



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Efeito da inclusão de farinha de minhoca com e sem zeólita natural na dieta de
tilápia (*Oreochromis niloticus*) sobre os parâmetros de carcaça

Elton Francisco de Oliveira

Recife – PE
Outubro de 2022



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Efeito da inclusão de farinha de minhoca com e sem zeólita natural na dieta de tilpia (*Oreochromis niloticus*) sobre os parâmetros de carcaça

Aluno: Elton Francisco de Oliveira

Orientadora: Dra. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke

Recife – PE
Outubro de 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)

O48e

Oliveira, Elton Francisco de

Efeito da inclusão de farinha de minhoca com e sem zeólita natural na dieta de tilpia (*Oreochromis niloticus*) sobre os parâmetros de carcaça / Elton Francisco de Oliveira. - 2022.
34 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, 2022.

1. Aditivo mineral. 2. clinoptilolita. 3. composição corporal. 4. desempenho. 5. ingrediente alternativo. I. Ludke, Maria do Carmo Mohaupt Marques, orient. II. Título

CDD 636



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ELTON FRANCISCO DE OLIVEIRA

Monografia submetida ao curso de Zootecnia como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em zootecnia.

Aprovado em: 07/10/2022

EXAMINADORES

Prof^ª. Doutora Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke

Prof. Doutor Fernando de Figueiredo Porto Neto

Mestre Dayane Albuquerque da Silva

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a meus pais que me apoiaram nessa caminhada em busca do conhecimento, e além disso confiaram em mim nessa jornada. Gostaria de agradecer as amizades que criei dentro do curso, foram de extrema importância para que o processo e passagem pela graduação se tornasse mais leve, essas amizades proporcionaram diversos momentos de alegria, mas principalmente apoio, por isso obrigado Adrielle, Maria Victoria, Maria Vitória, Isla, Beatriz.

Também gostaria de agradecer as pessoas que estiveram comigo, e indiretamente ou diretamente me ajudaram, a minha amiga Luana, que é uma pessoa que sempre me ajudou de diversas maneiras. Além disso, queria agradecer a Ygor Matheus que foi e é uma pessoa importante pra mim nessa jornada.

Ainda gostaria de agradecer a minha orientadora Maria do Carmo, que me ajudou na construção de conhecimento, além de ter me ajudado na realização deste e de outros trabalhos.

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO GERAL	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1. TILÁPIA E PANORAMA DO MERCADO PRODUTIVO NO BRASIL	12
2.2. ZEÓLITA, PROPRIEDADES E UTILIZAÇÃO NA CRIAÇÃO DE PEIXES	15
2.3. A FARINHA DE MINHOCAS COMO ALIMENTO ALTERNATIVO NA PISCICULTURA	18
3. OBJETIVOS	20
3.1. GERAL.....	20
3.1.1. ESPECÍFICO.....	20
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6. CONCLUSÃO	30
7. REFERÊNCIAS.....	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Produção de peixe em toneladas no brasil ao longo dos anos e aumento produtivo em percentual em relação ao ano anterior	13
Figura 2 - Exportação em toneladas de peixes produzido no Brasil.	14
Figura 3 - Unidade básica da zeólita	16
Figura 4 - Cadeia composta por estruturas básicas de Zeólita	16
Figura 5 - Representação da estrutura globular da zeólita.....	17
Figura 6. Efeito da inclusão da farinha de minhoca sobre o coeficiente de retenção de energia.	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Efeitos da zeólita na produção animal	18
Tabela 2. Proporção e composição das dietas experimentais	22
Tabela 3. Valores médios e desvio padrão da composição da carcaça (em base na matéria seca) de juvenis de tilápia do Nilo GIFT, aos 85 dias, alimentadas com diferentes níveis de farinha de minhoca e inclusão ou não da Zeólita.	25
Tabela 4. Valores médios e desvio padrão dos parâmetros da carcaça de juvenis de tilápia do nilo GIFT, aos 85 dias, alimentadas com diferentes níveis de farinha de minhoca e inclusão ou não da Zeólita.	28

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da adição da farinha de minhoca e inclusão da zeólita (clinoptilolita) sobre os parâmetros de composição de carcaça de tilápia do Nilo. No experimento foram utilizados 280 tilápias da espécie *Oreochromis niloticus*, com um peso inicial e final de $2,826 \pm 0,0896$ g e $13,59 \pm 0,75$ g, respectivamente. Os tratamentos foram 8 dietas correspondentes a um arranjo fatorial 4 x 2, sendo 4 níveis de inclusão de farinha de minhoca (0, 3,5; 7,0 e 10,5%) e níveis de 0 e 2% de zeólita (Clinoptilolita), os peixes foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados com 5 repetições. Foram avaliados os seguintes parâmetros: rendimento de carcaça (RC), matéria seca da carcaça (MSC), matéria orgânica da carcaça (MOC), matéria mineral da carcaça (MMC), energia da carcaça com base na matéria seca (EMSC), extrato etéreo da carcaça (EEC), coeficiente de retenção de energia (CRE), proteína bruta da carcaça (PBC), coeficiente de retenção de energia (RE), coeficiente de retenção de proteína (CRP), taxa de eficiência proteica (TEP), índice hepatossomático (IHE), índice viscerossomático (IVS). Ao final do experimento (85 dias) os animais foram insensibilizados com eugenol e em seguida sacrificados e congelados, posteriormente foram liofilizados para realização das análises. Os dados foram submetidos à análise de variância, com a finalidade de observar os efeitos principais e a interação entre os fatores (Níveis de farinha de minhoca e Inclusão de Zeólita), sobre a composição e retenção proteica e energética no corpo dos peixes. Todas as análises foram realizadas utilizando o procedimento GLM do pacote computacional SAS, ao nível de 5,0% de significância. De acordo com os resultados foi verificado redução significativa na quantidade de extrato etéreo ($p=0,0208$) e no coeficiente de retenção de energia (CRE) ($p=0,0376$) na carcaça destes animais ao adicionar Zeólita nas dietas. Quanto a farinha de minhoca, foi observado efeito significativo ($p=0,0500$) sobre a CRE, onde ao realizar a regressão verificou-se um aumento linear ($P=0,0188$) ao incluir este ingrediente nas dietas destes peixes. Com isso, podemos adicionar até 10,5% de farinha de minhoca em dietas para Tilápia, no entanto a Zeólita reduziu a eficiência energética, não interferindo nos demais parâmetros de carcaça.

Palavras chave: Aditivo mineral; clinoptilolita; composição corporal; desempenho; ingrediente alternativo; peixe.

ABSTRACT

The purpose of this research is to evaluate the effect of the addition of earthworm flour and the inclusion of zeolite (clinoptilolite) on carcass composition parameters. In the experiment, 280 tilapia of the species *Oreochromis niloticus* were used, with an initial and final weight of 2.826 ± 0.0896 g and 13.59 ± 0.75 g, respectively. The treatments were 8 diets corresponding to a 4 x 2 factorial arrangement, with 4 levels of inclusion of earthworm flour (0, 3.5; 7.0 and 10.5%) and levels of 0 and 2% of zeolite (Clinoptilolite), the fish were distributed in a randomized block design with 5 replications. The following parameters were evaluated: carcass yield (RC), carcass dry matter (MSC); carcass organic matter (MOC); Mineral Substrate Matter (MMC); carcass energy based on dry matter (EMSC); ethereal substrate extract (EEC); energy retention coefficient (CRE); crude carcass protein (CBP); RE= Energy retention coefficient; CRP= Protein retention coefficient; TEP= Protein Efficiency Rate; IHE= Hepatosomatic Index; IVS= Viscerosomatic Index; At the end of the experiment (85 days) the animals were stunned with eugenol and then sacrificed and frozen, later they were lyophilized for analysis. The data were submitted to analysis of variance, in order to observe the main effects and the interaction between the factors (Worm meal levels and Zeolite inclusion) on the composition and protein and energy retention in the fish body. All analyzes were performed using the GLM procedure of the SAS computational package, at a 5.0% significance level. According to the data, there was a significant reduction in the amount of lipids ($p=0.0208$) and in the energy retention coefficient (CRE) ($p=0.0376$) in the carcass of these animals when adding Zeolite in the diets. As for earthworm meal, a significant effect ($p=0.0500$) on CRE was observed, where when performing the regression there was a linear increase ($P=0.0188$) when including this ingredient in the diets of these fish. With this, we can add up to 10.5% of earthworm meal in diets for Tilapia, however Zeolite reduced energy efficiency, not interfering with other carcass parameters.

Keywords: Alternative ingredient; clinoptilolite; carcass composition; fish; mineral additive; performance.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é um grande produtor agrícola e se destaca em questão de produtividade se comparado a diversos países, isso é decorrente da disponibilidade de terras e solos férteis que propiciam a implementação de monoculturas e da criação extensiva, essa produtividade é importante, visto que a demanda por carne é crescente. Além das principais criação como bovinocultura, avicultura, suinocultura há possibilidade de crescimento também para a piscicultura.

