

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE ZOOTECNIA
MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO

**NÍVEIS DE FÓSFORO DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA
TAMBAQUI NA FAIXA DE PESO ENTRE 100 E 500
GRAMAS.**

Aluno: Amós Silva Feitosa

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim

Chapadinha/MA

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE ZOOTECNIA
MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO

**NÍVEIS DE FÓSFORO DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA
TAMBAQUI NA FAIXA DE PESO ENTRE 100 E 500
GRAMAS.**

Trabalho apresentado ao curso
de Zootecnia da Universidade
Federal do Maranhão como
requisito Indispensável para
graduação em Zootecnia

Aluno: Amós Silva Feitosa
Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim

Chapadinha/MA

2017

AMÓS SILVA FEITOSA

**NÍVEIS DE FÓSFORO DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA TAMBAQUI NA
FAIXA DE PESO ENTRE 100 E 500 GRAMAS.**

Trabalho apresentado ao curso
de Zootecnia da Universidade
Federal do Maranhão como
requisito Indispensável para
graduação em Zootecnia

Aprovada em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim - Universidade Federal do Maranhão
Orientador

Profa. Dra. Jane Mello Lopes - Universidade Federal do Maranhão

MSc. Thalles José Rego de Sousa - Universidade Federal do Maranhão

Chapadinha/MA

2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ter me dado graça, força, inteligência e sabedoria em toda a minha trajetória acadêmica.

À minha família, em especial aos meus pais, que em todo o tempo me apoiaram e me incentivaram.

Ao meu Professor/ Orientador Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, que me orientou não só neste trabalho conclusivo de curso, mas em toda a minha vida acadêmica.

Aos meus colegas de curso, Thalles José Rego, Luan Lima, Rafael Marchão, Ruan Mourão, Janayra Cardoso, e dentre outros que direta ou indiretamente somaram na minha trajetória enquanto aluno.

E por último, não menos importante, à minha ETERNA NAMORADA, Soelma Silva Miranda, que sempre me apoiou e me incentivou a nunca desistir.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Grande Deus por tudo o que és e tens feito em minha vida. E por me proporcionar a oportunidade de galgar mais um degrau nesta trajetória, me dando saúde e muita força para superar todas as dificuldades.

Aos meus pais Francisco Feitosa Silva e Ivoneude Silva, que mesmo longe sempre estiveram ao meu lado em toda essa jornada de estudos, me dando forças e me incentivando a nunca desistir. E aos meus outros pais que Deus me deu, Pr. Roberto e família, Irmã Cilda e Irmão Miranda e família, Irmã Francisca, que de igual modo me acolheram e me ajudaram da melhor maneira possível. À “Dona” Neusa, Maverick e família.

Ao meu Professor, Amigo e Orientador Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, que me auxiliou e acompanhou minhas dificuldades enquanto aluno, onde, de forma direta e indireta sempre me incentivou a nunca desistir nesse árduo caminho.

Aos meus colegas de curso e a todos do grupo de nutrição, Thalles José Rego, Luan Lima, Rafael Marchão, Ruan Mourão, Dhulya Melo, Neliane Galvão, Dayana Costa, Janayra Cardoso, e outros, que não foram companheiros só dentro da Universidade, mas fora também, sempre demonstrando estarem dispostos para ajudar da melhor forma cabível.

A Universidade Federal do Maranhão e todo seu corpo docente, além da direção e administração que me proporcionaram as condições necessárias para que eu alcançasse meus objetivos.

E por fim a minha Amiga, Companheira, Auxiliadora, Autêntica e Eterna Namorada, Soelma Silva Miranda. Que foi e sempre será de grande valia em minha vida. E em toda esta trajetória acadêmica tem me apoiado, me orientado, me incentivado e contribuído da melhor maneira possível para a realização dos meus objetivos.

E por fim, a todos àqueles que direta ou indiretamente contribuíram arduamente para que chegasse este grandioso momento.

MUITO OBRIGADO!!!

Então, disse eu: Melhor é a sabedoria do que a força, ainda que a sabedoria do pobre *foi* desprezada e as suas palavras não foram ouvidas.

As palavras dos sábios devem em silêncio ser ouvidas, mais do que o clamor do que domina sobre os tolos.

(Eclesiastes 9.16, 17)

Resumo

Objetivou-se determinar a exigência de fósforo digestível em dietas para tambaqui (*Colossoma macropomum*) na faixa de peso entre 100 e 500 gramas. Foram utilizados 150 juvenis com três pesos iniciais distintos ($85,40 \pm 1,10\text{g}$; $112,03 \pm 1,57\text{g}$; e $140,63 \pm 1,57\text{g}$), em delineamento de blocos ao acaso, composto por seis tratamentos, cinco repetições por tratamento em três blocos e cinco peixes por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos de seis rações experimentais isoproteicas, isoenergéticas e isocálcicas, com diferentes níveis de fósforo digestível (0,18; 0,41; 0,60; 0,84; 0,99; e 1,08%). Os peixes foram mantidos em 30 caixas de polietileno com capacidade volumétrica de 500 litros, dotadas de sistema fechado de circulação de água, com sistema de abastecimento e aeração suplementar. Os peixes foram alimentados à vontade em seis refeições diárias, durante 89 dias. Avaliaram-se índices de desempenho e eficiência alimentar. Não houve variação ($P>0,05$) no consumo de ração, ganho de peso, taxa de crescimento específico, conversão alimentar e eficiência proteica para o ganho de peso em função dos tratamentos. Entretanto o consumo de fósforo digestível dos peixes aumentou ($P<0,05$) de forma linear e a eficiência de fósforo para o ganho de peso reduziu ($P>0,01$) de forma quadrática em função da elevação dos níveis de fósforo digestível da ração. Levando-se em consideração que o consumo de ração e, conseqüentemente de energia e dos demais nutrientes que compõem a ração não variaram ($P>0,05$) mediante os níveis avaliados, e que o consumo de fósforo digestível aumentou de forma linear ($P>0,01$) em resposta a elevação dos teores deste mineral na ração, pode-se deduzir que o menor nível de fósforo digestível na dieta foi suficiente para atender as exigências dietéticas deste mineral para esta fase de criação. A recomendação dos níveis de fósforo digestível em rações para tambaqui na faixa de peso entre 100 e 500 gramas, visando otimizar o desempenho e a eficiência alimentar é de 0,18%, o que corresponde ao nível estimado de 0,61% de fósforo total.

