



MARCELLA VENERANDO PEREIRA

**INCLUSÃO DE TAURINA EM DIETAS PARA JUVENIS DE TILÁPIA DO
NILO (*Oreochromis niloticus*)**

LAVRAS – MINAS GERAIS

2021

MARCELLA VENERANDO PEREIRA

**INCLUSÃO DE TAURINA EM DIETAS PARA JUVENIS DE TILÁPIA DO
NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras como parte das
exigências do Curso de Zootecnia, para a obtenção do
título de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Dra. Priscila Vieira e Rosa

LAVRAS – MINAS GERAIS

2021

MARCELLA VENERANDO PEREIRA

**INCLUSÃO DE TAURINA EM DIETAS PARA JUVENIS DE TILÁPIA DO
NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras como parte das
exigências do Curso de Zootecnia, para a obtenção do
título de Bacharel em Zootecnia.

Trabalho aprovado, Lavras: 04/03/2021

BANCA EXAMINADORA

Dra. Priscila Vieira e Rosa

Orientadora

Kátia Rodrigues Batista de Oliveira

Dra em Produção e Nutrição de Monogástrico

Tamira Maria Orlando

Dra em Produção e Nutrição de Monogástrico

Izabella Luiza Gomes de Almeida

Msc em Produção e Nutrição de Monogástrico

LAVRAS – MINAS GERAIS

2021

Às minhas avós Custodia de Sousa Monteiro e Mary Resende Pereira,
por todo amor e apoio durante minha trajetória.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Encerro mais um ciclo repleto de alegria e de muito aprendizado. Neste momento é hora de parar e refletir tudo que vivi e agradecer a todos que de alguma forma contribuíram para que tudo fosse possível.

Primeiramente quero agradecer a Deus, pois sem ele nada seria possível. Por não me deixar desanimar nos momentos de dificuldade e sempre me dar forças para seguir em frente buscando meus objetivos.

Agradeço aos meus pais Josiane Cristine e Marcos Venerando, as minhas irmãs Anne e Júlia, minhas avós Custodia e Mary, por serem essenciais na minha formação, por acreditarem em mim e me acompanharem durante esta trajetória, por todo carinho, apoio e cuidado que sempre tiveram comigo.

Aos meus amigos que se fazem presentes em todos os momentos da minha vida, me incentivando e dando uma palavra de apoio. Em especial quero agradecer aqueles que são como irmãos, Herbet Júnior, Lucas Curto, Mariana Carvalho, Mário Fraiz, Tatiane Borges, Mayara Reis e toda sua família por serem uma segunda família pra mim.

Agradeço aos professores do departamento de Zootecnia, que durante todos estes anos de graduação compartilharam de seus conhecimentos, contribuindo de forma direta para meu desenvolvimento profissional.

A melhor orientadora que eu poderia ter, Priscila Vieira e Rosa, agradeço pela orientação, por todas as oportunidades que me apresentou e pelo incentivo.

Ao núcleo de estudos em aquicultura NAQUA por me acolherem tão bem, por todo ensinamento adquirido. Em especial quero agradecer a Izabella Luiza, Kátia Rodrigues, e Tamira Maria, pelo carinho, pela paciência em me ensinar, vocês foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Agradeço a banca examinadora, Dra. Priscila Vieira, Izabella, Kátia e Tamira por dividirem comigo este momento tão importante e esperado.

À Universidade Federal de Lavras, por ter me concedido um estudo de excelente qualidade e também por todas as oportunidades oferecidas durante a graduação.

Este agradecimento se estende a todos que direta ou indiretamente contribuíram e foram essenciais para a realização desta conquista.

Muito obrigado a todos!

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da suplementação de taurina em dietas vegetais, à base de farelo e óleo de soja, para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos: dieta controle e suplementação de 0,5; 1,0; e 1,5% de taurina, e quatro repetições. Para isso, foram utilizados 192 peixes (peso médio de $50,4 \pm 0,7$ g), distribuídos em 16 tanques de 100 L de capacidade, na densidade de 12 peixes por tanque mantidos em sistema de recirculação de água. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, durante 49 dias, até a saciedade aparente. Ao final do experimento, todos os peixes foram anestesiados com benzocaína (50 mg L^{-1}) e pesados para determinação dos parâmetros de desempenho produtivo. Todos os peixes foram eutanasiados por secção da medula espinhal e eviscerados. O desempenho produtivo e eficiência de utilização do alimento foram determinados para os seguintes parâmetros: ganho de peso, consumo, conversão alimentar e eficiência proteica. As análises bromatológicas dos filés de tilápia, e das dietas experimentais foram realizadas para determinar os teores de proteína bruta, matéria seca, cinzas e lipídeos. Os dados obtidos foram analisados utilizando a análise de variância (One-way ANOVA), no qual em caso de significância, as médias foram comparadas através do teste de Tukey (5% de significância). Os resultados deste trabalho utilizando juvenis tilápias do Nilo (*O. niloticus*) indicaram que houve redução no peso final dos peixes alimentados com suplementação de 1,5% taurina na dieta. Os níveis de inclusão de taurina nas dietas (0; 0,5; 1,0; 1,5%) não influenciaram os demais parâmetros analisados (ganho de peso, consumo, conversão alimentar e eficiência proteica). Quanto a análise da composição dos filés foi observada diferença significativa para cinzas entre os tratamentos suplementação 0,5% de taurina e 1,0% - 1,5% de suplementação, onde a suplementação com 0,5% apresentou maior valor de cinzas. Não houve diferença significativa para os parâmetros de matéria seca, proteína bruta e lipídeos para os quatro tratamentos: suplementação de taurina (0; 0,5; 1,0; 1,5%). Com os resultados deste trabalho foi possível concluir que a suplementação de taurina na dieta não é necessária nesta fase de vida.