O motivo principal seria devido a extensão de águas no país que apresenta condições extremamente favoráveis para a aquicultura, principalmente devido ao seu grande potencial hídrico. São mais de 8.000 km de zona costeira e cinco milhões de hectares de água doce em reservatórios naturais e artificiais, os quais podem ser aproveitados para a produção de organismos aquáticos (ONO & KUBITZA, 1999). Dessa maneira é possível a criação por diversos meios como tanques redes, tanques escavados e até mesmo sistemas fechados visto que a disponibilidade de água possibilita o reabastecimento.

Entre os anos de 2013 e 2015, a pesca contribuiu com 56%, enquanto a aquicultura contribuiu com 44% de todo o pescado consumido no mundo (166,8 milhões de toneladas) (FAO, 2016). É inegável o crescimento do Brasil frente a produção de pescado, os dados mostram acréscimos anuais se fizermos um comparativo entre 2016 e 2021 o total produzido respectivamente foi de 640.510 toneladas e 841.005 toneladas, em percentual, a diferença foi de aproximadamente 24% sendo a maior parte composta por tilápia (PEIXE BR, 2021). A principal espécie cultivada no país é a tilápia, cujo valor de produção em 2016 girou em torno de 1,3 bilhão de reais (IBGE, 2016).

Dentre o pescado produzido pelo Brasil em 2021, aproximadamente 63% corresponderam a produção de tilápia e essa preferência se reflete globalmente, visto que, de acordo com informações da FAO (2016), a tilápia ocupa a segunda colocação no ranking dos peixes de água doce mais produzidos, perdendo apenas para as carpas.

Quanto as tilápias, de acordo com El-Sayed (2006), suas características foram o que propiciou a dispersão da espécie em diversas regiões do planeta, principalmente as suas peculiaridades em relação as outras espécies, dentre elas temos: Rápido crescimento; tolerância a adversidades ambientais como temperatura, salinidade, baixo oxigênio dissolvido; presença de compostos nitrogenados, resistência a doenças, capacidade de reproduzir em cativeiros, aceitação de alimentação artificial. São características desejáveis e que facilitam o manejo dentro da piscicultura.

Em contrapartida as facilidades dentro da criação animal, com o aumento da produção surge algumas adversidades que podem prejudicar o produto final, ou que podem surtir efeito sobre o ambiente. Na criação de peixes há um impacto na qualidade da água, de acordo com Leira et al. (2017), a ração é um fator poluente e se fornecida em excesso ocorrerá a piora na qualidade da água dos tanques, e a qualidade desse ambiente é vital visto que os peixes realizam suas funções básicas, como respirar, a partir da água.

É nesse cenário que surge aditivos que propiciem a melhora do ambiente em que o animal está inserido, nesse caso, a zeólita (clinoptilolita). Zeólita é um termo de origem grega (*zein* = ferver + *lithos* = pedra) introduzido em 1756 pelo mineralogista sueco Axel Fredrick Cronsted, para designar certos minerais em alusão ao caráter peculiar de liberar vapor quando aquecido (MUMPTON, 1981; GOTTARDI E GALLI, 1985). A excelente propriedade de troca iônica da zeólita é resultado da estrutura de canais abertos, com carga superficial negativa, permitindo, assim, a adsorção seletiva de cátions (WELLER, 2017).

De acordo com Mumpton. (1999), as Zeólitas naturais têm como funções na aquicultura a remoção ou redução da amônia das águas onde a aquicultura é feita, além disso, pode ser usada como aditivo alimentar nas rações. De forma que esse mineral pode ser utilizado na alimentação com intuito de melhorar o desempenho dos animais, trabalhos relatando a utilização da zeólita na alimentação de peixes é um pouco escassa, entretanto Llanes et al. (2020), constatou efeito benéfico quanto a conversão alimentar de tilápias alimentadas com clinoptilolita.

Além da utilização de aditivos para melhorar o desempenho animal, a zootecnia busca também componentes que podem substituir determinados ingredientes, geralmente mais caros, nas rações. A farinha de minhoca apresenta em sua composição grande concentração de proteínas, possibilitando sua utilização como matéria-prima na fabricação de rações animais (VIEIRA et al, 2004).

De acordo com Dong et al. (2010), a farinha de minhoca também pode ser considerada uma alternativa, para a substituição do milho, da farinha de soja e também para a farinha de peixe, pois apresenta proteína de alta qualidade, com bom perfil de aminoácidos e excelente digestibilidade pela tilápia. A farinha surge como um ingrediente alternativo, que apresenta boa qualidade nutricional e com potencial de substituir ingredientes proteicos, associado a isso temos a zeólita que pode surtir efeito sobre a qualidade da água, mas também na utilização do alimento pelo animal.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. TILÁPIA E PANORAMA DO MERCADO PRODUTIVO NO BRASIL

Várias espécies terrestres com o passar dos anos foram domesticadas, justamente para servir de alimento ou ofertar algum produto, mas por outro lado animais aquáticas tinham alguns entraves no processo de domesticação como a necessidade de grande volume e fonte de água, especificidade na reprodução e avanços tecnológicos que impediam a concretização dessa cultura. Aos poucos, houveram tentativas para realizar a domesticação desses animais até conseguir o êxito atual.

A tilápia é um animal exótico que foi introduzido no Brasil depois da metade do século 20, as espécies importadas foram a *Tilapia renadalli* e a *Oreochromis niloticus*, entretanto fatores como baixa produtividade, alta taxa de consanguinidade inviabilizaram o crescimento dessa cultura, posteriormente também houve a tentativa de incluir outras variedades, porém à ausência de uma genética melhorada dificultou o sucesso na inclusão da tilápia. Foi somente próximo ao final do século XX e início do XXI que a piscicultura surgiu com maior força devido as melhorias em técnicas produtivas, surgimento e sucesso da reversão sexual, e principalmente a chegada de linhagens geneticamente melhoradas (OLIVEIRA et al, 2007).

Esse processo de tecnificação foi importante para atingir índices zootécnicos satisfatórios. A tilápia é um peixe que foi introduzido em diversos países no intuito de contribuir para população pesqueira e produção de pescado, e se mostrou com grande potencial devido a algumas características da espécie, é um animal que consegue se adaptar aos diversos ambientes principalmente pela tolerância a temperaturas distintas, apresentam alta fertilidade e excelente conversão alimentar (CANONICO et al, 2005).

Diversas são as espécies de tilápia, entretanto as comumente utilizadas são *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis*, no Brasil a primeira é a mais cultivada principalmente a linhagem Chitralada. São animais onívoros que se alimentam primordialmente de zooplâncton quando alevinos e posteriormente de fitoplâncton, mas aceitam muito bem as rações fornecidas, quanto a reprodução, são animais que iniciam a reprodução a partir dos 4 meses de idade, produzem muitos óvulos e a oviposição pode ocorrer de forma parcelada ao longo do ano (OLIVEIRA et al, 2007). Dessa forma, a partir do exposto, a tilápia é caracterizado como um ótimo candidato para produção de proteína animal principalmente em regiões tropicais como o Brasil. De acordo com Gu et al. (2015), a tilápia foi introduzida em regiões tropicais com intuito de reduzir a pobreza de forma a atuar na economia do local.

Devido as características biológicas citadas, a tilápia ele é um excelente animal para produção de proteína de forma a atender adequadamente os índices zootécnicos. Como o passar dos anos houve um incremento no tamanho da população e como consequência um crescimento na demanda por carne, além do frango, carne de boi, suíno e ovos, o peixe também é responsável por suprir esse mercado apesar da sazonalidade na procura pelo pescado.

Os dados disponibilizados pela Peixe BR (2022), mostraram um cenário bem favorável para a piscicultura ao longo dos anos, em 2014 a produção de peixe no Brasil foi de 578.000 toneladas e em 2021 foi de 841.005 toneladas indicando um incremento produtivo de 263.005 toneladas se compararmos esses dois anos, em percentuais temos um acréscimo de 31,3% na produção e um acumulado 45% ao longo dos anos como apresentado na figura 1.

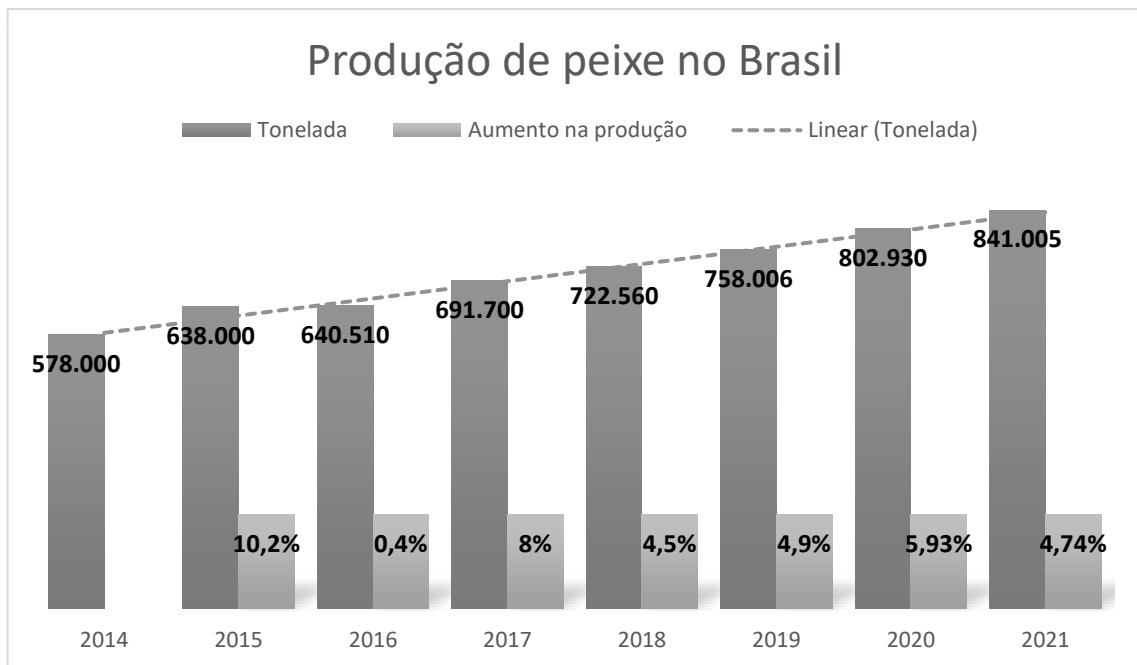


Figura 1- Produção de peixe em toneladas no brasil ao longo dos anos e aumento produtivo em percentual em relação ao ano anterior Fonte: PEIXE BR (2021).