Palavras-chave: *Colossoma macropomum*. Exigência Nutricional. Minerais.

Abstract

The objective was to determine the requirement of digestible phosphorus in diets for tambaqui (*Colossoma macropomum*) in the weight range between 100 and 500 grams. A total of 150 juveniles with three different initial weights ($85.40 \pm 1.10\text{g}$, $112.03 \pm 1.57\text{g}$, and $140.63 \pm 1.57\text{g}$) were used in a randomized complete block design with six treatments, five replications by treatment in three blocks and five fish per experimental unit. The treatments consisted of six isoprotein, isoenergetic and isocalcium diets, with different levels of digestible phosphorus (0.18, 0.41, 0.60, 0.84, 0.99, and 1.08%). The fish were kept in 30 polyethylene boxes with a capacity of 500 liters, equipped with a closed water circulation system, with a supplementary supply and aeration system. The fish were fed at will on six meals a day for 89 days. Performance and food efficiency indexes were evaluated. There was no variation ($P > 0.05$) in feed intake, weight gain, specific growth rate, feed conversion and protein efficiency for weight gain as a function of treatments. However, the digestible phosphorus intake of the fish increased linearly ($P < 0.05$) and the phosphorus efficiency for the weight gain decreased ($P > 0.01$) in a quadratic manner as a function of the elevated levels of digestible phosphorus ration. Taking into account that the feed intake, and consequently energy and other nutrients that make up the feed did not vary ($P > 0.05$) by the evaluated levels, and that the consumption of digestible phosphorus increased linearly ($P > 0.01$) in response to an increase in the levels of this mineral in the diet, it can be deduced that the lowest level of digestible phosphorus in the diet was enough to meet the dietary requirements of this mineral for this breeding phase. The recommended levels of digestible phosphorus in tambaqui rations in the weight range between 100 and 500 grams, aiming to optimize performance and feed efficiency is 0.18%, which corresponds to the estimated level of 0.61% of total phosphorus.

Keywords: *Colossoma macropomum*. Nutritional Requirement. Minerals.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo Geral	3
2.2 Objetivo Específico	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 Piscicultura	4
3.2 Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>)	4
3.3 Fósforo	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	14
5. CONCLUSÃO	17
REFERÊNCIAS	18

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a piscicultura tem se apresentado como uma das atividades mais promissoras do setor de produção de alimentos, assumindo assim um papel muito importante na economia do país. E isto se deve à sua contínua expansão, principalmente devido ao uso de água com grande disponibilidade e qualidade, não esquecendo também dos insumos para elaboração das rações e das condições climáticas propícias para este positivo resultado (LOPES et al., 2010).

Em um contexto histórico, a produção aquícola brasileira teve o seu marco inicial por volta de 1968, contabilizando neste ano aproximadamente 0,5 toneladas produzidas. A partir de então, a atividade começou a se desenvolver rapidamente, onde em 2016, por exemplo, houve um total de produção de 574 mil toneladas. Neste mesmo ano, só na Região Nordeste foi produzido 78,6 mil toneladas de pescado, representando 33,8% da produção nacional (MAPA, 2016). Deste total produzido, os mesmos foram avaliados em R\$ 4,4 bilhões, sendo que a maior parte deste valor (69,9%) é oriunda da piscicultura (IBGE, 2016).

Mesmo com um potencial elevado, a produção ainda é muito baixa, isto se deve principalmente à falta de incentivos por parte de órgãos governamentais e também por questões culturais, onde se persiste em explorar a atividade sem o uso de tecnologias que agregariam valor ao produto final. Ainda assim, continua crescendo o número de produtores que visam obter informações sobre a atividade, demonstrando assim o tamanho da grande necessidade de se produzir e disponibilizar informações a respeito de técnicas de cultivo, alimentação e de manejo para com as espécies em questão (BOSCOLO et al., 2011; LIMA et al., 2015).

A intensificação da piscicultura trás consigo alguns problemas relacionados aos impactos causados ao meio ambiente, devido a grande quantidade de resíduos provenientes da necessidade de utilização de rações, uma vez que a disponibilidade de alimento natural é restrita (FURUYA et al., 2010).

Quanto aos resíduos gerados, os principais são o nitrogênio e o fósforo, onde os mesmos são considerados os maiores contribuintes para eutrofização do meio aquático, acarretando assim em impactos negativos ao meio ambiente (CAO et al., 2007; CYRINO et al., 2010). Outros fatores que justificam esta descarga de resíduos fecais e metabólicos no meio ambiente é a alimentação em excesso e o uso de rações desbalanceadas, fazendo com

que os peixes reduzam sua capacidade de absorção dos nutrientes, resultando assim em excesso de matéria orgânica nos criatórios (CYRINO et al., 2010).

Peixes alimentados com dietas deficientes em fósforo apresentam deformidades em diversas regiões do corpo (CHENG et al, 2005) e o conteúdo de gordura na carcaça aumenta (FURUYA et al., 2008). Em contrapartida, em níveis elevados ocorre uma descarga indiscriminada de fósforo no ambiente aquático (CYRINO et al, 2010) que diminui consideravelmente seu aproveitamento (RIBEIRO et al, 2006).