Palavras-chave: suplementação aminoacídica, taurina, nutrição

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Ingredientes e composição proximal das dietas experimentais	17
Tabela 2. Desempenho produtivo de tilápias do Nilo (<i>O. niloticus</i>) alimentadas com diferentes níveis de suplementação de taurina (0; 0,5; 1,0; 1,5%)	20
Tabela 3. Composição bromatológica dos filés de tilápia do Nilo (<i>O. niloticus</i>) alimentadas com diferentes níveis de suplementação de taurina (0; 0,5; 1,0; 1,5%).	21

LISTA DE ABREVIATURAS

CA - Conversão alimentar

CT - Consumo total

CZ - Cinzas

EF - Eficiência proteica

GP - Ganho de peso

LP - Lipídeos

MS - Matéria seca

PB - Proteína Bruta

PF - Peso final

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Alimentos de origem vegetal.....	12
2.2 Taurina.....	14
2.3 Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Dietas experimentais	17
3.2 Manejo das dietas experimentais.....	18
3.2 Composição centesimal.....	18
3.3 Análise estatística	19
4 RESULTADOS	19
4.1 Desempenho produtivo.....	19
4.2 Composição bromatológica dos filés de tilápia do Nilo (<i>O. niloticus</i>)	21
5 DISCUSSÃO	21
6 CONCLUSÃO.....	24
7 REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

A piscicultura no Brasil é uma atividade com grande potencial de crescimento. Segundo publicação da Peixe BR (2020), a produção da piscicultura brasileira cresceu 4,9% em 2019, atingindo 758.002 toneladas. Dentre as espécies cultivadas, a tilápia (*Oreochromis niloticus*) representa 57% da produção total de peixes de cultivo (PEIXE BR, 2020), com produção de 432.149 toneladas em 2019 e crescimento de 7,96% em relação ao ano de 2018, consolidando o Brasil o 4º maior produtor de tilápia no mundo. O consumo de pescado tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, devido aos benefícios que este traz à saúde humana como fonte de óleos ômega 3, minerais entre outros nutrientes. No Brasil, o consumo de peixes é de aproximadamente 3kg/hab/ano, sendo a tilápia a espécie mais consumida no país, por apresentar boas características organolépticas e nutricionais, como: carne clara e saborosa, baixo teor de gordura, baixa caloria e ausência de espinhas no formato de “Y” (NOGUEIRA; RODRIGUES, 2007).

Para atender o aumento da demanda de peixes devemos nos atentar sobretudo aos aspectos nutritivos da dieta, no qual as rações são compostas por ingredientes de origem animal e vegetal (NUTRIAQUA, 2012). O principal ingrediente proteico utilizado na formulação de rações para peixes é a farinha de peixes (LIU et al., 2011), porém é um recurso limitado e caro. Uma alternativa é a substituição da farinha de peixe por ingredientes alternativos de origem vegetal principalmente a soja (HARDY, 2010). Os níveis de inclusão do farelo de soja em dietas para peixes variam de 10 até 45% (NUTRIAQUA, 2012). De acordo com CRUZ et al. (2018), valores de inclusão do farelo de soja superiores à 18% apresentam melhores coeficientes de digestibilidade aparente para tilápia do Nilo. LIN et al. (2011) estudando a substituição de farinha de peixe pelo farelo de soja para tilápia juvenil (*Oreochromis niloticus* × *O. Aureus*) mostraram que animais alimentados com dieta contendo 100% de proteína vegetal apresentaram menor ganho de peso, redução na taxa de crescimento, maior taxa de conversão alimentar e as atividades da protease no intestino também foram reduzidas com o aumento do nível de farelo de soja na dieta. Os autores indicaram que a proteína do farelo de soja pode substituir menos de 75% da proteína da farinha de peixe sem influenciar negativamente o crescimento da tilápia.

Dentre os ingredientes de origem vegetal, o farelo de soja contém considerável teor de proteína bruta, cerca de 44 a 50% (NRC, 2011) e bom perfil de aminoácidos essenciais. No entanto, além de conter alta proporção de fibra, limitando seu uso em dietas para peixes, o farelo de soja é deficiente em aminoácidos contendo enxofre (metionina, cisteína) e lisina (EL-SAYED

et al., 2006) e restrito no teor de taurina (2- aminoetanossulfônico) (RODHERMEL et al., 2020). Assim, em dietas contendo alta inclusão de farelo de soja se faz necessária a suplementação de alguns aminoácidos como lisina e metionina, resultando em melhora no ganho de peso, eficiência alimentar e composição corporal dos peixes (DE ALMEIDA et al., 2019). A suplementação dietética de taurina vem sendo estudada e pode ser indispensável para peixes, sobretudo para aqueles alimentados com dietas de origem vegetal. Sua inclusão na dieta pode melhorar o desempenho dos animais (AL-FEKY; EL-SAYED; EZZAT, 2015).

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da suplementação de taurina em dietas vegetais, à base de farelo e óleo de soja, para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Alimentos de origem vegetal

Com a crescente demanda de peixes inteiros e a redução de novas fontes pesqueiras a serem exploradas, os volumes de farinha e óleo de peixe tendem a diminuir (TACON, A. G. J. et al., 2010). Durante os últimos anos, tem ocorrido um aumento expressivo da demanda por farinha de peixe destinada à fabricação de ração, levando a escassez do produto e o aumento dos preços (RODHERMEL et al., 2020). A farinha de peixe é um ingrediente comumente utilizado na alimentação de animais aquáticos, apresentando cerca de 62 a 72% de proteína bruta e 1,67 a 4,21% de fósforo disponível (NRC, 2011). Parte da farinha e óleo de peixe são produzidos a partir de subprodutos do pescado e em 2018 cerca de 18 milhões toneladas da produção mundial de peixes foram utilizadas para produzir farinha e óleo de peixe (FAO, 2020). Portanto, tem-se buscado fontes de proteína vegetal menos onerosas e mais disponíveis para a produção de alimentos para a aquicultura, visando a substituição da farinha de peixe (AL-FEKY; EL-SAYED; EZZAT, 2015).

Um alimento alternativo deve apresentar algumas características que o tornam viável, tais como: ampla disponibilidade, preço competitivo, facilidade de transporte, armazenamento e uso na produção de rações (GATLIN et al., 2007). Além de conter teor de proteína relativamente alto, bom perfil aminoacídico, boa digestibilidade de nutrientes e palatabilidade razoável (GATLIN et al., 2007).

Entre as fontes de proteína vegetal, o farelo de soja se destaca devido a sua abundância e custo relativamente baixo por unidade de proteína (GAYLORD; TEAGUE; BARROWS, 2006). O farelo de soja é obtido a partir do processo de moagem dos grãos de soja e representa

um dos ingredientes mais utilizados em rações para animais. O Brasil é o maior produtor mundial de soja, com uma produção de 124,8 milhões de toneladas na safra de 2019/2020 (CONAB, 2020) e apresenta cerca de 44 a 50% de proteína e 0,28 a 0,69% de fósforo disponível (NRC, 2011).