É importante salientar que dentre o total de peixe produzido em 2021, 63,5% corresponderam a produção de tilápia, ou seja, 534.005 T produzidas, além disso 31,2% correspondeu a produção de peixes nativos e 5,3% as demais espécies como truta, de acordo com a Peixe BR (2021). A partir disso é perceptível que a tilápia é uma espécie que abrange uma parcela bem expressiva de mercado, demonstrando que é a espécie mais escolhida para produção, de forma que, é necessário implementar tecnologias ou meios de melhorar sua produtividade na cadeia ou até reduzir os custos, com intuito de trazer um produto com melhor qualidade.

Apesar da grande produtividade, os brasileiros ainda consomem pouco peixe se compararmos com outras fontes de proteína, de acordo com ABPA (2021), o consumo per capita de frango em 2020 foi de 45,27 kg/hab, carne suína 16,0 kg/hab; de acordo com ABIEC (2020) o consumo de carne bovina em 2019 foi de 39,12 kg/hab e em contraste temos a o consumo de peixes próximo a 5kg/hab de acordo com a Peixe BR (2022). Com isso percebemos uma disparidade em relação as outras culturas e isso se explica devido ao consumo sazonal como em feriados religiosos, preço e preferência por outras carnes como de frango e bovina.

Assim como em outros tipos de proteína uma parte do que é produzido é destinado para exportação, em 2020 6.681 toneladas foi enviado para fora do Brasil (figura 2), comparado com 2021 houve um crescimento de 49% na exportação, visto que nesse ano a quantidade de peixe vendido para outros países foi de 9.932 toneladas, rendendo uma receita de aproximadamente US\$ 20,7 milhões, que correspondeu a mais de 78% de acréscimo comparado ao ano anterior (2020).



Figura 2 - Exportação em toneladas de peixes produzido no Brasil Fonte: PEIXE BR (2021).

Esse peixe exportado na sua grande maioria é vendido inteiro congelado correspondendo a 41% do total, seguido pelo filé fresco ou refrigerado que corresponde a 26%, os principais destinos dessa carne são Estados Unidos, Colômbia, Chile e China (Peixe BR, 2022).

Esses números indicam o potencial produtivo do Brasil que vai superando ano após ano, de forma que esse peixe pode ser tanto vendido internamente como exportado, e o grande destaque vai para a tilápia que é um dos peixes mais produzidos no país, por isso é necessário a presença de pesquisas que produzam ou indiquem tecnologias, voltando seu olhar para as principais problemáticas encontradas na produção de peixes, com intuito de melhorar os índices produtivos reduzindo os custos e melhorando a qualidade do produto final.

2.2. ZEÓLITA, PROPRIEDADES E UTILIZAÇÃO NA CRIAÇÃO DE PEIXES

O termo zeólita (*zéo* e *lítos*) vem do grego e significa pedra que ferve. Dentre as propriedades desse material temos a troca catiônicas, que ocorre devido a necessidade de balanceamento elétrico de sua estrutura básica, desta forma, em 1932, McBain denominou esse fenômeno de peneiramento molecular, pois ela apresentava seletividade por algumas substâncias (LUZ, 1994). A zeólita é um mineral que apresenta grande potencial adsorvente devido as características de sua estrutura, ela tem capacidade de adsorver gases e vapores, micotoxinas, amônia, água, metais pesados e elementos radioativos tais como o chumbo, estrôncio, cézio, lítio, mercúrio e bário (LUZ, 1995).

Zeólitas são definidas como um grupo de minerais cristalinos, seu menor componente é caracterizado por uma estrutura tridimensional, composto por quatro átomos de oxigênio nos vértices em torno de um cátion (figura 3), o que lhes confere características peculiares (COOMBS et al, 1997). São aluminosilicatos hidratados de metais alcalinos ou alcalinos terrosos (principalmente sódio, potássio, magnésio e cálcio), o átomo central pode ser composto pelos seguintes materiais: Si, Al, B, Ge, Fe, P, Co, sendo Si e Al os mais comuns em sua estrutura (LUZ, 1997).

A estrutura básica das zeólitas se apresenta da seguinte forma: os átomos de alumínio e silício ocupam o centro do tetraedro e os átomos de oxigênio, os vértices, fazendo a ligação entre os tetraedros. No item b da figura 3 como consequência das quatro ligações de alumínio trivalente com o oxigênio, a estrutura zeolítica exibe carga negativa. As cargas negativas são neutralizadas pelos átomos de compensação, que possuem grande mobilidade e estão sujeitos à troca iônica (GIANETTO, 1990). Por esse motivo as zeólitas apresentam afinidades por algumas substâncias de forma que precisam se ligar a esses átomos de compensação, por isso é um elemento importante e que pode ser usado de forma proveitosa dentro da nutrição animal e bem estar para aproveitar suas propriedades, mas para isso é necessário explorar na prática sua aplicação.

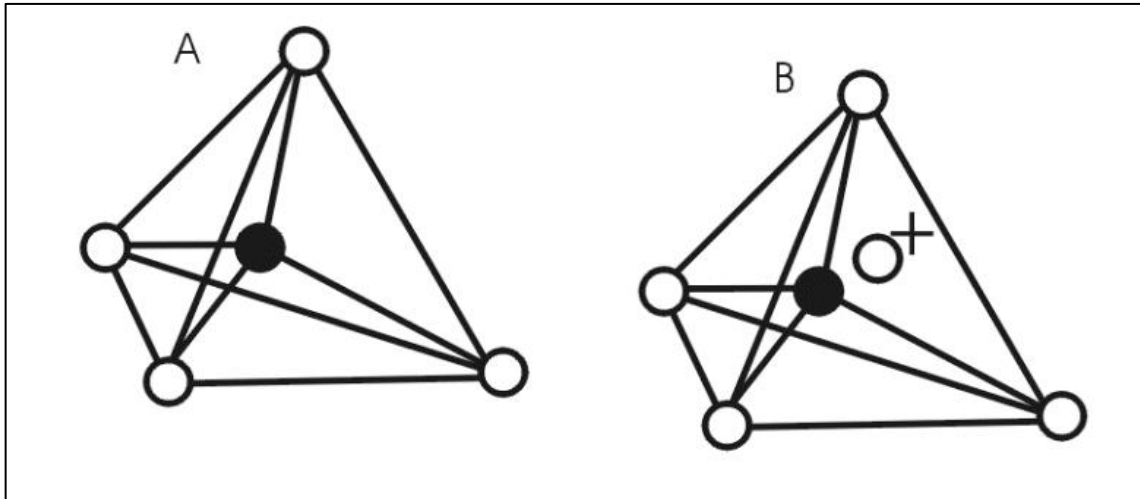


Figura 3 - Unidade básica da zeólita; Fonte: (LUZ et al, 2008)

Na Figura 3, A é um tetraedro com um átomo de silício (circulo cheio) no centro e átomos de oxigênio nos vértices; B é um tetraedro com átomo de Al substituindo o Si e ligado a um cátion monovalente para compensar a diferença de carga entre o Si e o Al.