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é uma espécie nativa da Amazônia, que têm se destacado cada vez mais para exploração zootécnica devido à sua adaptação à produção intensiva, crescimento rápido, aceitação de ração industrial e pelo alto valor de sua carne (ARAUJO-LIMA, 2005).

Poucos são os trabalhos que relatam a exigência de fósforo na formulação de rações para tambaquis, sendo mais evidente ainda esta carência de informações, para a fase de engorda. Sabendo-se que a capacidade de aproveitamento (digestibilidade) do fósforo pode diferir entre os diversos ingredientes orgânicos e fontes inorgânicas, entre as espécies de peixes, e que a mesma é reduzida para um mesmo ingrediente conforme a fase de crescimento dos destes (NRC, 2011; QUINTERO-PINTO et al., 2011; ARAÚJO et al., 2012; SANTOS, 2012), torna-se necessário determinar os teores de fósforo digestível dos ingredientes e as exigências dietéticas de fósforo digestível, por fase de criação, para a formulação de dietas minuciosamente balanceadas e mais eficientes, sendo esta uma estratégia nutricional mais racional e adequada economicamente e ambientalmente (PEZZATO et al., 2009).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Determinar a exigência de fósforo digestível em dietas para o tambaqui (*Colossoma macropomum*) na faixa de peso entre 100 e 500 gramas, visando otimizar seu desempenho e viabilizar informações que proporcionem a elaboração de rações de menor capacidade poluente.

2.2 Objetivo Específico

Avaliar os efeitos de diferentes níveis de fósforo digestível na dieta sobre o desempenho de tambaquis (*Colossoma macropomum*) na faixa de peso entre 100 e 500 gramas;

Avaliar os efeitos de diferentes níveis de fósforo digestível na dieta sobre a eficiência alimentar de tambaquis (*Colossoma macropomum*) na faixa de peso entre 100 e 500 gramas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Piscicultura

Aquicultura consiste na criação de animais aquáticos com a finalidade de produção comercial. É o setor de alimento que mais cresce no mundo, por possuir extensas áreas com disponibilidade de água potável e condições de clima favorável. Os produtos aquícolas são considerados boas fontes de proteína animal e possuem um importante papel social e econômico. O valor total da produção aquícola em 2016 foi de 5,938 bilhões, provenientes da criação de peixes, camarões, ostras, vieiras, mexilhões e outros animais, destacando a criação de peixe que representa 69,9% do valor total, seguido pela produção de camarões com 12% (IBGE, 2016).

A Piscicultura é um dos ramos da aquicultura. A produção da piscicultura brasileira ultrapassou quatrocentos e oitenta e três mil toneladas, distribuídos na região Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro- Oeste, com maiores concentrações na região Centro-Oeste (26, 8%) e Sul (22, 4%) (IBGE, 2015).

Considerando que o Brasil possui uma grande área para exploração, e que somente 1 % dos corpos de água são barragem, lagos, açudes, depósitos de água pluviais e remansos de rios são liberados para produção de pescado (OSTRENSKY et al., 2008), a piscicultura é uma alternativa à pesca, que permite diminuir os impactos da exploração sobre os estoques naturais de peixes (FERNANDES et al, 2010), preservando assim os recursos naturais.

O peixe é uma excelente fonte de proteína animal e de outros nutrientes essenciais, contribuindo para a segurança alimentar em numerosas regiões. O consumo médio mundial per capita em 2016 foi de 20 kg por pessoa, sendo que no Brasil o consumo médio por pessoa por pessoa é de 14,4 kg (MAPA, 2016; FAO, 2016).

No ranking brasileiro, as espécies que mais se destacam em termos de produção no país são a Tilápia, Tambaqui e Tambacu e Tambatinga (IBGE, 2013).

3.2 Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é um caracídeo de hábito alimentar onívoro, nativo das bacias dos rios Amazonas e Orinoco. Esta espécie, dentre as nativas, tem-se apresentado como uma das mais promissoras para piscicultura sustentável, pois possui carne branca, firme e de sabor suave, pode atingir, em cativeiro, tamanho comercial em um ano de cultivo e possui hábito alimentar onívoro/frugívoro/zooplânctófago, possibilitando a

utilização de rações na sua criação (NUNES et al., 2006; GOMES et al., 2010; DAIRIKI & SILVA, 2011).

Atualmente, é a espécie nativa mais cultivada no país registrando-se uma produção, em 2016, de aproximadamente 137 mil toneladas. No Maranhão, além de ser a espécie de peixe mais produzida, os números oficiais indicam uma produção de 10.383 toneladas em 2016 (IBGE, 2016; MAPA, 2016). Apesar de suas características produtivas e mercadológicas ainda há carência de informações sobre suas exigências nutricionais, conforme destacado em revisões recentes realizadas por DAIRIKI E SILVA (2011) e OLIVEIRA et al. (2013).

Com relação às recomendações dietéticas dos níveis de fósforo em rações para esta espécie, poucos trabalhos de pesquisa têm sido encontrados nos periódicos especializados.

3.3 Fósforo

Os minerais de forma geral são classificados conforme a sua concentração no organismo, sendo assim divididos em macro e microminerais. Dentre os minerais considerados essenciais para os peixes estão o cálcio, fósforo, magnésio, zinco, selênio e iodo (NRC, 2011).