O farelo de soja apresenta o maior teor de proteína e tem o melhor perfil de aminoácidos essenciais quando comparado a outros ingredientes vegetais, no entanto, é deficiente em aminoácidos contendo enxofre (metionina, cisteína) e lisina e contém fatores antinutricionais endógenos, incluindo inibidor de protease (tripsina), fito-hemaglutinina e anti-vitaminas (EL-SAYED et al., 2006). A metionina é o primeiro aminoácido limitante em rações formuladas com base em soja (NRC, 2011). Este aminoácido tem papel fundamental nos processos fisiológicos dos peixes, incluindo síntese de compostos de enxofre como a taurina (SALZE; DAVIS, 2015). A lisina também é considerada um aminoácido limitante em dietas à base de proteína vegetal (URBICH et al., 2020). Apesar de o farelo de soja apresentar baixos níveis de aminoácidos sulfurados, quando há a suplementação com aminoácidos sintéticos, resulta em uma melhora na conversão alimentar e na retenção de nitrogênio, reduzindo a gordura na carcaça e melhorando o ganho de peso (FURUYA, 2010).

Alguns estudos evidenciaram que, apesar de muitos insumos alimentares proporcionarem desempenho biológico inferior aos de proteínas padrão (sobretudo a farinha de peixe), as análises de custo-benefício apontam estes como economicamente melhores (EL-SAYED et al., 2006). O maior custo de produção animal está na alimentação, constituindo a fração proteica a mais cara, devido ao fato sobretudo dos altos níveis de proteína bruta utilizados nas rações, principalmente na fase inicial de criação (HAYASHI, C., BOSCOLO, W. R., Soares, C. M., & Meurer, F. 2002). Na piscicultura a nutrição é de fundamental importância visto que a alimentação normalmente representa cerca de 50% do custo de produção (CRAIG et al., 2017). Por isso é importante conhecer e fornecer as proteínas dietéticas e requisitos específicos de aminoácidos para cada espécie e estágio de vida dos peixes, visando melhor crescimento e saúde (CRAIG et al., 2017).

A nutrição dos peixes avançou de forma expressiva nos últimos anos, com o desenvolvimento de dietas equilibradas, que fornecem os nutrientes necessários para promover o crescimento ideal e saúde dos peixes (CRAIG et al., 2017). De acordo com KUBARIK, (1997), as vantagens de se trabalhar com espécies de hábito alimentar onívoro, como a tilápia, é que estas apresentam adaptações morfológicas e fisiológicas, permitindo que estes animais

tolerem dietas com elevadas percentagens de ingredientes vegetais, pois utilizam melhor os carboidratos. A exigência de proteína para tilápias decresce com o aumento da idade e o tamanho (SIDDIQUI et al., 1988). De acordo com ABDEL-TAWWAB et al. (2010) alevinos de tilápia pesando entre 0,4-0,5 gramas obtiveram o melhor o crescimento com 45% de proteína bruta (PB), enquanto alevinos de 17 a 22 gramas apresentaram melhor desempenho de crescimento com dieta contendo 35% de PB. Os peixes, assim como qualquer outro animal, não apresentam exigências nutricionais de proteína propriamente dita, mas têm necessidade de um adequado balanço no perfil de aminoácidos essenciais e não essenciais (BICUDO; CYRINO, 2009). De acordo com NRC (2011), tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) tem exigência de 0,15 a 1,35 % de metionina na dieta e de 1,10 a 1,90% de lisina. Embora ainda não tenham níveis estabelecidos de exigência de taurina (ácido 2-aminoetanossulfônico) este aminoácido também requerem atenção em formulação de dietas para organismos aquáticos, pois é considerado condicionalmente indispensável em formulações de dietas à base de proteínas vegetais (GAYLORD; TEAGUE; BARROWS, 2006).

2.2 Taurina

A taurina existe naturalmente em animais, incluindo mamíferos, pássaros e peixes (SALZE; DAVIS, 2015). Altos níveis de taurina são encontrados em frutos do mar e carnes, e muitos vertebrados podem sintetizar taurina (SALZE; DAVIS, 2015).

A taurina (ácido 2-aminoetanossulfônico) é classificada como aminoácido, apesar de não conter um grupo carboxila, sendo um produto final do metabolismo de aminoácidos contendo enxofre (AL-FEKY; EL-SAYED; EZZAT, 2015). É considerada uma molécula simples, que contém um grupo sulfonato ácido, um grupo amino básico e dois carbonos intermediários (SALZE; DAVIS, 2015). Tem participação em diversas funções fisiológicas em mamíferos, tais como, modulação da resposta imune, transporte de cálcio (TAKAHASHI et al. 1992), desenvolvimento da retina (OMURA; YOSHIMURA, 1999), regulação osmótica (THURSTON; HAUHART; DIRGO, 1980) e funções endócrinas (KUZMINA; GAVROVSKAYA; RYZHOVA, 2010), além de participar do desenvolvimento dos sistemas muscular e neural (EL-SAYED et al., 2014). Entretanto, a função fisiológica mais conhecida da taurina é no metabolismo de ácidos biliares, importantes na absorção de gordura dietética e no metabolismo do colesterol (JACOBSEN & SMITH 1968).

A taurina é sintetizada a partir do catabolismo da metionina e cisteína é produzida no fígado, exercendo papel importante na formação dos sais biliares como os ácidos taurocólico e quenodesoxicólico, auxiliando na emulsificação das gorduras no intestino (BERTECHINI, 2006). A síntese de taurina em peixes varia em função das espécies, do estágio de desenvolvimento, do hábito alimentar, do ambiente aquático no qual o animal se encontra (ALFEKY; EL-SAYED; EZZAT, 2015) e da atividade da cisteína sulfinato descarboxilase (CSD) (EL-SAYED et al., 2014), enzima limitadora da biossíntese de taurina para oxidação e conversão de cisteína em taurina ou conversão de metionina em cisteína (JACOBSEN & SMITH 1968; CHANG et al. 2012).