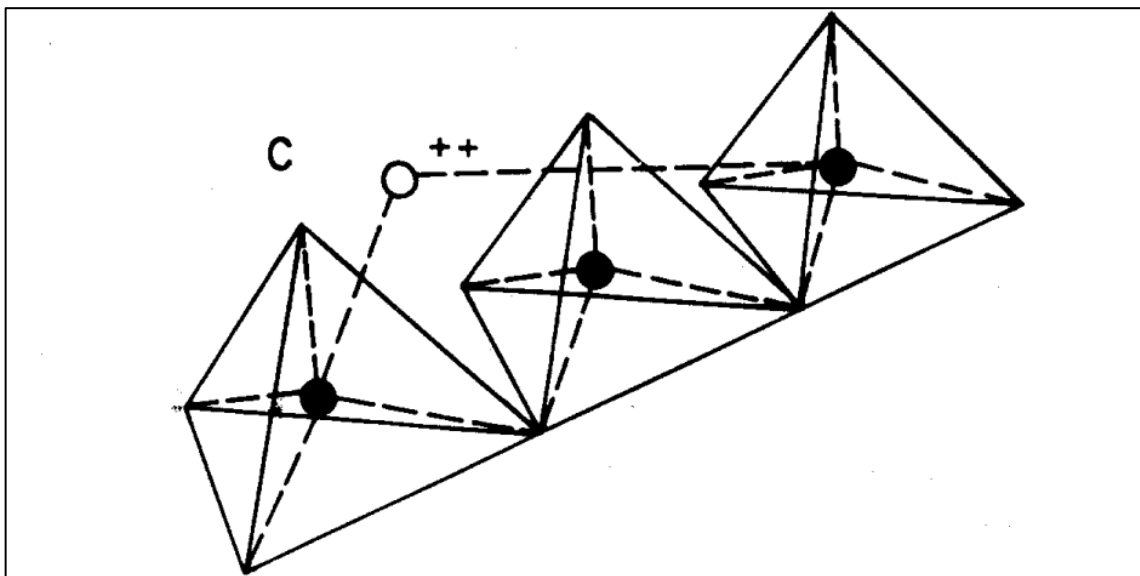


Figura 4 - Cadeia composta por estruturas básicas de Zeólita Fonte: (LUZ et al, 2008)

Na figura a cima (figura 4) temos as estruturas básicas da Zeólita interligadas com um átomo divalente para balancear as cargas entre o Al e o Si numa cadeia múltipla de tetraedro. Em sua formação a Zeólita é composta por uma estrutura que apresenta cavidades abertas, na forma de canais e “gaiolas”, normalmente ocupadas por moléculas de água e cátions trocáveis. Os canais têm dimensões suficientes para permitir a passagem de certos elementos selecionados (LUZ et al, 2008).

Devido a essa conformação que a Zeólita apresenta essas características adsorventes, permitindo sua utilização na criação animal ou em outras finalidades. Entre as estruturas básicas

da zeólita encontramos canais interligados onde ficam substâncias adsorvidas como íons, moléculas de água; é esta conformação porosa, representada na figura 5, que permite uma superfície interna muito grande, quando comparada à sua superfície externa da zeólita (GUTIÉRREZ, 2010).

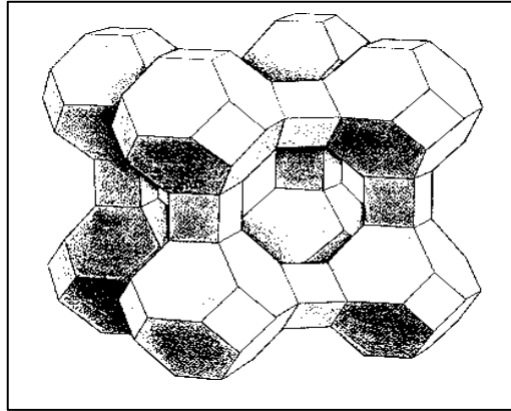


Figura 5 - Representação da estrutura globular da zeólita Fonte: (CASTAING, 2000)

As zeólitas tem ampla aplicação devido a suas propriedades, provenientes de sua conformação característica, provida de grandes volumes vazios e canais uniformes que mantem a estabilidade de sua estrutura permitindo sua aplicação como peneiras moleculares (LUZ et Al, 2008). Além de agir como uma peneira a amônia é retida pela zeólita através da troca catiônica do íon amônia (NH_4^+) (CASTAING, 2000).

Devido a sua formação, composição e estruturação a Zeólita conta com diversas propriedades que são importantes e possibilitam seu uso industrial e também na produção animal dentre elas temos alguns descritos por Luz (2008), como: alto grau de hidratação, baixa densidade e grande volume de vazios quando desidratada, estabilidade da estrutura cristalina, quando desidratada, propriedades de troca catiônica, canais uniformes nos cristais desidratados, condutividade elétrica, adsorção de gases e vapores e propriedades catalíticas.

Esse mineral é explorado na utilização industrial no tratamento de águas e em outros processos, entretanto foi estudado também na pecuária, e em técnicas que propunham o tratamento de resíduos animais, mas também a redução na volatilização de determinados gases tóxicos, porém isso estava restrito ao uso externo de forma que posteriores estudos indicaram a possível influência da Zeólita em processos digestivos que culminaria na melhora de desempenhos dos animais alimentados com ela. A tabela 1 apresenta os efeitos e mecanismos de ação da Zeólita na nutrição e utilização animal.

Tabela 1. Efeitos da zeólita na produção animal

Efeito	Como ocorre
Retenção de amônia	Eliminação dos efeitos tóxicos do amônio (NH ₄ ⁺) produzido pela atividade microbiológica intestinal (SHURSON et al., 1984)
Eliminação de p-cresol fecal	Redução da absorção de produtos tóxicos da degradação microbiológica intestinal, como o p-cresol (SHURSON et al., 1984)
Diminuição da velocidade do fluxo digestivo	Redução da taxa de passagem dos alimentos pelos intestinos e uso mais eficiente de nutrientes (OLVER, 1997)
Aumento da atividade das enzimas do pâncreas	enzimas do pâncreas Efeito favorável na hidrólise de alimentos em ampla faixa de pH e melhora na retenção de energia e de proteína (PARISINI et al., 1999)
Eliminação dos efeitos inibitórios das micotoxinas	Retenção e sequestro de aflatoxinas (PARLAT et al., 1999)

Fonte: Papaioannou et al. (2005).

A utilização da Zeólita na aquicultura se deu com base na melhora da qualidade da água presente nos tanques de criação devido sua seletividade pelos íons amônio NH₄⁺ e metais pesados que podem ser tóxicos (MARTÍNEZ et al, 2019). Dessa forma seus efeitos teriam impacto sobre a qualidade da água nos tanques de criação, entretanto sua utilização não estaria restrita a isso, e como já foi citado, quando incluído na alimentação pode haver efeito no desempenho dos animais.

Yıldırım et al. (2009), em seu estudo com tilápias do Nilo, ao incluir 1% e 2% de Zeólita nas rações obteve redução na amônia total em comparação com o controle e além disso observou influência positiva em relação a taxa de crescimento e melhora na conversão alimentar. Assim a zeólita pode ser um aditivo promissor dentro da piscicultura partindo da premissa que tem efeito benéfico tanto para melhora na qualidade de água a partir da retenção de substâncias tóxicas, como também no desempenho dos peixes por meio da possível melhora no processo digestivo.

2.3. A FARINHA DE MINHOCAS COMO ALIMENTO ALTERNATIVO NA PISCICULTURA

A produção animal se depara com diversos custos como mão de obra, equipamento, processos sanitários, porém um dos mais onerosos é o custo com alimentação, principalmente de acordo com a natureza dos ingredientes e se a ração é produzida ou não pelo próprio produtor. Com o passar do tempo a solução para redução nos custos com alimentação surgiu a

partir da integração de ingredientes alternativos que podem ser subprodutos, que geralmente estão associados com baixo valor agregado, e até ingredientes facilmente disponíveis em determinadas regiões. De forma que esses ingredientes podem ser usados em substituição a ingredientes mais caros com intuito de driblar as variações de preço que ocorrem ao longo do ano.

Na produção animal um dos componentes mais importantes são os de fonte proteica, visto que estão associados a deposição de músculo, por outro lado seu custo se sobressai em relação aos outros, principalmente os de origem animal. A farinha de peixe é a fonte proteica mais utilizada em dietas para peixes (PEZZATTO et al, 2002). Por outro lado, é um ingrediente de valor elevado e tem efeito direto no custo das rações e como consequência atua sobre o valor final do produto e custos de produção (SOUZA et al, 2004). De acordo com Kubitzka (2000), os custos de produção na tilapicultura, estão ligados principalmente aos alimentos, chegando a compor de 40 a 70% do custo total, sendo os produtos de origem animal, os mais onerosos e também os que mais se destacam em fornecimento de proteína de qualidade.

Devido ao elevado custo é importante buscar alternativas a farinha de peixe, com isso surge a substituição pela farinha de minhoca. De acordo com Ferreira (2021), a preocupação mundial relacionada com a preservação ambiental e recuperação de solos promoveram nas últimas décadas um desenvolvimento da minhocultura onde o objetivo principal é a produção de húmus, porém o aumento na demanda por esse adubo culminou em um aumento na produção de minhocas, esses anelídeos podem ser utilizados para diversos fins, inclusive alimentação animal. De acordo com estudos foi descoberto que o potencial das criações de minhocas vai além da produção do húmus ou adubo, há também a biomassa de minhocas produzida, na qual pode ser utilizada na fabricação de farinha com alto teor de proteína para alimentação animal (MOMBACH et al, 2014)

Dong et al. (2010), coloca que a farinha de minhoca também pode ser considerada uma alternativa para a substituir o milho, farelo de soja e também para a farinha de peixe por apresentar proteína de alta qualidade, com bom perfil de aminoácidos e que apresenta excelente digestibilidade pela tilápia. Dentre as principais características da farinha de minhocas, está o seu alto conteúdo proteico, que pode variar entre 60 e 72% (ROTTA et al, 2003), esses mesmos autores verificaram que em pós-larvas de tilápias, a adição de 20% de farinha de minhoca na dieta promoveu maior ganho de biomassa.