O fósforo é o segundo mineral em relação à quantidade presente no corpo animal, totalizando entre 0,5% em animais jovens e 1,1% para animais adultos. Cerca de 80 a 85% desse mineral encontra-se presente nos ossos e demais tecidos duros, o restante está distribuído entre tecidos moles e fluídos extracelulares (QUINTERO-PINTO et al., 2011). Além de participar diretamente na formação da estrutura óssea (37% do osso corresponde ao cálcio e 16% ao fósforo), é também essencial na formação de membranas celulares, fosfoproteínas, transferência de energia, regulação do equilíbrio ácido-básico e em sistemas enzimáticos e hormonais que estão intrinsecamente envolvidos nos metabolismos aminoácidos, carboidratos e gordura (SANTOS, 2012).

Pesquisas demonstram que a deficiência deste mineral afeta diretamente o desempenho zootécnico de animais de produção, afetando não somente a mineralização óssea, mas, principalmente na redução do desempenho como um todo (BÜNZEN, 2009). Níveis de fósforo abaixo da exigência nutricional prejudicam o desenvolvimento das vilosidades intestinais, a eficiência alimentar, proporcionando uma redução drástica quanto à utilização de aminoácidos para deposição de proteína corporal nos peixes, elevando assim a quantidade de nitrogênio sendo descarregado ao meio ambiente (RIBEIRO et al., 2006; SANTOS, 2012).

Pesquisas com peixes alimentados com rações contendo níveis fosfóricos que atendem as exigências nutricionais apresentam incremento na utilização protéica, na mineralização

óssea e conseqüente redução na quantidade lipídica depositada corporalmente. No entanto, o uso de níveis excessivos deste mineral na ração, proporcionará redução na eficiência de aproveitamento pelos peixes e, por conseguinte, aumenta a sua excreção ao meio, eutrofizando o ambiente aquático (PEZZATO et al. 2006; RIBEIRO et al., 2006). Diante disso, evidencia-se a grande necessidade de se ajustar a concentração desse elemento na dieta de maneira exata que atenda as exigências nutricionais (RIBEIRO et al., 2006; FURUYA et al., 2010).

Os ingredientes que são utilizados na formulação das rações apresentam fósforo em diferentes formas (fosfato inorgânico, fósforo dos ossos e fosfatos orgânicos de origem animal e vegetal), concentrações e disponibilidade ou digestibilidade (QUINTERO-PINTO et al., 2011; BOMFIM, 2013).

Em rações para peixes onívoros e herbívoros, há a possibilidade de se utilizar fontes proteicas de origem vegetal com o propósito de diminuir os custos da ração. No entanto, há uma característica, em particular, indesejável quanto à disponibilidade do fósforo nos alimentos de origem vegetal, pois os tais apresentam concentrações e digestibilidade de fósforo extremamente reduzidas, diferenciando-se assim dos alimentos de origem animal (SANTOS, 2012).

Estes fatores intrínsecos ocorrem pelo fato de aproximadamente 50 a 80% deste fósforo presente nos alimentos de origem vegetal estar complexado ao fitato, que compreende uma classe complexa de compostos que naturalmente se formam durante o processo de maturação de sementes e grãos de cereais, tornando assim indisponível toda esta parcela para os peixes, pois estes não produzem endogenamente a enzima fitase (CAO et al., 2007; FURUYA E FURUYA, 2010).

Diante disso, uma das ferramentas que vem sendo mais explorada para corrigir esta falta, é a utilização de fósforo oriundo de fontes inorgânicas, visando atender as exigências nutricionais dos peixes submetidos a rações formuladas com ingredientes de origem vegetal. Porém, as rações acabam ficando com preços mais elevados, pois o fósforo é o terceiro nutriente mais caro na formulação de rações, além de haver uma excreção excessiva de fósforo ao meio ambiente (CYRINO et al., 2010; ARAÚJO et al., 2012). Em dietas com altos níveis de ingredientes de origem vegetal, a inclusão da enzima fitase pode auxiliar eficientemente na redução da necessidade de adição de fósforo inorgânico (BOCK et al., 2006).

Em experimento com alevinos de tambaqui, avaliando-se os efeitos da suplementação da enzima fitase nas rações formuladas com 1,03% de fósforo total de origem animal e

vegetal, constatou-se que a suplementação de 1540,62 UFA (Unidades de Fitase Ativa) /kg de fitase melhorou significativamente os indicadores de desempenho, demonstrando assim que a quantidade de P disponível exigida dieteticamente é maior que a porção utilizada em rações experimentais (MENDONÇA et al., 2012; PONTES, 2015).

Um determinado nutriente tem sua disponibilidade biológica definida com base na quantidade ingerida pelo animal, onde a mesma foi absorvida eficientemente pelo intestino e tornou-se disponível tanto para realizações metabólicas no organismo como para o armazenamento em tecidos animais (QUINTERO-PINTO, 2008).

O fósforo disponível é determinado através de ensaios de regressão que avaliam parâmetros de desempenho, ósseos e sanguíneos. Os resultados obtidos são adquiridos com base numa fonte referência, onde sua disponibilidade é atribuída em 100%. Diante disso, os valores de fósforo disponível são relativos e comparativos, tornando-se assim em valores não absolutos. (BÜNZEN, 2009; ROSTAGNO et al., 2011).

Já o termo fósforo digestível tem como definição a porção do fósforo que é absorvida no trato gastrointestinal, somando-se à porção não-fítica e parte do fósforo ligado à molécula de fitato que por ventura foi hidrolisada pela atividade intrínseca da fitase (CAO et al., 2007; BÜNZEN, 2009).

Santos (2012), avaliando os efeitos de diferentes níveis de fósforo nas rações para tambaquis na fase de 144 a 300 gramas, concluíram que a utilização de níveis fosfóricos numa faixa de 0,72 a 0,75% resulta em uma melhora no desempenho produtivo dos peixes.