Relatos mostram que alguns peixes de água doce, tais como a carpa comum (*Cyprinus carpio*), truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) e o salmão do Atlântico (*Salmo salar*) têm capacidade de sintetizar taurina, sendo dispensável assim, a suplementação exógena (GOTO et al. 2001; YOKOYAMA et al. 2001; ESPE et al. 2008, 2012). Há indícios que outras espécies de peixes de água doce necessitam da suplementação de taurina exógena para desempenho de crescimento, consumo de ração, digestão e assimilação e outras funções fisiológicas ideais, (EL-SAYED et al., 2014). A suplementação de taurina foi considerada essencial para peixes de água doce, como a carpa capim (*Ctenopharyngodon idellus*) (LUO et al. 2006) e tilápia do Nilo (*O. niloticus*) (GONÇALVES et al. 2011). A taurina pode ser sintetizada a partir da metionina e da cisteína em truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) e em outras espécies de peixes, porém a taxa de síntese pode ser insuficiente para atender às necessidades de taurina quando a dieta é a base de proteína vegetal (GIBSON et al., 2007).

De acordo com Gaylord et al (2006) a taurina é condicionalmente indispensável em formulações de dietas à base de proteínas totalmente vegetais e proporciona aumento do crescimento quando suplementada. As farinhas de peixe e os subprodutos animais contêm quantidades significativas de taurina, os níveis encontrados na farinha de peixe e nos subprodutos de aves são constantemente superiores a 0,5 g / 100 g (GAYLORD; TEAGUE; BARROWS, 2006). Porém a maioria dos ingredientes de origem vegetal são restritos em taurina (2- aminoetanossulfônico) (RODHERMEL et al., 2020). KATAOKA e OHNISHI (1986) verificaram que algas marinhas continham altos níveis de taurina e plantas terrestres apresentavam de 10 nmol / g de peso úmido, valor muito inferior ao encontrado em animais. Assim, embora seja considerada um aminoácido não essencial, a suplementação dietética de taurina pode ser indispensável para peixes, sobretudo para aqueles alimentados com dietas de

origem vegetal e sua inclusão na dieta pode melhorar o desempenho dos animais (AL-FEKY; EL-SAYED; EZZAT, 2015).

2.3 Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

A piscicultura é uma atividade que desenvolveu de forma significativa no Brasil nos últimos anos, em razão do clima favorável e da grande extensão de recursos hídricos existentes no país, e uma das espécies que se destaca é a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) (BRITO et al., 2014). A tilápia é o segundo grupo de peixes mais produzido no mundo, perdendo apenas para as carpas como o peixe de água doce mais cultivado (POPMA, T. & MASSER, M 1999). A tilápia tornou-se a espécie de peixe mais cultivada no Brasil a partir do ano de 2002 (BRITO et al., 2014) e em 2019 sua produção foi de 432.149 toneladas (PEIXE BR, 2020).

Tilápia é o nome de um grupo de ciclídeos, peixes de água doce, nativos da África e, composta por três gêneros de importância zootécnica: *Oreochromis*, *Sarotherodon* e *Tilapia* (POPMA, T. & MASSER, M 1999). São peixes de hábito alimentar onívoro, consomem alimentos de origem vegetal e animal, predominantemente de águas quentes, apresentando bom desempenho em ambientes com temperaturas que variam entre 26 a 30 °C (LELIS; TEIXEIRA, 2018), possuem elevada taxa de fertilidade e ótima capacidade de reprodução, atingindo sua maturidade sexual geralmente entre o 3º e o 4º mês após a estocagem dos alevinos (SILVA et al., 2015). A desova pode ocorrer mais de quatro vezes ao ano e como apresentam cuidado parental, o índice de sobrevivência da espécie é bastante elevado (LELIS; TEIXEIRA, 2018).

A tilápia do Nilo (*O. niloticus*) foi uma das primeiras espécies de peixes cultivadas no mundo. O desenvolvimento da tilapicultura no Brasil ocorreu na década de 90, quando foram introduzidos 20.800 alevinos, oriundos da Tailândia. A tilápia-do-Nilo apresentou bons resultados quanto as suas características, tais como rusticidade, rápido crescimento, fácil adaptação ao confinamento e resistência a temperaturas mais altas (OLIVEIRA et al., 2007), além de possuírem boas características organolépticas e nutricionais, como: carne clara e saborosa, teor de gordura baixo (0,9 g/100 g de carne) e, baixa caloria (172 kcal/100 g de carne), ausência de espinhas no formato de “Y” e, rendimento de filé de em torno de 33% a 37%, em animais com peso médio de 600 g, o que torna esta espécie de peixe atrativa para industrialização (NOGUEIRA; RODRIGUES, 2007). Devido a estas características, a tilápia vem se tornando a espécie ideal para o cultivo na piscicultura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi realizado na Estação de Piscicultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e no Laboratório Central de Pesquisa Animal (LCPA/ DZO), Lavras, MG. Os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), protocolo número 041/18.

3.1 Dietas experimentais

Quatro dietas experimentais foram formuladas, de acordo com as exigências nutricionais da espécie (FURUYA, 2010), para serem isoproteicas (30% de proteína bruta) e isoenergéticas (3800 Kcal de energia bruta) (Tabela 1). As dietas foram formuladas com ingredientes vegetais, suplementadas com níveis crescentes de taurina (0; 0,5; 1,0; 1,5%). Todos os ingredientes foram moídos, misturados e peletizados. Os péletes foram levados em estufa à 40 °C para secagem e armazenados em sacos plásticos à 4 °C. As dietas experimentais foram fornecidas até saciedade aparente duas vezes ao dia, durante 49 dias.

Tabela 1. Ingredientes e composição proximal das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Níveis de taurina			
	0	0,5	1,0	1,5
Farelo de soja	37,6	37,6	37,6	37,6
Milho	28,0	28,0	28,0	28,0
Farelo de trigo	16,0	16,0	16,0	16,0
Concentrado proteico de soja	12,0	11,0	10,5	10,0
Óleo de soja	3,9	3,9	3,9	3,9
Taurina	0	0,5	1,0	1,5
Suplemento vitamínico e mineral ¹	1,0	1,0	1,0	1,0
DL-metionina	0,3	0,3	0,3	0,3
Lisina	0,1	0,1	0,1	0,1
Antioxidante BHT ²	0,1	0,1	0,1	0,1
Fosfato bicálcico	0,8	1,0	1,0	1,0
Caulim	0,2	0,5	0,5	0,5
Composição proximal (% da matéria seca)				
Matéria seca	90,6	90,7	90,7	90,9