Dercali (2016), em seu trabalho com juvenis de jundiá alimentados com diversos níveis de farinha de minhoca constatou que a inclusão de 3,75% da farinha não interferiu no desempenho produtivo e na composição da carcaça desses animais, de forma que pode ser uma

alternativa proteica nessa fase de criação. Assim como Bittarello et al. (2013) que obteve resultado semelhante em seu experimento com alevinos de tilápia onde ao incluir 5% da farinha em substituição ao Farelo de soja e farinha de peixe não houve interferência no desempenho, por outro lado ao nível de 1,25% houve melhoria no ganho de peso.

Apesar de se mostrar um ótimo candidato para substituição de ingredientes caros e de elevado teor proteico a farinha de minhoca pode ser prejudicial. Quanto ao fator antinutricional na farinha de minhoca e que podem limitar a sua utilização na alimentação animal é a presença da hemolisina, que é uma substância capaz de promover a destruição dos glóbulos vermelhos e promover a liberação da hemoglobina no sangue (ROCH et al, 1981), entretanto parece ser um fator antinutricional que pode ser destruído pelo calor (NANDEESHA et al, 1988). Entretanto esse fator antinutricional presente na minhoca, de acordo com Roch et al. 1981, apresenta uma capacidade antibacteriana, sendo utilizado por esses anelídeos como uma forma de defesa contra patógenos existentes no solo.

A partir do exposto é perceptível a possível influência da farinha de minhoca sobre a alimentação dos animais, de forma que pode ser utilizada em substituição a outros ingredientes mais caros, entretanto há uma disparidade quanto aos resultados, e também em relação a fase de utilização da farinha. Por isso é necessário mais estudo explanando sua utilização, de forma que não seja prejudicial aos peixes, espécie e fase de desenvolvimento.

3. OBJETIVOS

3.1. GERAL

Analisar o efeito da adição dos diferentes níveis de inclusão da Farinha de minhoca e a inclusão da Zeólita natural na dieta de juvenis de tilápia sobre os parâmetros de carcaça.

3.1.1. ESPECIFICO

Verificar o efeito da adição da farinha de minhoca com e sem Zeólita na dieta de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), variedade GIFT a partir da composição de carcaça: Proteína bruta, matéria orgânica, matéria mineral, energia, extrato etéreo, matéria seca, e índices de carcaça como: rendimento de carcaça, coeficiente de retenção de energia, coeficiente de retenção de proteína, taxa de eficiência proteica, índice hepatossomático, índice viscerossomático.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Aquicultura Johei Koike localizado no Departamento de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizado em Recife, o experimento aconteceu mediante a provação pelo Comitê de Ética em Uso Animal (CEUA) local por meio do protocolo CEUA nº 5290230321 (ID 747/2021). Para ele foram utilizados 280 alevinos de tilápia do Nilo da variedade GIFT (*Oreochromis niloticus*) que apresentavam um peso médio inicial e final de $2,826 \pm 0,0896$ g e $13,59 \pm 0,75$ g, respectivamente. Inicialmente, os peixes foram devidamente aclimatados por um período de duas semanas no ambiente de experimentação.

A densidade de cultivo foi de sete peixes para cada caixa com capacidade de 50 litros cada e dimensões de 36x56x32 cm, distribuídos em blocos casualizados com cinco repetições. Quanto aos tratamentos, foram 8 que corresponderam a 4 níveis de Farinha de minhoca (0; 3,5; 7,0 e 10,5%) e 2 níveis (0 e 2%) de Zeólita Natural (Clinoptilolita), como descrito na tabela 2. As dietas foram isoproteicas e isoenergéticas. As necessidades nutricionais da espécie foram de acordo a Furuya (2010), e as composições e coeficientes de digestibilidade de aminoácidos de acordo com Furuya (2001); Heuzé et al. (2020, 2020); Ovalles et al. (2017) e Rostagno et al. (2017).

A composição porcentual dos ingredientes e nutricional nas dietas estão presentes na tabela 2. A composição bromatológica das dietas experimentais foi semelhante as calculadas em proteína. A alimentação dos peixes foi manual *ad libitum*, disponibilizada quatro vezes no dia nos horários de 8, 11, 14 e às 17 h por um período de 85 dias.

Tabela 2. Proporção e composição das dietas experimentais

Ingrediente (%)	Tratamentos							
	Sem Zeólita				Com Zeólita			
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Farelo de soja 40%	70,1	65,0	60,0	55,3	70,1	65,0	60,0	55,3
Milho Grão 7%	22,9	25,4	27,9	28,3	22,9	25,4	27,9	28,3
Farinha de minhoca 63%	0,0	3,5	7,0	10,5	0,0	3,5	7,0	10,5
Óleo de soja	1,3	0,7	0,0	0,0	1,3	0,7	0,0	0,0
Fosfato bicálcico	1,4	1,2	1,1	1,0	1,4	1,2	1,1	1,0
Calcário	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Sal comum	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2
Premix Allmix Aqua								
Biovit*	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
DI-Metionina	0,3	0,3	0,3	1,5	0,3	0,3	0,3	1,5
L- Treonina	0,3	0,2	0,1	0,0	0,3	0,2	0,1	0,0
Inerte	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	0,0
Zeólita	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Composição nutricional calculada (%)								
Proteína Bruta	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
ED (Kcal/Kg)	3200,0	3200,0	3200,0	3200,0	3200,0	3200,0	3200,0	3200,0
Extrato etéreo	3,5	3,2	2,9	3,1	3,5	3,2	2,9	3,1
Fibra	3,8	3,6	3,4	3,2	3,8	3,6	3,4	3,2
Cinza	7,9	7,8	7,6	7,5	7,9	7,8	7,6	7,5
Minerais (%)								
Cálcio	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Fosforo	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Sódio	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Aminoácidos digestíveis (%)								
Lisina	2,0	2,0	1,9	1,9	2,0	2,0	1,9	1,9
Metionina+Cisteína	1,0	1,0	1,0	2,2	1,0	1,0	1,0	2,2
Treonina	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Composição nutricional analisada (%)								
Matéria seca	94,4	94,2	94,1	94,6	93,9	93,9	93,7	94,0
Proteína Bruta	30,3	29,5	29,0	29,6	28,8	30,0	29,2	30,4
Extrato etéreo	1,8	2,0	1,8	2,2	2,4	2,5	2,3	2,5
Cinza	13,8	14,4	14,6	14,3	12,4	12,2	12,0	12,5

ED = Energia Digestível (Kcal/Kg); * = Vitamina C 50 g/Kg, Manganês 1050 mg/Kg, Inositol 30 g/Kg, Ácido fólico 857,1 mg/Kg, Vitamina E 20 g /kg, Cobre 560 mg/Kg, Niacina 14,28 g/Kg, Biotina 142,85 mg/Kg, Ácido pantotênico 7142,21 mg/Kg, Iodo 58,75 mg/Kg, Zinco 5625 mg/Kg, Selênio 24 mg/Kg, Vitamina B1 2856,7 mg/Kg, Cobalto 8 mg/Kg, Vitamina B2 2856,7 mg/Kg, Vitamina B12 5714 mcg/Kg, Ferro 2850 mg/Kg, Vitamina A 1714200 UI/Kg, Vitamina B6 2499,3 mg/Kg, Vitamina D3 428550 UI/Kg.

A farinha de minhoca foi obtida de um produtor local e a Zeólita da empresa Celta Brasil. A farinha de minhoca foi fabricada com a espécie *Eisenia sp.*, também conhecida como minhoca vermelha da Califórnia. A composição proximal da FM foi a seguinte: matéria seca 92,6%, proteína bruta 58,6%, material mineral 9,27%, extrato etéreo 9,23%, fibra 3,6%, fósforo 0,3% e cálcio 3,9% que foi analisada de acordo com Detmann et al. (2012).

Após o período de adaptação, antes de iniciar o experimento, 50 peixes com peso médio de 2,82g foram insensibilizados com alta dose de eugenol (286,55mg/L) por 600 segundos e a medula espinhal foi cortada (VIDAL et al. 2008). Os peixes inteiros abatidos foram colocados em placas de Petri, ultracongelados e liofilizados. A amostra passou por um moinho de bolas para homogeneizar e levar a análise de composição e serem utilizados como abate comparativo de acordo com as fórmulas para determinação das eficiências energéticas e proteicas. A duração do experimento de desempenho foi de 70 dias e posteriormente foi o de digestibilidade que durou 15 dias, totalizando em 85 dias antes de serem abatidos.

Ao final do período experimental, os peixes foram coletados de acordo com seu peso (leve, intermediário e pesado) e tratamento. Conforme descrito, os peixes foram atordoados com eugenol e sacrificados para obtenção dos seguintes índices para realizar uma análise comparativa entre o peixe inicial e o final. Todos os peixes foram destinados para análise de fígado e vísceras, dentre esses 3 a 4 peixes de cada tratamento foi selecionado, posteriormente liofilizados para compor a amostra e realizar análise de composição da carcaça, determinação da eficiência proteica e energética, além da composição.