Desta forma, várias pesquisas vem sendo realizadas com o intuito de melhorar o aproveitamento do fósforo presente nos alimentos utilizados na alimentação dos peixes, objetivando também a redução das excreções ao meio. Logo, torna-se necessário avaliar as exigências do animal, a digestibilidade e disponibilidade do fósforo em diversos ingredientes, avaliando-se também os resultados de inclusões de aditivos na dieta, bem como a fitase exógena, visando assim o aumento de sua disponibilidade (SHEN et al., 2002).

No intestino delgado, a digestão do fósforo é realizada através da ação das fosfatases intestinais que hidrolisam a forma orgânica. Portanto, uma grande porção do fósforo que é absorvido encontra-se na forma inorgânica (DA SILVA e COZZOLINO, 2007).

O tipo principal de transporte do fósforo será determinado diretamente em função da concentração deste mineral no lúmen e não depende dos teores de outros nutrientes e da energia da dieta, ou seja, quando este se encontra em elevada concentração no lúmen, predomina então o transporte passivo. Por outro lado, quando a concentração luminal

fosfórica é baixa, a absorção por meio de transporte ativo é predominante, tornado assim mais eficiente sua absorção no intestino (DA SILVA & COZZOLINO, 2007; TANG et al., 2012).

Desta forma, o uso de dietas deficientes ou excessivas em fósforo potencialmente digestível, contrapondo-se aos valores de exigência dos animais, poderá sub ou superestimar os valores obtidos em experimentos (BÜNZEN, 2009).

È importante contabilizar as excreções endógenas, devido às perdas fecais de fósforo através do muco, de células de descamação e de enzimas, sendo estas decorrentes do consumo de matéria seca e de fatores antinutricionais (SHEN et al., 2002). Analisando a dimensão destas perdas, observa-se em pesquisas com suínos na fase de crescimento, que as mesmas podem chegar a 670 mg de P/kg de matéria seca ingerida (MSI). E para frangos de corte na fase de crescimento encontra-se valores estimados em 138 mg de P/kg MSI (SHEN et al., 2002; BÜNZEN, 2009).

Shen et al. (2002) em trabalho com suínos constataram que as excreções endógenas de fósforo podem subestimar em torno de 35% os coeficientes de digestibilidade verdadeira do fósforo para o milho.

Existem na literatura vários trabalhos realizados com o objetivo de determinar as exigências de fósforo para peixes. Oliva-teles e Pimentel-Rodrigues (2004), avaliando dietas semipurificadas com base na proteína da caseína e com diversos níveis de fósforo total (0,48%; 0,65%; 0,77%; 0,86%; 1,05%; e 1,25%), chegaram a determinar um valor de exigência de 0,65% do mineral para juvenis de “sea bass” (*Dicentrarchus labrax L.*). Ainda no mesmo trabalho os autores observaram que a excreção de fósforo aumentou linearmente á medida que também se elevou o nível do mesmo mineral nas dietas.

Em pesquisa com juvenis de “milkfish” (*Chanos chanos*), Borlongan e Satoh (2001), avaliaram rações com diferentes níveis de fósforo total (0,28%, 0,43%; 0,58%; 0,73%; 0,88%; 1,03% e 1,18%), e verificaram que o nível de 0,85% de fósforo total proporcionou significativa melhora no crescimento e na mineralização óssea.

Pezzato et al. (2006) em trabalho com alevinos de tilápia do Nilo submetidos a cinco dietas com crescentes níveis de fósforo disponível (0,25%; 0,50%; 0,75%; 1,00%; 1,25%), constataram que o nível de 0,75% de fósforo disponível foi o que proporcionou melhor desempenho produtivo e mineralização óssea. Ribeiro et al. (2006), trabalhando também com tilápia do Nilo na fase de alevinagem, avaliaram os efeitos de rações contendo seis níveis fósforo total (0,55%; 0,73%; 0,94%; 1,14%; 1,37% e 1,59%), e observaram que os melhores resultados em relação a desempenho ocorreram ao nível 1,10%.

Em trabalho avaliando diferentes níveis de fósforo disponível (0,25%; 0,35 %; 0,45% e 0,55 %) para juvenis de tilápia do Nilo com faixa de peso entre 35g e 100g Furuya et al. (2008) determinaram a exigência de 0,48% (0,53% na matéria seca).

Com base no exposto, verifica-se que as exigências dietéticas deste mineral podem variar em função da espécie, fase de criação, a disponibilidade deste mineral nos ingredientes que são comumente utilizados na formulação de dietas e até mesmo na densidade nutricional do alimento (NRC, 2011; DIEMER et al., 2011).

Considerando a carência de informações a respeito da exigência de fósforo digestível em rações para tambaqui, e que as exigências dietéticas do mesmo variam de acordo com as diferentes fases de criação, justifica-se então neste trabalho a necessidade de determinar da exigência de fósforo digestível em rações para tambaqui (*Colossoma macropomum*) na fase de engorda (100 a 500 g).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais - CCAA da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, localizado no município de Chapadinha – Maranhão, com duração de 89 dias, e conduzido de acordo com as normas éticas de pesquisa com animais após aprovação pelo Comitê de Ética no Uso Animal da Universidade Federal do Maranhão (Nº do Protocolo: 23115008833/2014-31).

Foram utilizados 150 juvenis de três pesos iniciais distintos ($85,40 \pm 1,10\text{g}$; $112,03 \pm 1,57\text{g}$; e $140,63 \pm 1,57\text{g}$), distribuídos em arranjo montado em delineamento de blocos ao acaso (critério em função do peso médio inicial), composto por seis tratamentos, com cinco repetições por tratamento em três blocos e cinco peixes por unidade experimental.