Proteína bruta	30,7	29,9	30,7	30,9
Lipídeos	5,7	5,6	5,7	5,5
Cinzas	5,4	5,8	5,6	5,6
Energia bruta (Kcal/ Kg) ³	3799	3781	3762	3836

¹ Composição (mg kg⁻¹ dieta): sulfato de ferro, 196; sulfato de cobre, 28; óxido de zinco, 280; óxido de manganês, 52; selenito de sódio, 1,2; sulfato de cobalto, 0,4; iodeto de potássio, 1,2; vitamina A, 19950 (UI kg⁻¹ dieta); vitamina D3, 7980 (UI kg⁻¹ diet); vitamina E, 199; vitamina K3, 10; vitamina C, 700; tiamina, 50; riboflavina, 50; piridoxina, 50; cianocobalamina, 0,1; niacina, 200; pantotenato de cálcio, 100; ácido fólico, 10; biotina, 1,6; inositol, 100; etoxiquina, 247. ² Butil-Hidroxi-tolueno (antioxidante). ³ Valores calculados.

3.2 Manejo das dietas experimentais

Os animais usados no presente estudo foram adquiridos no setor de Piscicultura da Universidade Federal de Lavras – Departamento de Zootecnia. Foram utilizados 192 peixes, com peso médio de 50,4 ± 0,7 g, distribuídos em 16 tanques de 100 L de capacidade, com densidade de 12 peixes por tanque mantidos em sistema de recirculação de água.

Foi adotado um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (dieta controle, suplementação de 0,5; 1,0; e 1,5% de taurina) e quatro repetições.

Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, durante 49 dias, até a saciedade aparente. Ao final do experimento, todos os peixes foram anestesiados com benzocaína (50 mg L⁻¹) e pesados para determinação dos parâmetros de desempenho produtivo. Posteriormente os peixes foram eutanasiados por secção da medula espinhal e eviscerados.

O desempenho produtivo e eficiência de utilização do alimento foram determinados para os seguintes parâmetros: Peso final (PF), Ganho de peso (GP)= peso final (g) – peso inicial (g), Consumo total (CT)= g/peixe, Conversão Alimentar (CA) = alimento consumido (g)/ ganho de peso (g); e Eficiência Proteica (EP) = ganho de peso (g)/ proteína consumida. Os filés dos peixes foram coletados para a determinação da composição centesimal.

3.3 Composição centesimal

A composição centesimal foi realizada no Laboratório Central de Pesquisa Animal (LCPA/DZO) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), seguindo as metodologias propostas pela Association of Official Analytical Chemistry (AOAC, 2000).

Análises bromatológicas dos peixes e das dietas experimentais foram realizadas para determinar os teores de proteína bruta, matéria seca, cinzas e lipídeos. Para determinação de matéria seca as amostras foram levadas a um processo de secagem por 12h em estufa a 105 °C, as cinzas determinadas por incineração dos componentes orgânicos por 5h na mufla 550°C. O teor de proteína bruta ($N \times 6,25$) foi determinado pelo método de Kjeldahl, no qual as amostras foram digeridas com sulfato de cobre, sulfato de potássio e ácido sulfúrico concentrado e, em seguida, destiladas em aparelho de Microkjeldhal, no qual é coletado em solução de ácido bórico e indicador misto (vermelho de metila + verde de bromocresol) para finalmente, ser titulada com ácido clorídrico. Os lipídeos foram extraídos com clorofórmio e metanol (2:1), segundo método adaptado por Folch (1957).

3.4 Análise estatística

Os dados foram analisados usando análise de variância de uma via (one-way anova). Para identificar diferenças significativas entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5% de significância) ($P < 0,05$).

4 RESULTADOS

4.1 Desempenho produtivo

Foi observado diferença significativa ($P < 0,05$) entre os peixes alimentados com dieta suplementada com 1,5% de taurina e peixes que foram alimentados com a dieta controle (0% de taurina). A suplementação de 1,5% de taurina levou ao menor peso final (100,12g) dos peixes quando comparados com a dieta controle, sem inclusão de taurina. Entre a dieta controle e dietas suplementadas com 0,5 e 1,0% de taurina não foi observada diferença significativa. Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para os demais parâmetros (ganho de peso, consumo, conversão alimentar e eficiência proteica) entre os 4 tratamentos (dieta controle; 0,5; 1,0; 1,5 % de taurina), como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Desempenho produtivo de tilápias do Nilo (*O. niloticus*) alimentadas com diferentes níveis de suplementação de taurina (0; 0,5; 1,0; 1,5%)

Tratamentos	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Ganho de Peso (%)	Consumo	Conversão Alimentar	Eficiência Proteica
0	50,40	107,80 ^b	113,93	120,94	1,38	2,37
0,5	49,27	104,89 ^{ab}	113,09	125,76	1,62	2,15
1	49,23	105,03 ^{ab}	113,37	120,85	1,66	2,01
1,5	49,57	100,12 ^a	101,98	84,99	1,64	1,97

Letras que se diferem na mesma coluna indicam diferenças entre os tratamentos ($p < 0,05$) e ausência de letras indica que os valores na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

4.2 Composição bromatológica dos filés de tilápia do Nilo (*O. niloticus*)

Quanto a análise da composição dos filés não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para os parâmetros de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e lipídeos (LP) para os quatro tratamentos (0; 0,5; 1,0; 1,5% de suplementação de taurina). Foi observado diferença significativa ($P < 0,05$) para cinzas (CZ) entre os tratamentos com suplementação de taurina, no qual os files de peixes alimentados com dieta contendo 0,5% de taurina apresentaram maior teor de cinzas (6,48%, Tabela 3)

Tabela 3 – Composição bromatológica dos filés de tilápias do Nilo (*O. niloticus*) alimentadas com diferentes níveis de suplementação de taurina (0; 0,5; 1,0; 1,5%)

Tratamentos	Matéria Seca (%)	Cinzas (%)	Proteína (%)	Lipídeos (%)
0	92,56	5,97 ^{ab}	93,48	3,72
0,5	93,21	6,48 ^b	93,08	3,65
1	92,53	5,80 ^a	92,02	3,85
1,5	93,14	5,67 ^a	91,38	3,41

Valores analisados no Laboratório de Pesquisa Animal DZO/UFLA.

