietas com proporções nutricionais adequadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELRAHMAN, M. M. *et al.* Using Natural Zeolite as a Feed Additive in Broilers' Diets for Enhancing Growth Performance, Carcass Characteristics, and Meat Quality Traits. **Life**, 1 jul. 2023. v. 13, n. 7, p. 1548. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2075-1729/13/7/1548>>. Acesso em: 7 set. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). Relatório Anual. **abpa-br.org**, 2022. Disponível em: <<https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2022/05/RelatorioAnual-ABPA-2022-vf.pdf>>. Acesso em: 24 jan. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatório Anual 2023 - ABPA. **ABPA**, 16 maio. 2023. Disponível em: <<https://abpa-br.org/abpa-relatorio-anual/>>. Acesso em: 2 nov. 2023.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. **Methods of Analyses**, 16th ed. Washington, DC:1997.

CHO, C.Y. Digestibility of feedstuffs as a major factor in aquaculture waste management. In:KAUSHIK, S.J.; LAQUET, P. (Eds.) **Fish nutrition practice**. Paris: INRA, 1993. p.363-374.

ELLIOTT, C.; CONNOLLY, L.; KOLAWOLE, O. Potential adverse effects on animal health and performance caused by the addition of mineral adsorbents to feeds to reduce mycotoxin exposure. **Mycotoxin Research**, 13 set. 2019. v. 36, n. 1, p. 115–126. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6971152/>>. Acesso em: 30 out. 2023.

GADDE, U. *et al.* Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. **Animal Health Research Reviews**, 9 maio. 2017. v. 18, n. 1, p. 26–45. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28485263/>>. Acesso em: 4 nov. 2023.

GARCÍA, H.C. La aplicación de Zeolita en la producción avícola: Revisión. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, v.1, n.1, p.17-23, 2010.

HANLEY, F. The digestibility of foodstuffs and the effects of feeding selectivity determinations in Tilápia (*Oreochromis niloticus* L). **Aquaculture**, v.66, n.2, p.163-179, 1987.

HASAN, W.; KHALAF, T.; HASAN, M. Effect of Zeolite Dietary Supplementation on Broiler Performance. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1 jul. 2023. v. 1214,

n. 1, p. 012025–012025. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1214/1/012025>>. Acesso em: 17 fev. 2024.

HCINI, E. et al. Does supplemental zeolite (clinoptilolite) affect growth performance, meat texture, oxidative stress and production of polyunsaturated fatty acid of Turkey poult? *Lipids in Health and Disease*, 28 jul. 2018. v. 17, n. 1. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30055621/>>. Acesso em: 4 nov. 2023.

KATOULI, M. et al. Effect of Different Levels of Kaolin, Bentonite and Zeolite on Broilers Performance. *Journal of Biological Sciences*, 2010. v. 10, n. 1, p. 58–62. Disponível em: <https://scialert.net/fulltext/?doi=jbs.2010.58.62#375169_ja>. Acesso em: 7 set. 2023.

LEITE, R. Carne de frango bate recorde de exportação em 2022 - *aviNews, the global poultry magazine*, 15 dez. 2022. Disponível em: <<https://avinews.com/pt-br/carne-de-frango-bate-recorde-de-exportacao-em-2022/#:~:text=O%20consumo%20tamb%C3%A9m%20teve%20uma,para%20241%20unidades%20em%202022.>>. Acesso em: 24 jan. 2023.

MACHÁČEK, M. et al. Effect of the Feed Additive Clinoptilolite (ZeoFeed) on Nutrient Metabolism and Production Performance of Laying Hens. 1 jan. 2010. v. 79, n. 9, p. S29–S34. Acesso em: 9 jun. 2023.

MANSANO, C. et al. **Efeitos Dos Níveis De Zeólita Natural (clinoptilolita) Na Dieta De Juvenis De tilápias- do-Nilo Sobre Desempenho Produtivo.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.aquaciencia2021.aquabio.com.br/resources/anais/17/aquaciencia2020/1628638504_ARQUIVO_f36f9ab70c9e0f1385b8cc10f9d0dbf5.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2022.

MENDES, L. B. et al. O Ciclo Do Nitrogênio Na Criação De Frangos De Corte E Suas Perdas Na Forma De Amônia volátil: Uma Revisão. *Pubvet*, jun. 2012. v. 6, n. 20. Disponível em: <<https://www.pubvet.com.br/artigo/3457/o-ciclo-do-nitrogecircnio-na-criaccedilatildeo-de-frangos-de-corte-e-suas-perdas-na-forma-de-amocircnia-volaacutetil-uma-revisatildeo>>. Acesso em: 23 jan. 2023.

NIKOLAKAKIS, I. et al. Effect of natural zeolite (clinoptilolite) on the performance and litter quality of broiler chickens. *TÜBİTAK Academic Journals*, 2013. Disponível em: <<https://journals.tubitak.gov.tr/veterinary/vol37/iss6/12/>>. Acesso em: 4 nov. 2023.