Os tratamentos constituíram-se de seis rações experimentais isoproteicas, isoenergéticas e isocálcicas, com diferentes níveis de fósforo total (0,61; 0,82; 0,99; 1,25; 1,38; e 1,43%) (Tabela 1). Os níveis de proteína bruta, as relações metionina mais cistina:lisina e treonina:lisina foram fixados com base nos valores recomendados por Lima (2013) e Souza (2014) para tambaqui, e por Takishita (2012) para tilápias, respectivamente. Para os demais níveis nutricionais, foram utilizados os valores recomendados para tilápias do Nilo apresentadas nas Tabelas Brasileiras para a Nutrição de Tilápias (FURUYA et al., 2010).

No período pré-experimental, correspondente a uma semana, os peixes foram devidamente alocados nas instalações experimentais e alimentados com ração comercial para adaptação às condições do experimento.

No período experimental, os peixes foram mantidos em 30 caixas de polietileno (aquários) com capacidade volumétrica de 500 litros em sistema fechado de circulação de água, dotadas de sistema de abastecimento e drenagem individuais e aeração suplementar. A água de abastecimento foi proveniente de poço artesiano. A limpeza das caixas foi realizada diariamente por meio de sifonagem, sempre após o monitoramento da temperatura da água.

Tabela 1 – Composição centesimal e química das rações experimentais na fase de engorda (matéria natural)

Ingredientes (%)	Nível de fósforo total (%)					
	0,41	0,60	0,79	0,98	1,17	1,36
Farelo de soja	60,424	60,424	60,424	60,424	60,424	60,424
Milho	26,825	26,825	26,825	26,825	26,825	26,825
Óleo de soja	5,776	5,776	5,776	5,776	5,776	5,776
Inerte	1,800	1,440	1,080	0,720	0,360	0,000
Lisina-HCl	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135
DL-Metionina	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245
L-Treonina	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386
Calcáreo Calcítico	3,341	2,672	2,004	1,336	0,668	0,000
Fosfato Bicálcico	0,000	1,028	2,056	3,084	4,112	5,140
Premix Vitamínico e Mineral ⁵	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Vitamina C ⁴	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sal	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Antioxidante (BHT)	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Composição calculada ¹						
Proteína Bruta (%)	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Proteína Digestível (%) ²	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44
Energia Digestível (kcal/kg) ²	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Extrato Etéreo (%)	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75
Fibra Bruta (%)	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67
Ca Total (%)	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
P total calculado (%)	0,41	0,60	0,79	0,98	1,17	1,36
P total analisado (%)	0,61	0,82	0,99	1,25	1,38	1,43
P digestível estimado (%) ³	0,18	0,41	0,60	0,84	0,99	1,08
Lisina Digestível (%) ²	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Metionina + Cistina Digestível (%) ²	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040
Treonina Digestível (%) ²	1,408	1,408	1,408	1,408	1,408	1,408
Triptofano Digestível (%) ²	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375

¹ Com base nos valores propostos por Rostagno et al. (2011);

² Com base nos coeficientes de digestibilidade do milho, farelo de soja e óleo de soja propostos por Vidal Júnior (2000) e para os aminoácidos sintéticos propostos por Rostagno et al. (2011);

³ Com base nos coeficientes de digestibilidade do milho, farelo de soja e fosfato bicálcico propostos para tilápia do Nilo por Furuya et al. (2010);

⁴ Vit. C: sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico, 42% de princípio ativo;

⁵ Suplemento vitamínico e mineral comercial (5 kg/t), com níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 1.200.000 UI; Vit. D₃, 200.000 UI; Vit. E, 1.200 mg; Vit. K₃, 2.400 mg; Vit. B₁, 4.800 mg; Vit. B₂, 4.800 mg; Vit. B₆, 4.800 mg; Vit. B₁₂, 4.800 mg; Vit. C, 48 g; ác. Fólico, 1.200 mg; pantotenato de Ca, 12.000 mg; Vit. C, 48.000 mg; biotina, 48 mg; cloreto de colina, 108 g; niacina, 24.000 mg; Fe, 50.000 mg; Cu, 3.000 mg; Mn, 20.000 mg; Zn, 30.000 mg; I, 100 mg; Co, 10 mg; Se, 100 mg.

A temperatura da água foi aferida diariamente, às 7:30 e 17:30 horas, com o auxílio de um termômetro de bulbo de mercúrio, graduado de 0 a 50°C. Os teores do pH e do teor de oxigênio dissolvido e da amônia na água foram monitorados a cada sete dias por intermédio de um pHmetro, oxímetro e kit comercial para teste de amônia tóxica, respectivamente.

Constatou-se que os parâmetros físico-químicos da água foram mantidos devidamente dentro dos padrões preconizados para a criação da espécie utilizada ao longo do período experimental, conforme Gomes et al. (2010) e Mendonça et al. (2012). As temperaturas máximas e mínimas da água mantiveram em torno 27,6±0,05 °C e 28,1±0,30 °C, respectivamente. A concentração de oxigênio dissolvido na água ficou em torno de 8,87 ± 0,50 ppm, pH 6,96 ± 0,43 e amônia total ≤ 1,00 ppm.

Previamente, em Laboratórios de Nutrição Animal da Universidade Federal do Maranhão-UFMA, foram realizadas análises bromatológicas dos alimentos que foram utilizados na formulação das dietas.

Os ingredientes das rações experimentais foram misturados, umedecidos em água aquecida a cerca de 50°C e peletizados utilizando-se de um moinho de carne. Em seguida, as rações foram secas, trituradas e peneiradas para obtenção de péletes em diferentes diâmetros.

As rações foram oferecidas *ad libitum* seis vezes ao dia (08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e 18:00 h). Em cada horário de alimentação, as rações eram ofertadas em pequenas quantidades, com sucessivos repasses até a aparente saciedade dos peixes, evitando dessa forma, a ocorrência de sobras ou de subfornecimento.