Letras que se diferem na mesma coluna indicam diferenças entre os tratamentos ($p < 0,05$) e ausência de letras indica que os valores na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

5 DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que a suplementação com 1,5% de taurina influenciou de forma negativa no peso final dos peixes, enquanto que, os demais parâmetros de desempenho avaliados para tilápia do Nilo (*O. niloticus*), não foram influenciados pelos níveis de inclusão de taurina (0,5; 1,0; 1,5%) na dieta. Quanto a composição do filé, a inclusão de 0,5% de taurina resultou em maior teor de cinzas. De acordo com HUXTABLE (1992) a taurina participa da sinalização de cálcio necessária para a função cardíaca, músculo esquelético e nervosa. A taurina na presença de um ânion, aumenta a capacidade de armazenamento de cálcio do retículo sarcoplasmático, mitocôndrias e outras organelas intracelulares (HUXTABLE, 1992), além de exercer papel importante na formação dos sais biliares, auxiliando na emulsificação das gorduras no intestino (BERTECHINI, 2006).

Resultados semelhantes foram encontrados por MARTINELLI et al. (2016) avaliando o efeito da inclusão de taurina na alimentação de Jundiá (*Rhamdia quelen*), no qual a inclusão de altos níveis de taurina (1,5 e 2%) proporcionaram menores valores no ganho de peso, redução no consumo de ração e conseqüentemente maior conversão alimentar quando comparadas à

dieta controle. Quanto a composição da carcaça o tratamento com inclusão de 2% de taurina, resultou em uma menor deposição de proteína bruta. A taxa de eficiência proteica também foi afetada de maneira negativa em animais alimentados com níveis mais elevados de taurina (MARTINELLI et al., 2016).

Redução no desempenho também foi encontrado por FERREIRA et al. (2014), que observou que a eficiência alimentar de *Oplegnathus fasciatus* alimentados com dieta com nível de suplementação de 0,5% de taurina foi significativamente maior dos peixes alimentados com as dietas controle, suplementação 0,25% e 3,0%. De acordo com o autor, o maior nível de suplementação taurina na dieta (3%) resultou em redução no crescimento, indicando que não houve benefícios da suplementação com mais de 0,5% de taurina para os parâmetros de desempenho avaliados, sugerindo que a suplementação com níveis mais elevados de taurina retarda o crescimento ao reduzir o consumo de ração. A composição corporal não apresentou diferenças significativas para os teores de umidade e cinzas entre os peixes alimentados com as dietas experimentais, entretanto, com o aumento da suplementação dietética de taurina em até 1% o teor de proteína teve um aumento, após este nível de suplementação o teor de proteína foi reduzido (FERREIRA et al., 2014).

LI et al. (2016), avaliou o efeito da suplementação de taurina para yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*), em dietas à base totalmente de proteína vegetal contendo seis níveis de inclusão de taurina que variavam de 0,02 a 2,55%. Os autores observaram que os peixes alimentados com a dieta contendo 1,09% de taurina apresentaram melhor taxa de conversão alimentar, maior taxa de crescimento e aumento no ganho de peso médio quando comparado a suplementação com níveis mais baixos de taurina (0,02 e 0,48%) e os teores de matéria seca, proteína e cinzas nos peixes não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos.

Outros trabalhos mostram que a inclusão de taurina melhora o consumo e o desempenho dos animais. o GIBSON et al., (2007) indicaram que o crescimento de trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) alimentadas com dietas à base de proteína vegetal diminuiu, porém houve um efeito significativo quando se incluiu taurina na dieta, onde o crescimento foi maior para peixes alimentados com dietas contendo taurina. A suplementação com taurina melhorou a conversão alimentar em peixes alimentados com dietas à base de vegetais (GAYLORD et al., 2006). RODRIGUES et al., (2020) indicaram que a inclusão de taurina também promoveu melhora no desempenho de peixes carnívoros como o Pirarucu (*Arapaima gigas*). A suplementação de 0,18% de taurina em uma dieta contendo 1,13% de metionina promoveu um crescimento adequado do Pirarucu sem causar alteração em seus principais parâmetros

fisiológicos sanguíneos. URBICH et al. (2020) avaliando o desempenho produtivo em tilápias do Nilo (*O. Niloticus*) alimentadas com dietas suplementadas com metionina e taurina, relataram maior ganho de peso em peixes que receberam a dieta suplementada com metionina associada com taurina, em razão de apresentarem maior consumo quando comparado a peixes que receberam dietas com suplementação apenas de taurina. Quanto a composição do filé, o autor não encontrou diferença significativa para os parâmetros de cinzas e proteína bruta.

A metionina é o primeiro aminoácido limitante em rações formuladas com base em soja (NRC, 2011) e sua deficiência limita o potencial de crescimento e piora a eficiência alimentar de tilápias híbridas (*O. niloticus* x *O. mossambicus*) (FIGUEIREDO et al., 2015).

A taurina é comumente adicionada em formulação de dietas aquáticas como um atrativo visando melhorar o crescimento e a utilização dos alimentos pelos animais (HU et al., 2018) especialmente em dietas à base de proteína vegetal. As necessidades dietéticas de taurina em peixes apresentam uma grande variação (de 0,20% a 1,66% da dieta seca), que é provavelmente influenciada pelas fontes e níveis de proteína na dieta, taxa de assimilação, condições ambientais, espécies e tamanhos dos peixes (SALZE; DAVIS, 2015).

FERREIRA et al. (2014) indicaram que com o aumento nos níveis de suplementação de taurina reduziram os teores de metionina e cisteína em *Oplegnathus fasciatus* peixe inteiro. Geralmente a metionina é o primeiro aminoácido limitante em dietas à base de proteínas vegetais (GATLIN et al., 2007) e a lisina também pode ser considerada um aminoácido limitante em dietas à base de proteína vegetal (URBICH et al., 2020). A lisina participa de forma significativa no crescimento dos tecidos (BERTECHINI 2006), portanto, os níveis de lisina na dieta afetam criticamente o desempenho produtivo dos peixes (LI et al., 2009).

A tilápia do Nilo (*O. niloticus*) apresenta vantagens em relação a outras espécies de peixes, por ser uma espécie onívora possui boa capacidade de digerir alimentos de origem vegetal. Os alimentos de origem vegetal possuem limitações em formulação de dietas para peixes, apresentam baixos níveis de aminoácidos sulfurados (FURUYA, 2010) importantes para a síntese de taurina, o que a torna condicionalmente indispensável em formulações de dietas à base de proteínas totalmente vegetais (GAYLORD et al., 2006). Com a utilização de ingredientes de origem vegetal em dietas é indispensável que se tenha um adequado balanceamento dos aminoácidos para garantir bons resultados.