Foram avaliados os parâmetros de carcaças de acordo com Bittarello et al. (2013):

-Rendimento de carcaça (RC): $RC = (CW/BW) \times 100$ (BITTARELLO et al. 2013).

Onde, CW = peso da carcaça (peso do corpo sem vísceras) e BW= peso do corpo

-Índice hepatossomático [IHS= (peso do fígado/peso do corpo) x100].

-Índice viscerossomático [(peso de vísceras/peso do corpo) x100].

-Rendimento de carcaça [(peso da carcaça/peso do corpo) x100].

Foram analisados a composição de carcaça de acordo com Detmann et al. (2012).

Matéria seca (MSC), extrato etéreo (EEC), energia em base seca (EMSC), material mineral (MMC), matéria orgânica (MOC) e proteína bruta na carcaça (PBC).

E foi determinado os coeficientes de retenção:

Coefficientes de retenção de proteína ou eficiência de retenção de proteína [CRP=100 x [(peso final x proteína corporal final) – (peso inicial x proteína corporal inicial)]]. (CYRINO et al. 2000).

Coefficiente de retenção de energia [CRE=((energia final x peso final)-(energia inicial x peso inicial)) / energia consumida) x 100] (PONTES et al. 2010).

No final, os dados foram submetidos à análise de variância, observando os efeitos principais e a interação entre os fatores, e se significativo o fator níveis de farinha de minhoca, foi realizada a análise de regressão com intuito de verificar o melhor nível de inclusão. Todas as análises foram realizadas utilizando o procedimento GLM do pacote computacional SAS, ao nível de 5,0% de significância.

Os dados foram ajustados ao seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Onde:

y_{ij} representa a m -ésima observação, do i -ésimo tratamento, no j -ésimo bloco; μ é a média geral; α_i o efeito do i -ésimo tratamento; β_j representa o efeito do j -ésimo bloco; ε_{ij} componente aleatória do erro, obedecendo as restrições usuais de normalidade, independência e homocedasticidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado efeito significativo da farinha de minhoca sobre a matéria seca, matéria orgânica, matéria mineral, energia, extrato etéreo e proteína da carcaça. Da mesma forma ocorreu com a inclusão da Zeólita, exceto pelo efeito significativo sobre o extrato etéreo da carcaça ($p=0,0208$) como descrito na tabela 3.

Tabela 3. Valores médios e desvio padrão da composição da carcaça (em base na matéria seca) de juvenis de tilápia do Nilo GIFT, aos 85 dias, alimentadas com diferentes níveis de farinha de minhoca e inclusão ou não da Zeólita.

FM (%)	Parâmetros					
	MSC	MOC	MMC	EMSC	EEC	PBC
0	22,51±0,63	97,26±0,15	2,741±0,1519	1121±42	3,874±0,3018	13,97±0,49
3,5	22,30±0,30	97,08±0,09	2,917±0,0949	1120±21	3,510±0,1716	14,23±0,07
7	21,99±0,39	97,20±0,11	2,797±0,1075	1125±21	3,694±0,2254	13,86±0,30
10,5	22,69±0,31	96,85±0,14	3,154±0,1425	1178±26	3,751±0,2248	13,82±0,21
Média	22,37±0,21	97,10±0,07	2,902±0,0676	1136±14	3,707±0,1132	13,97±0,15
P	0,6625	0,1255	0,1255	0,3364	0,6916	0,8151
Zeólita(0%)	22,67±0,26	97,11±0,12	2,892±0,1184	1152±20	3,985±0,1324	13,88±0,27
Zeólita(2%)	22,07±0,31	97,09±0,07	2,913±0,0714	1120±20	3,429±0,1483	14,06±0,13
Média	22,37±0,21	97,10±0,07	2,902±0,0676	1136±14	3,707±0,1132	13,97±0,15
P	0,1698	0,8677	0,8677	0,2401	0,0208	0,5970

MSC= Matéria seca da carcaça (%); MOC= Matéria orgânica da carcaça (%); MMC= Matéria mineral da carcaça(%); EMSC= Energia da carcaça com base na matéria seca(Kcal); EEC= Extrato etéreo da carcaça(%); PBC= Proteína bruta da carcaça(%)

Assim como no presente trabalho, Decarli (2016) em seu experimento com juvenis de jundiá alimentados com diferentes níveis de inclusão de farinha de minhoca (0,00 1,25 2,50 3,75%) não obteve influência na composição centesimal da carcaça para os parâmetros de umidade, proteína bruta, lipídeos e matéria mineral. Além disso, vale ressaltar que os resultados obtidos no presente experimento foram similares ao do trabalho citado sendo 23,4% de matéria seca da carcaça; 13,97% de proteína bruta da carcaça; 2,71% o teor de minerais, porém diferiu quanto a composição de lipídeos que foi de 6,61%.

Por outro lado, Musyoka et al. (2020) em seu estudo com tilápia do Nilo não obteve efeito significativo da farinha de minhoca sobre o teor de lipídeos e fibra da carcaça, porém obteve efeito significativo sobre proteína bruta e cinzas em níveis altos de substituição da farinha (100% e 60%), no nível de 30%, o mais próximo do presente trabalho (10,5%), não houve efeito sobre nenhuma dessas variáveis. Da mesma forma Mombach et al. (2014), ao

incluir até 40% de FM não constatou modificação na composição da carcaça de juvenis de jundiá sobre os mesmos parâmetros analisados. Corroborando com o presente estudo.

Estes resultados estão dentro dos padrões encontrados em outros estudos, que descrevem que, de uma forma geral, a composição centesimal do pescado tem grande variação em seus valores, mas geralmente apresenta de 15 a 30% de matéria seca, de 15 a 24% de proteína bruta, de 0,1 a 22% de gordura e de 1 a 2% de minerais (OGAWA E KOIKE, 1987).

Sogbesan (2006), coloca a farinha de minhoca (FM) como um ingrediente com composição similar a farinha de peixe e que pode ser utilizada em substituição a farinha de peixe, além disso o autor afirma que teor de metionina encontrado na FM é maior em comparação com a de peixe e que por isso pode influenciar no crescimento dos animais. Além disso, de acordo com Ferruzi (2001), as minhocas apresentam perfil de ácidos graxos similar ao encontrado em peixes variando apenas de acordo com a alimentação oferecida à minhoca. De forma que essa pode ser uma evidência em relação a capacidade da farinha de minhoca influenciar diretamente fornecimento de nitrogênio e aminoácidos digestíveis necessários para a atividade metabólica dos peixes (OLELE & OKONKWO, 2012).

Esses indícios apontam a farinha de minhoca como uma boa alternativa em substituição parcial a ingredientes que atuam como ingrediente proteico dentro das rações, como as farinhas de peixe, farelo de soja devido ao seu menor custo em relação a esses componentes. A partir dos dados da tabela 3 foi possível constatar que a inclusão da farinha de minhoca não trouxe impacto sobre a carcaça, ou seja, não modificou o produto final.

Segundo Castro (2014), na produção de animais terrestre, a zeólita melhora a eficiência no uso de nutrientes, especialmente fontes de proteína. De forma que vai ter impacto sobre o desempenho e qualidade do produto animal, porém no presente estudo não foi constatado efeito benéfico da zeólita sobre a composição da carcaça. Eya et al. (2008) em seu trabalho com truta arco-íris alimentadas com diferentes tipos de Zeólita (bentonita e modernita) analisou o desempenho e composição corporal e constatou maior teor de proteína na carcaça dos animais alimentados com os tratamentos que continha a inclusão de Bentonita se comparado ao controle, este resultado diferiu do presente estudo, pois não houve modificação quanto a PB da carcaça, talvez pelo níveis de inclusão que foram maiores no trabalho citado, além disso, constatou-se uma redução no teor de lipídeos da carcaça ao incluir bentonita na alimentação do animais, o que corrobora com o presente estudo.

Da mesma forma, Ibrahim et al. (2016), em seu estudo com tilápias do Nilo detectou uma redução no conteúdo lipídico da carcaça dos animais alimentados com 2% e 3% de Clinopitilolita comparado ao tratamento controle e com a inclusão de 1% do mineral. Se

assemelhando a presente pesquisa, onde houve redução no EE da carcaça ao incluir 2% da Zeólita. Apesar dos dois trabalhos citados apresentarem efeito significativo não foi evidenciado qual a influência da Zeólita, ou mecanismo de ação, nesse parâmetro.

A Zeólita é um ingrediente que pode ter diversas funções na alimentação animal como melhorador de desempenho, redução de gases tóxicos. De acordo com Parisini et al. (1999) a Zeólita pode melhorar tanto a retenção de energia como a de proteínas. Apesar dessa afirmação a Zeólita demonstrou um efeito contrário e acabou reduzindo o coeficiente de retenção de energia que era de $22,90 \pm 1.60$ no tratamento sem a adição e passou para $19,85 \pm 1.18$ no tratamento em que a clinoptilolita foi adicionada. De forma que evidenciou o resultado da tabela 3, onde houve uma redução no extrato etéreo da carcaça, e que refletiu no coeficiente de retenção de energia, de forma que esses dois parâmetros podem estar relacionados.