Foram avaliados os seguintes índices de desempenho e eficiência alimentar: consumo de ração, consumo de fósforo digestível, ganho de peso, taxa de crescimento específico, conversão alimentar, eficiência proteica para o ganho de peso e eficiência de fósforo digestível para o ganho de peso. Os parâmetros de desempenho e eficiência alimentar foram calculados de acordo com as equações abaixo:

Consumo de fósforo digestível (g) = [consumo de ração (g) x teor de fósforo digestível da ração(%)]/100;

Ganho de peso (g) = peso médio final – peso médio inicial;

Taxa de crescimento específico (%/dia) = [(logaritmo natural do peso final (g) – logaritmo natural do peso inicial (g)) x 100] / período experimental (dias);

Conversão alimentar (g/g) = consumo de ração / ganho de peso;

Eficiência proteica para o ganho de peso (g/g) = ganho de peso / consumo de proteína bruta;

Eficiência de fósforo digestível para o ganho de peso (g/g) = ganho de peso / consumo de fósforo digestível.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SAS 9.0 (2002). As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância ao nível de cinco por cento de probabilidade. Para as variáveis que apresentaram efeitos significativos dos níveis de fósforo total pela análise de variância, realizaram-se análises de regressão por meio de modelos linear e quadrático. Também foi avaliado o modelo descontínuo “Linear Response Plateau” (LRP). Para a escolha do modelo de melhor ajuste, levou-se em consideração o valor de P (significância) e o R² (SQ do modelo/ SQ do tratamento).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis de desempenho e eficiência alimentar não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos tratamentos, com exceção do consumo de fósforo digestível, que aumentou ($P > 0,01$) de forma linear, e a eficiência de fósforo para o ganho de peso, que reduziu ($P > 0,01$) de forma quadrática, à medida que se elevou os níveis de fósforo digestível na ração (Tabela 2 e 3).

Corroborando com os resultados obtidos neste estudo, Oliva-Teles e Pimentel-Rodrigues (2004) em experimento com sea bass europeu (*Dicentrarchus labrax*) utilizando dietas com níveis de fósforo total de 0,48; 0,65; 0,77; 0,86; 1,05 e 1,25% (base na MS), também não observaram efeitos relacionados a consumo de ração. Diferentemente, Pezzato et al. (2006) constataram um aumento linear no consumo de ração em trabalhos com alevinos de tilápia em função do aumento dos níveis de fósforo na dieta. Já Furuya et al. (2008a) em dietas para juvenis de tilápia do Nilo com diferentes níveis de fósforo disponível (0,25; 0,35; 0,45 e 0,55%), verificaram efeito quadrático no consumo de ração à medida que se elevaram os níveis de fósforo disponível na dieta.

Levando-se em consideração que o consumo de ração e, conseqüentemente de energia e dos demais nutrientes que compõem a ração não variaram ($P > 0,05$) mediante os níveis avaliados, e que o consumo de fósforo digestível aumentou de forma linear ($P > 0,01$) em resposta a elevação dos teores deste mineral na ração, pode-se deduzir que o menor nível de fósforo digestível na dieta foi suficiente para atender as exigências dietéticas deste mineral para esta fase de criação. Avaliando-se resultados em função do tamanho corporal, é constatado que há exigências diferenciadas, que tendem a serem maiores para animais mais jovens (QUINTEIRO-PINTO et al., 2011)

Trabalhando com truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), Lellis et al. (2004) formularam dietas com diferentes níveis de fósforo disponível (0,15%; 0,21%; 0,30%; 0,42%; 0,60%; 0,85% e 1,20%) e comparou com uma dieta comercial com 1,20% de fósforo disponível. Avaliaram-se três fases de criação com pesos iniciais de 200g, 300g, ou 400g. Os autores determinaram exigência de fósforo disponível para truta arco-íris de 0,60% para peixes com peso inicial de 200g, 0,30% para 300g e 0,15% para peixes com aproximadamente 400g de peso inicial. Constatou-se também que a alimentação por fases, além de ter reduzido a quantidade de fósforo na dieta, reduziu também a quantidade perdida para o ambiente em 12,5% para peixes com 300g ou 400g.

Tabela 2 - Peso inicial (PI), consumo de ração (CR), consumo de fósforo total (CFT), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar (CA), eficiência proteica para o ganho de peso (EPG), eficiência de fósforo digestível para o ganho de peso (EFG) de tambaquis na fase de engorda e resumo da análise de variância, em função do nível de fósforo digestível da ração.

Nível de fósforo Digestível (%)	Variável							
	PI (g)	CR (g)	CFD (mg)	GP (g)	TCE (%/dia)	CA (g/g)	EPG (g/g)	EFG (g/g)
0,18	118,45	429,41	772,94	310,43	1,45	1,41	2,33	401,62
0,41	118,66	425,72	1745,45	309,20	1,45	1,39	2,41	177,15
0,60	117,67	430,81	2584,86	274,17	1,37	1,58	2,13	106,07
0,84	117,49	414,84	3484,66	267,68	1,34	1,60	2,03	76,82
0,99	118,30	422,15	4179,29	296,90	1,41	1,45	2,33	71,04
1,08	118,30	415,10	4483,08	291,80	1,41	1,43	2,29	65,09
$P>F^1$	0,9999	0,7888	<0,0001	0,9999	0,9999	0,2976	0,0599	<0,0001
$CV(\%)^2$	4,22	5,29	5,01	14,43	8,62	11,73	8,95	8,74

¹ $P>F$ - Significância do Teste “F” da análise de variância;

² CV – Coeficiente de variação.