6 CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho utilizando juvenis de tilápias do Nilo (*O. niloticus*) indicaram que a suplementação de taurina na dieta não é necessária.

7 REFERÊNCIAS

A.O.A.C., 2000. Official methods of analysis (17th ed.). Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists.

ABDEL-TAWWAB M, Ahmad MH, Khattab YA, Shalaby AM. 2010. Effect of dietary protein level, initial body weight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**. 298:267–274.

Al-FEKY, S. S. A., El-Sayed, A.-F. M., & Ezzat, A. A. (2015). Dietary taurine enhances growth and feed utilization in larval Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed soybean meal-based diets. **Aquaculture Nutrition**, 22(2), 457–464.

BERTECHINI, Antônio Gilberto. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Ufla, 2006.

BICUDO, A.J.A. e CYRINO, J.E.P. 2009 Estimating amino acid requirement of Brazilian freshwater fish from muscle amino acid profile. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, 40: 318-823.

BOMFIM, Marcos Antonio Delmondes; Lanna, E. A. T., Donzele, J. L., Quadros, M., Ribeiro, F. B., & Sousa, M. P. D. Níveis de lisina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 1-8, 2010.

BRITO, J. M; Ferreira, A. H. C., SANTANA JÚNIOR, H. A. D., Araripe, M. N. B. A., Lopes, J. B., Duarte, A. R., SILVA, A. Policultivo de tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) e camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) em tanques-rede. **Nutritime**, v.11, n.2, p.3225-3237, 2014.

CHANG, Y.-C., Ding, S.-T., Lee, Y.-H., Wang, Y.-C., Huang, M.-F., & Liu, I.-H.

(2012). Taurine homeostasis requires de novo synthesis via cysteine sulfinic acid decarboxylase during zebrafish early embryogenesis. *Amino Acids*, 44(2), 615–629.

Conab | ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE GRÃOS | v. 7 - Safra 2019/20 n.12 - Décimo segundo levantamento, setembro 2020.

CRAIG, Steven; Helfrich, L. A., Kuhn, D., & Schwarz, M. H. *Understanding fish nutrition, feeds, and feeding*. 2017.

CRUZ, Marta Caroline Silva. *Digestibilidade aparente do farelo de soja e do milho em dietas para tilápia do Nilo*. 2018.

DE ALMEIDA, Fernanda Eleutério Miara. *DESEMPENHO PRODUTIVO E EXPRESSÃO DOS GENES MYOD E MYOG EM ALEVINOS DE TILÁPIAS DO NILO ALIMENTADOS COM DIETAS COM BASE EM PROTEÍNA DE ORIGEM VEGETAL E SUPLEMENTADA COM LISINA E/OU METIONINA. XVIII ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - Universidade Estadual de Ponta Grossa*, 2019.

EL-SAYED, A.-F. M. (2014). Is dietary taurine supplementation beneficial for farmed fish and shrimp? a comprehensive review. ***Reviews in Aquaculture***, 6(4), 241–255.

EL-SAYED, A.-F.M. (2006) *Tilapia Culture*, 274 pp. CABI Publishing, CABI International, Willingford, Oxfordshire, UK.

ESPE, Marit; Hevrøy, E. M., Liaset, B., Lemme, A., & El-Mowafi, A. Methionine intake affect hepatic sulphur metabolism in Atlantic salmon, *Salmo salar*. ***Aquaculture***, v. 274, n. 1, p. 132-141, 2008.

ESPE, Marit; RUOHONEN, Kari; EL-MOWAFI, Adel. Effect of taurine supplementation on the metabolism and body lipid-to-protein ratio in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). ***Aquaculture Research***, v. 43, n. 3, p. 349-360, 2012.

FAO. *The state of world fisheries and aquaculture 2020. Sustainability in action*. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2020.

FERREIRA, Fernando Magalhaes; Yun, H., Park, Y., Park, G., Choi, S., & Bai, S. C. Effects of taurine supplementation on the growth performance of juvenile rock bream *Oplegnathus fasciatus*. **Fisheries and aquatic sciences**, v. 17, n. 2, p. 255-261, 2014.

FIGUEIREDO-SILVA, C; Lemme, A., Sangsue, D., & Kiriratnikom, S. Effect of DL-methionine supplementation on the success of almost total replacement of fish meal with soybean meal in diets for hybrid tilapia (*O reochromis niloticus* × *O reochromis mossambicus*). **Aquaculture Nutrition**, v. 21, n. 2, p. 234-241, 2015.

FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biology and Chemistry*, v.226, p.497-509. 1957.

FURUYA, Wilson Massamitu; PEZZATO, Luiz Edivaldo; BARROS, Margarida Maria; *et al.* Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias. [S.l: s.n.], 2010.

GATLIN, D. M., Barrows, F. T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T. G., Hardy, R. W., ... Wurtele, E. (2007). Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, 38(6), 551–579.

GAYLORD, T. G., Teague, A. M., & Barrows, F. T. (2006). Taurine Supplementation of All-plant Protein Diets for Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Journal of the World Aquaculture Society**, 37(4), 509–517.

GIBSON Gaylord, T., Barrows, F. T., Teague, A. M., Johansen, K. A., Overturf, K. E., & Shepherd, B. (2007). Supplementation of taurine and methionine to all-plant protein diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, 269(1-4), 514–524.

GONÇALVES, G.S., Ribeiro, M.J.P., Vidotti, R.M. & Sussel, F.R. (2011) Taurine supplementation in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **World Aquaculture 2011**, Natal, Brazil, 6–10 June, 2011. World Aquaculture Society.

GOTO, Takanobu; Tiba, K., Sakurada, Y., & Takagi, S. Determination of hepatic cysteinesulfinate decarboxylase activity in fish by means of OPA-prelabeling and reverse-phase high-performance liquid chromatographic separation. **Fisheries science**, v. 67, n. 3, p. 553-555, 2001.

HARDY, R.W. 2010 Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. **Aquaculture Research**, 41: 770-776.

HAYASHI, C., Boscolo, W. R., Soares, C. M., & Meurer, F. (2002). *Exigência de proteína digestível para larvas de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus), durante a reversão sexual. Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(2 suppl), 823–828.