OLVER, M.D. The effect of feeding clinoptilolite (zeolite) to laying hens. **South África Tydskrif Week**, v.13, n.2, p.107-110, 1983.

PAVLAK, M. Zeólita clinoptilolita como melhorador de desempenho para frangos de corte. **Unioeste.br**, 2020. Disponível em: <<https://tede.unioeste.br/handle/tede/5180>>. Acesso em: 6 nov. 2023.

PEDROSO, A.; BATAL, A. B.; LEE, M. D. Effect of in Ovo Administration of an adult-derived Microbiota on Establishment of the Intestinal Microbiome in Chickens. **American Journal of Veterinary Research**, 1 maio. 2016. v. 77, n. 5, p. 514–526. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27111019/>>. Acesso em: 29 out. 2023.

REIS, T. *et al.* Aluminossilicatos Na Alimentação De aves: Revisão De Literatura. **Research, Society and Development**, 9 jul. 2020. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5562>>. Acesso em: 29 out. 2023.

RESENDE, N.; MONTE, M.; PAIVA, P. Zeólitas naturais. **Cetem.gov.br**, 2008. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1143>>. Acesso em: 4 abr. 2023.

SACAKLI, P. *et al.* Effect of Clinoptilolite and/or Phytase on Broiler Growth Performance, Carcass Characteristics, Intestinal... **ResearchGate**, set. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/280111152_Effect_of_Clinoptilolite_andor_Phytase_on_Broiler_Growth_Performance_Carcass_Characteristics_Intestinal_Histomorphology_and_Tibia_Calcium_and_Phosphorus_Levels>. Acesso em: 17 fev. 2024.

SAFAEIKATOULI, M. *et al.* Growth response and tibia bone characteristics in broilers fed diets containing kaolin, bentonite and zeolite. **ResearchGate**, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/272822452_Growth_response_and_tibia_bone_characteristics_in_broilers_fed_diets_containing_kaolin_bentonite_and_zeolite>. Acesso em: 30 out. 2023.

SURMELI, S. *et al.* USE OF CLINOPTILOLITE NATURAL ZEOLITE IN AQUACULTURE -A REVIEW. **Animal Science**, [S.l.], 2019. Disponível em: <https://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/2019/issue_1/Art73.pdf>. Acesso em: 4 nov. 2023.

UNITED STATES DEPARTAMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Poultry and Products Semi-annual**. [S.l.]: [s.n.], 2023. Disponível em:

<https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Poultry%20and%20Products%20Semi-annual_Brasilia_Brazil_BR2023-0005>. Acesso em: 4 abr. 2023.

VALENTIM, J. *et al.* **Implicação Sobre O Uso De Promotores De Crescimento Na Dieta De Frangos De Corte.** www.nutritime.com.br. [S.l.]: [s.n.], 2018. Disponível em: <<https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/02/Artigo-470.pdf>>. Acesso em: 4 nov. 2023.

VAN KEULEN, J. Y. B. A.; YOUNG, B. A. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. **Journal of Animal Science**, v. 44, n. 2, p. 282-287, 1977.

WAWRZYNIAK, A. *et al.* Effect of Feeding Transcarpathian Zeolite on Gastrointestinal Morphology and Function in Broiler Chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, 1 dez. 2017. v. 19, n. 4, p. 737–746. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbca/a/sp9zKf5ZfQFGnH9CwTbP8PK/?lang=en>>. Acesso em: 18 fev. 2024.

WU, Q. J. *et al.* Intestinal Development and Function of Broiler Chickens on Diets Supplemented with Clinoptilolite. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, 1 jul. 2013. v. 26, n. 7, p. 987–994. Disponível em: <<https://www.animbiosci.org/journal/view.php?doi=10.5713/ajas.2012.12545>>. Acesso em: 23 jan. 2023.

YALÇIN, S. *et al.* Sepiolite as a Feed Supplement for Broilers. **Applied Clay Science**, 1 nov. 2017. v. 148, p. 95–102. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169131717303587>>. Acesso em: 30 out. 2023.

ZAVAREZ, H. *et al.* UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS CAMPUS JATAÍ RELATÓRIO DE PROJETO ORIENTADO EFEITO DA RESTRIÇÃO ALIMENTAR NO DESENVOLVIMENTO DO TRATO GASTRINTESTINAL DE FRANGOS DE CORTE. [S.l.]: [s.n.], 2012. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/186/o/HENRIQUE_ZAVAREZ_BARBOSA_-_PROJETO_ORIENTADO_-_FINAL.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2024.

ZHOU, P. et al. Effects of Dietary Supplementation with the Combination of Zeolite and Attapulgate on Growth Performance, Nutrient Digestibility, Secretion of Digestive Enzymes and Intestinal Health in Broiler Chickens. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*, 20 ago. 2014. v. 27, n. 9, p. 1311–1318. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4150198/>>. Acesso em: 17 fev. 2024.