Brugalli et al. (1999), em seu estudo atribuíram a redução nos valores energéticos ao excesso de íons-cálcio e sódio e matéria mineral, os quais ocasionam saponificação das gorduras, dessa forma, reduzindo sua disponibilidade e utilização. Como a Zeólita é um mineral e que foi adicionado diretamente a ração, pode ter ocorrido uma interferência quanto o aproveitamento desse nutriente durante a passagem do alimento no sistema digestivo, culminando em um decréscimo no teor de gordura encontrado na carcaça, que foi de $3,985 \pm 0,1324$ no tratamento sem a Zeólita para $3,429 \pm 0,1483$ com a inclusão do mineral.

Além disso, o tratamento com a inclusão da Zeólita apresentou efeito significativo sobre o coeficiente de retenção de energia ($p=0,0376$). Para a composição da carcaça houve influência da farinha de minhoca sobre o coeficiente de retenção de energia ($p=0,0500$), onde os maiores níveis de inclusão de FM demonstraram melhores resultados, como descrito na tabela 4.

Tabela 4. Valores médios e desvio padrão dos parâmetros da carcaça de juvenis de tilápia do nilo GIFT, aos 85 dias, alimentadas com diferentes níveis de farinha de minhoca e inclusão ou não da Zeólita.

FM (%)	Parâmetros				
	RC	CRE	CRP	IHS	IVS
0	85,44±0,75	19,86±2,17	23,01±2,87	0,908±0,0825	4,340±0,1870
3,5	83,93±1,31	18,85±0,82	24,49±1,39	0,979±0,0812	4,728±0,2395
7	86,53±0,59	23,10±2,30	28,98±3,17	1,084±0,1352	4,624±0,2332
10,5	84,94±0,95	23,70±2,27	28,21±3,25	1,048±0,1569	4,551±0,3041
Média	85,21±0,48	21,38±1,02	26,18±1,39	1,005±0,0580	4,561±0,1197
P	0,3151	0,0500	0,1275	0,7428	0,7284
Zeólita (0%)	85,12±0,69	22,90±1,60	27,73±2,22	0,936±0,0734	4,647±0,1743
Zeólita (2%)	85,29±0,67	19,85±1,18	24,63±1,66	1,074±0,0890	4,474±0,1662
Média	85,21±0,48	22,37±1,02	26,18±1,39	1,005±0,0580	4,561±0,1197
P	0,8627	0,0376	0,1293	0,2617	0,4922

CRE= Coeficiente de retenção de energia (%); CRP= Coeficiente de retenção de proteína (%); IHE= Índice hepatossomático(%); IVS= Índice viscerossomático(%).

Bittarello (2013), em seu trabalho com alevinos de tilápia alimentados com diversos níveis de substituição da farinha de minhoca (0; 1,25; 2,5; 3,75; 5,0%) não observou efeito significativo sobre o índice hepatossomático, muito menos sobre o rendimento de carcaça dos animais analisados corroborando com o presente estudo, visto que, também não houve influência da farinha de minhoca sobre esses parâmetros. Da mesma forma, em seu experimento Decarli et al. (2016), ao incluir a FM na alimentação de jundiá até 3,75% não constatou efeito significativo sobre os parâmetros de rendimento de carcaça, como também no índice hepatossomático, corroborando com o presente estudo.

Olele & Okonkwo (2012), em seu experimento com bagres constataram maior taxa de crescimento específico e além disso uma melhora no coeficiente de eficiência proteica nos peixes alimentados com 50% de farinha de minhoca em substituição a de peixe, segundo o autor as duas farinhas (De minhoca e de peixe) se complementaram e promoveram esse melhor resultado. Entretanto, no presente trabalho não foi verificado efeito significativo quando a retenção de proteína, a diferença nos resultados pode ser atribuída ao fato do bagre ser uma espécie carnívora e a farinha de minhoca suprir sua necessidade proteica. Por outro lado, Musyoka et al. (2020), em seu experimento com tilápias alimentadas com FM observou um piora na conversão alimentar em dietas com maior inclusão da farinha (100%), porém não houve interferência na eficiência proteica corroborando com o presente trabalho.

Além da FM apresentar um perfil de aminoácidos comparáveis a outras farinhas de origem proteica, de acordo com Ahmed et al. (2020), a FM tem um alto potencial proteico e se mostrou rica em aminoácidos necessários para o crescimento do peixe isso está associado a presença de 8 aminoácido essenciais em sua composição. É importante também comentar sobre o teor lipídico que compõe a minhoca, tem uma proporção alta de ácidos graxos insaturados (linolênico ω -3 e ω -6), como descrito por (MUKTI et al. 2012). HANSEN & CZOCHANSKA (1975) colocam a FM como um ingrediente com a qualidade dos seus ácidos graxos (ácido linoléico, linolênico) que se assemelha aos dos peixes e dos animais marinhos. Desta forma, é um ingrediente de boa qualidade nutricional para compor a ração de peixes.

O teor lipídico da farinha é variável como está descrito na literatura e pode depender de alguns fatores, em alguns casos o teor de extrato etéreo varia de 2,8% a 9% (MCINROY., 1971; FOSGATE AND BABB., 1972; SCHULZ AND GRAFF.,1977; HARTENSTEIN 1981).

Apesar desses indícios sobre farinha de minhoca em relação a digestibilidade de proteínas e lipídeos, não houve diferença quanto a quantidade desses dois nutrientes presente na carcaça, porém a qualidade do conteúdo da farinha, proporcionou uma maior absorção ou biodisponibilidade que pode ter influenciado o CRE, como descrito na tabela 4. A partir da análise de regressão constatou-se efeito linear representado pela equação ($y = 0,4506x + 19,012$), apresentado no gráfico abaixo (figura 6).

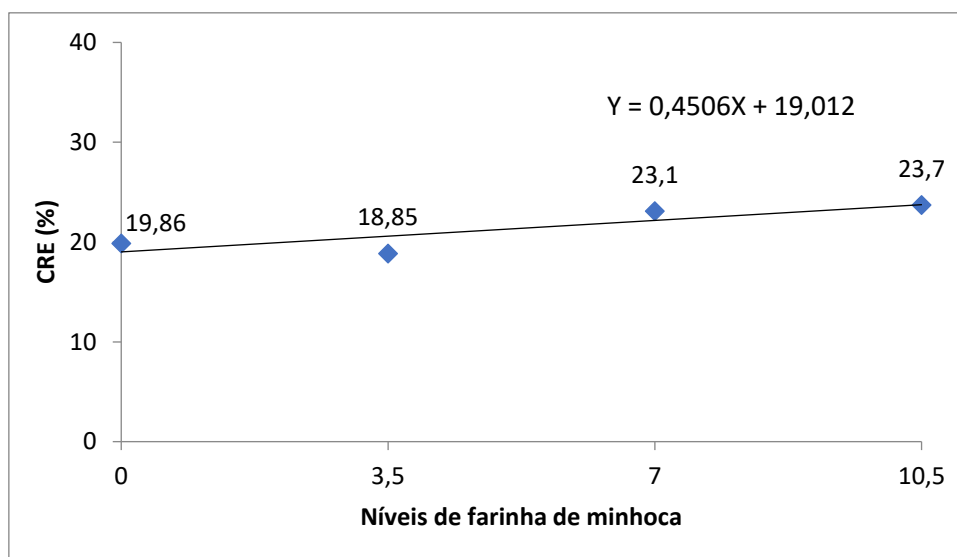


Figura 6. Efeito da inclusão da farinha de minhoca sobre o coeficiente de retenção de energia.

De forma que, o incremento nos níveis de inclusão da farinha de minhoca proporcionou um aumento no coeficiente de retenção de energia pelos peixes, e passou de $19,86 \pm 2,17$ sem adição da farinha para $23,70 \pm 2,27$ com 10,5% de inclusão do ingrediente, foi possível constatar que os maiores níveis (7 e 10,5%) apresentaram os melhores resultados e por isso a adição de

10,5% de farinha de minhoca nas dietas é a mais indicada, de acordo com os resultados obtidos na atual pesquisa.

De acordo com Nunes et al. (2005), o conteúdo de PB e EE e a composição dos ácidos graxos e minerais são os fatores que mais contribuem para as variações nos valores energéticos. Além disso, de acordo com Chakrabarty et al. (2009), a qualidade da proteína geralmente depende de dois fatores importantes, o valor biológico e a eficiência de uso, a FM contém proteína de 84% de valor biológico e 79% de eficiência no teste de crescimento em ratos, porém esses valores também são encontrados em tecidos de peixes e frangos. Por isso, de acordo com o exposto, qualidade na composição da FM pode ter refletido em uma melhora no CRE nas dietas com a farinha.

6. CONCLUSÃO

A inclusão da farinha de minhoca proporcionou uma melhora na retenção de energia na carcaça dos juvenis de tilápias, diferente de Zeólita que promoveu um efeito inverso, sendo necessário mais estudos. Porém, os demais parâmetros de carcaça não foram afetados pelo aditivo.