HU, Y., Yang, G., Li, Z., Hu, Y., Zhong, L., Zhou, Q., & Peng, M. (2018). Effect of dietary taurine supplementation on growth, digestive enzyme, immunity and resistant to dry stress of rice field eel (*Monopterus albus*) fed low fish meal diets. **Aquaculture Research**, 49(6), 2108–2118.

HUXTABLE, R. J. Physiological actions of taurine. **Physiological reviews**, v. 72, n. 1, p. 101-163, 1992.

JACOBSEN, J. G., & Smith, L. H. (1968). Biochemistry and physiology of taurine and taurine derivatives. **Physiological Reviews**, 48(2), 424–511.

KATAOKA, Hiroyuki; OHNISHI, Naomi. Occurrence of taurine in plants. **Agricultural and biological chemistry**, v. 50, n. 7, p. 1887-1888, 1986.

KUBARIK, J. Tilapia on highly flexible diets. *Feed International*, v.6, p.16-18, 1997.

KUZMINA, V. V.; GAVROVSKAYA, L. K.; RYZHOVA, O. V. Taurine. Effect on exotrophia and metabolism in mammals and fish. **Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology**, v. 46, n. 1, p. 19-27, 2010.

LELIS, A; TEIXEIRA, S. TILAPIAS - MANUAL PRATICO DE CRIACAO. [S. l.], 2018.

LI, Ming; Lai, H., Li, Q., Gong, S., & Wang, R. Effects of dietary taurine on growth, immunity and hyperammonemia in juvenile yellow catfish *Pelteobagrus fulvidraco* fed all-plant protein diets. **Aquaculture**, v. 450, p. 349-355, 2016.

LI, Peng; Mai, K., Trushenski, J., & Wu, G. New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. **Amino acids**, v. 37, n. 1, p. 43-53, 2009.

LIN, Shimei; LUO, Li. Effects of different levels of soybean meal inclusion in replacement for fish meal on growth, digestive enzymes and transaminase activities in practical diets for juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. **Animal Feed Science and Technology**, v. 168, n. 1-2, p. 80-87, 2011.

LIU, X., Ye, J., Wang, K., Kong, J., Yang, W., & Zhou, L. (2011). Partial replacement of fish meal with peanut meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture Research**, 43(5), 745–755.

LUO, L.; Wen, H., Wang, L., Li, Q., Long, Y., Guo, J. L., & Yang, X. Effects of taurine on growth performance, quality, digestive and metabolic enzyme activity of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*). **Chinese Journal of Animal Nutrition**, v. 18, n. 3, p. 166-171, 2006.

MARTINELLI, Suziane Ghedini. SUPLEMENTAÇÃO DE TAURINA EM DIETAS PARA JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*). 2016. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.

NOGUEIRA, A.; RODRIGUES, T. Criação de tilápias em tanques-rede. **SEBRAE**, Salvador, Bahia. 23p. 2007.

NUTRIAQUA: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira/ Debóra Machado Fracalossi & José Eurico Possebon Cyrino [editores]. – Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012. xxiii,375p.

Nutrient Requirements of fish and shrimp. NRC. National Research Council. The national academies press, washington, p. 376, 2011.

OLIVEIRA, E. G. DE; SANTOS, F. J. DE S.; PEREIRA, A. M. L.; LIMA, C. B. Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria. Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 2007.

PEIXE, BR. Anuário Peixe BR da piscicultura 2020. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura, 2020.

OMURA, Yuri; YOSHIMURA, Rie. Immunocytochemical localization of taurine in the developing retina of the lofeye flounder *Paralichthys olivaceus*. **Archives of histology and cytology**, v. 62, n. 5, p. 441-446, 1999.

POPMA, T. J.; MASSER, M. Tilapia: Life History and Biology. SRAC Publication No. 283. Southern Regional Aquaculture Center, Stoneville, MS, 1999. POWNING, R. F.; IRZYKIEWICZ, H. Studies on the chitinase system in bean and other seeds. **Comparative biochemistry and physiology**, v. 14, n. 1, p. 127-133, 1965.

RODHERMEL, Julio Cesar Bailer; da Silva, L. R., Rodrigues, E. F., Dartora, A., Vilvert, M., Andrade, J. I. A., & Jatobá, A. SUPLEMENTAÇÃO DA TAURINA EM DIETAS PARA TILÁPIA-DO-NILO COM FONTES ALTERNATIVAS DE PROTEÍNAS EM SUBSTITUIÇÃO À FARINHA DE PEIXE. Anais da Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar (MICTI), v. 1, n. 1, 2020.

SALZE, G. P.; DAVIS, D. A. Taurine: A critical nutrient for future fish feeds. **Aquaculture**, v. 437, p. 215–229, 2015.

SIDDIQUI, A. Q., Howlader, M. S., & Adam, A. A. (1988). Effects of dietary protein levels on growth, feed conversion and protein utilization in fry and young Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, 70(1-2), 63–73.

SILVA, Gisele Ferreira et al. Tilápia do Nilo - Criação e cultivo em viveiros no estado do Paraná. [S. l.], 2015.

TACON, A. G. J.; Hasan, M. R., Allan, G., El-Sayed, A. F. M., Jackson, A., Kaushik, S. J., ... & Viana, M. T. Aquaculture feeds: addressing the long-term sustainability of the sector. In: **Proceedings of the global conference on aquaculture**. 2010. p. 193-232.

TAKAHASHI, Kyoko; Harada, H., Schaffer, S. W., & Azuma, J. Effect of taurine on intracellular calcium dynamics of cultured myocardial cells during the calcium paradox. In: Taurine. Springer, Boston, MA, 1992. p. 153-161.

THURSTON, Jean Holowach; HAUHART, Richard E.; DIRGO, John A. Taurine: a role in osmotic regulation of mammalian brain and possible clinical significance. **Life Sciences**, v. 26, n. 19, p. 1561-1568, 1980.

URBICH, Allan Vinnícius. Desempenho produtivo, expressão de genes relacionados com o metabolismo de aminoácidos sulfurados e qualidade da carne de tilápias do Nilo na terminação, alimentadas com dietas suplementadas com metionina e taurina. 2020.

YOKOYAMA, M; Takeuchi, T., Park, G. S., & Nakazoe, J. (Hepatic cysteinesulphinate decarboxylase activity in fish. **Aquaculture Research**, v. 32, p. 216-220, 2001.