7. REFERÊNCIAS

- ABPA. Relatório anual ABPA 2022. São Paulo. 10 de maio de 2021. Disponível em: <https://abpabr.org/wpcontent/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf>. Acesso em: 05 agosto. 2022.
- AHMED, R. A. et al. Influence of replacement of fish meal with the earthworm *Eisenia fetida* on growth performance, feed utilization and blood parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *J Aquac Mar Biol*, v. 9, n. 3, p. 7-42, 2020.
- BITTARELLO, A. C. et al. Farinha de minhoca para alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*). *Agrarian*, v. 6, n. 21, p. 326-332, 2013.
- BRUGALLI, I. et al. Efeito do tamanho de partícula e do nível de substituição nos valores energéticos da farinha de carne e ossos para pintos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, p. 753-757, 1999.
- CANONICO, G. C. et al. The effects of introduced tilapias on native biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v. 15, n. 5, p. 463-483, 2005.
- CASTAING, J. Uso de las arcillas em alimentación animal. Asociación general de produtores de animais, Francia, 2000. Disponível em: . Acesso em: 18 abril. 2020.
- CASTRO, M. 2014. Las zeolitas naturales. Caracterización químico-física. Principales yacimientos de Cuba. *Boletín Técnico Porcino*, 25: 3-6, ISSN: 2078-2675
- CHAKRABARTY, D. et al. Application of vermitechnology in aquaculture. *Dynamic Soil, Dynamic Plant*, v. 3, n. 2, p. 41-44, 2009.
- CHAVES, R. et al. An alternative fish feed based on earthworm and fruit meals for tilapia and carp postlarvae. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 13, n. 1, 2015.
- COOMBS, D. S. et al. Recommended nomenclature for zeolite minerals: report of the subcommittee on zeolites of the International Mineralogical Association, Commission on New Minerals and Mineral Names. *Mineralogical Magazine*, v. 62, n. 4, p. 533-571, 1998.
- CORREA FERREIRA, A. A farinha de minhoca e suas propriedades funcionais na alimentação animal: uma revisão narrativa. 2021. 37 p.
- DECARLI, J. A. et al. Farinha de minhoca para juvenis de jundiá *Rhamdia voulezi* criados em tanques-rede. *Agrarian*, v. 9, n. 34, p. 390-396, 2016.
- DONG, X. H. et al. Apparent digestibility of selected feed ingredients in diets for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*. *Aquaculture Research*, v. 41, n. 9, p. 1356-1364, 2010.
- EL-SAYED, A. F; KAWANNA, M. Optimum water temperature boosts the growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry reared in a recycling system. *Aquaculture Research*, v. 39, n. 6, p. 670, 2008.

EYA, J. C. et al. Effects of dietary zeolites (bentonite and mordenite) on the performance juvenile rainbow trout *Onchorhynchus myskis*. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, v. 2, n. 4, p. 961-967, 2008.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2016 *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all*. Rome, Italy. 200 pp.

FOSGATE, O. T; BABB, M. R. Biodegradation of animal waste by *Lumbricus terrestris*. *Journal of Dairy Science*, v. 55, n. 6, p. 870-872, 1972.

GIANETTO, G. P. et al. *Zeolitas - Características, Propriedades y Aplicaciones Industriales*. Editorial Innovación Tecnológica, 2ª edição, 1990.

GOTTARDI, Glauco. The genesis of zeolites. *European Journal of Mineralogy*, p. 479-488, 1989.

GU, D. E. et al. The impacts of invasive Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on the fisheries in the main rivers of Guangdong Province, China. *Biochemical Systematics and Ecology*, v. 59, p. 1-7, 2015.

GUTIÉRREZ, M. T. O. *Zeolitas características y propiedades*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, 2010.

HAFEDH, YS Al. Effects of dietary protein on growth and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture research*, v. 30, n. 5, p. 385-393, 1999.

HANSEN, R. P.; CZOCHANSKA, Z. The fatty acid composition of the lipids of earthworms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 26, n. 7, p. 961-971, 1975.

HARTENSTEIN, R. Use of *Eisenia foetida* in organic recycling based on laboratory experiments. In: *Workshop on the role of earthworms in the stabilization of organic residues*. Kalamazoo, Michigan: Beech Leaf, 1981. p. 155-165.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2016. *Produção da Pecuária Municipal*, 2016. Brasil. 44, pp. 34.

IBRAHIM, I. H. et al. Evaluation of natural zeolite (clinoptilolite) as a feed additive in Nile tilapia fish diets and its influences on growth performance, genetic traits and fish health. *Abbassa International Journal of Aquaculture*, v. 9, p. 253-287, 2016.

KUBITZA, F. *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. Jundiaí: Acqua Supre, 2000. 285 p. crucian carp (*Carassius auratus gibelio*). *Animal Feed Science And Technology*, v. 134, p. 243-251, 2007.

LEIRA, M. H. et al. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. *Pubvet*, v. 11, n. 1, p. 11-17, 2017.

LLANES, M.; CASTRO, M. Substitution of commercial feed for natural zeolite in Nile tilapias GIFT (*Oreochromis niloticus*). *Cuban Journal of Agricultural Science*, v. 54, n. 3, 2020

- LUZ, A. B. Zeólitas: propriedades e usos industriais. Rio de Janeiro: Cetem, 1995. 35p. (Série tecnologia mineral, n. 68)
- LUZ, A. B.; LINS, A. F. Rochas e minerais industriais: rochas e especificações. 2. Ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 990p. 2008.
- MCINROY, D. M. Evaluation of the earthworm *Eisenia foetida* as food for man and domestic animals. *Feedstuffs*, v. 43, n. 8, p. 37-46, 1971.
- MEURER, F. et al. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, p. 566-573, 2002.
- MOMBACH, P. I. et al. Farinha de minhoca em dietas para juvenis de jundiá. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 44, p. 151-157, 2014.
- Mukti. P. B et al. Nutritive potential of earthworm (*Eisenia foetida*) meal in the diet for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *International Research Journal of Pharmaceutical and Applied Sciences*, v. 2, n. 5, p. 117-123, 2012.
- MUMPTON, F. A. Commercial properties of natural zeolites. *Mineralogy and geology of natural zeolites, Reviews in Mineralogy. MINER. SOC. AMER*, v. 4, p. 165-175, 1981.
- MUMPTON, F.A. La roca magica: Uses of natural zeolites in agriculture and industry. *Proc. Natl. Acad. Sci. Vol. 96*, 3463-3470, (1999).
- MUSYOKA, S. N. et al. Earthworm, *Eisenia fetida*, bedding meal as potential cheap fishmeal replacement ingredient for semi-intensive farming of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Research*, v. 51, n. 6, p. 2359-2368, 2020.
- OGAWA, M.; KOIKE, J. Manual de pesca. Fortaleza: Associação dos Engenheiros de Pesca do estado do Ceará, 1987. 800p.
- OLELE, N. F; OKONKWO, J. C. Replacement of fish meal with graded levels of earthworm meal in the diet of fingerlings: effect on feed and growth parameters. *Journal of Agricultural Science and Technology. A*, v. 2, n. 7A, p. 901, 2012.
- OLIVEIRA, E. G. et al. Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria. Embrapa Meio-Norte-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2007.
- ONO, E. A; KUBITZA, F. Cultivo de peixes em tanques-rede. 3 ed.rev.ampl. Jundiaí: Ed.: E. A. Ono, 112p, 2003
- PAPAIOANNOU, D. et al. The role of natural and synthetic zeolites as feed additives on the prevention and/or the treatment of certain farm animal diseases: A review. *Microporous and Mesoporous Materials*, v. 84, p. 161-170, 2005.
- Peixe BR. ANUÁRIO 2022 Peixe BR da Piscicultura. São Paulo. 10 de janeiro de 2022. Disponível em: < <https://www.peixebr.com.br/anuario2022/>>. Acesso em: 05 agosto. 2022.
- PEZZATO, L. E. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, p. 1595-1604, 2002.

- SOGBESAN, A. O. et al. Productivity potentials and nutritional values of semi-arid zone earthworm (*Hyperiodrilus euryaulos*; Clausen, 1967) cultured in organic wastes as fish meal supplement. *Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS*, v. 10, n. 17, p. 2992-2997, 2007.
- ROCH, P. et al. Protein analysis of earthworm coelomic fluid: II. isolation and biochemical characterization of the *Eisenia foetida* Andrei Factor (EFAF). *Compendium of Biochemistry and Physiology*, v.69B, p.829-836, 1981.
- SCHULZ, E.; GRAFF, O. Zur Bewertung von Regenwurmmehl aus *Eisenia foetida* (Savigny) als Eiweissfuttermittel. *Landbauforsch. Volk*, v. 27, p. 216-218, 1977.
- SOUZA, S.R. et al. Diferentes fontes protéicas de origem vegetal para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) durante a reversão sexual. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.26, p.21-28, 2004.
- VIEIRA, M. L. et al. Digestibilidade da farinha de minhoca para suínos. *Revista Indústria Animal*, v. 61, n. 1, p. 83-91, 2004.
- WELLER, M. et al. *Química Inorgânica*. 6. ed. Porto Alegre. Bookman. 2017.
- YILDIRIM, O. et al. Effects of natural zeolite (Clinoptilolite) levels in fish diet on water quality, growth performance and nutrient utilization of *Tilapia* (*Tilapia zillii*) fry. 2009.