Tabela 3 - Equações de regressão ajustadas, coeficientes de determinação e valores de exigência para as variáveis consumo de fósforo digestível (CFD) e eficiência do fósforo digestível para ganho de peso (EFG) de tambaquis na fase de engorda, em função dos níveis de fósforo digestível da ração.

Variável	Modelo	Equação	$P>F$	R^2
CFD (mg)	Linear	$CFD = 51,57 + 4.131,9Fos$	0,0001	1,00
EFG (g/g)	Quadrático	$EFG = 583,94 - 1.210,3Fos + 690,51Fos^2$	0,0001	0,98

Em experimentos realizados por Sousa et al. (2017) determinando a exigência de fósforo para tambaqui (*Colossoma macropomum*) em diferentes faixas de peso, observou-se resultados que comprovam a consequente redução na exigência de fósforo digestível na dieta destes animais em função da fase de criação, onde, a recomendação do nível de fósforo digestível em rações para alevinos de tambaqui foi de 0,71%, o que corresponde ao nível estimado de 1,04% de fósforo total e para juvenis foi de 0,46%, o que corresponde ao nível estimado de 0,78% de fósforo total.

Em trabalhos realizados por Miranda et al. (2000) e Ribeiro (2006), avaliando níveis de fósforo disponível e total, respectivamente, não observaram variação significativa no ganho de peso de alevinos de tilápia do Nilo.

Uma possível justificativa para a redução na eficiência de fósforo para o ganho de peso é que quanto maior o incremento de fósforo na ração menor será a eficiência de absorção desse mineral, presumivelmente pela inativação do mecanismo de transporte ativo, aumentando a perda fecal da parcela de fósforo potencialmente digestível (TANG et al., 2012).

Contrariamente aos efeitos observados neste estudo, Pezzato et al. (2006) ao avaliarem cinco dietas com níveis crescentes de fósforo disponível (0,25%; 0,50%; 0,75%; 1,00%; 1,25%) para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) observaram efeito quadrático nos valores médios de ganho de peso, em função dos diferentes níveis de fósforo disponível. De modo contrário, foi também observado por Furuya et al. (2008), quando estavam avaliando o efeito de diferentes níveis de fósforo disponível (0,25; 0,35; 0,45 e 0,55%) também para tilápia do Nilo.

Baseando-se nos resultados observados nas variáveis de desempenho e eficiência alimentar, as rações que continham 0,18% de fósforo digestível, correspondente a 0,61% de fósforo total, apresentaram-se como suficientes para suprir as exigências deste mineral para tambaquis nesta fase de criação.

5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, a recomendação dos níveis de fósforo digestível em rações para tambaqui na faixa de peso entre 100 e 500 gramas, visando otimizar o desempenho e a eficiência alimentar é de 0,18%, o que corresponde ao nível estimado de 0,61% de fósforo total.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, D.S.; FERNANDES, E.A.; FAGUNDES, N.S. Substituição do fosfato bicálcico pelo fosfato monoamônio em dietas de frangos de corte. **Revista Portuguesa Ciência Veterinária** v.111, p.173-176, 2012.
- ARAÚJO - LIMA, C.A.R.M., GOMES, L.C. (2005). Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: Baldisserotto, B. Gomes, L.C. (ed) Espécies nativas para piscicultura no Brasil. **1ª ed. Santa Maria. Ed. da UFSM.** p.468
- BOCK, C.L., PEZZATO, L.E.; CANTELMO, L.E.; BARROS, M.M. Fitase e digestibilidade aparente de nutrientes de rações por tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia** n. 35, v.6, p. 2197-2202, 2006.
- BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T.; DONZELLE, J.L.; QUADROS, M. RIBEIRO, F.B.; SOUSA, M.P. 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.
- BOMFIM, M. A. D. Estratégias Nutricionais para Redução das Excreções de Nitrogênio e Fósforo nos Sistemas de Produção de Peixes no Nordeste: Sustentabilidade Ambiental e Aumento da Produtividade. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 15, p. 122-140, 2013.
- BORLONGAN, I.G.; SATOH, S. Dietary phosphorus requirement of juvenile milkfish, (*Chanos chanos Forsskal*). **Aquaculture Research**, v.32, p.26-32, 2001.
- BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A.; FREITAS, J. M. A.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Nutrição de peixes nativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.145-154, 2011.
- BÜNZEN, S. Digestibilidade do fósforo de alimentos e exigência de fósforo digestível de aves e suínos. **Tese** (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- CAO, L.; WANG, W.; YANG, C.; YANG, Y.; DIANA, J.; YAKUPITIYAGE, A.; LUOA, Z; LI, D. Application of microbial phytase in fish feed. **Enzyme and Microbial Technology** v.40, p.497-507, 2007.
- CHENG, A.C.; WU, J.D.; YANG, S.D. et al. Dietary phosphorus requirement of juvenile Malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*). **Journal of Fish Society Taiwan**, v.32, p.41-52, 2005.
- CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.K. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.68-87, 2010 (suplemento especial).
- DAIRIKI, J. K.; SILVA, T. B. A. Revisão de literatura: exigências nutricionais do tambaqui – compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. Manaus: **Embrapa Amazônia Ocidental**, 2011. 44p (Embrapa Amazônia Ocidental, 91).

DA SILVA, A.Y.H.; COZZOLINO, S.M.F. Fósforo. In: **Biodisponibilidade de nutrientes**. 2ª Ed., Barueri, SP, 2007, p.447-458.

DIEMER, O.; BOSCOLO, W.R.; SIGNOR, A.A.; SARY, C.; NEU, D.H.; FEIDEN, A. Níveis de fósforo total na alimentação de juvenis de jundiá criados em tanques-rede. e-ISSN 1983-406. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 559-563, out./dez. 2011.

FAO. **Pesca e la acuicultura**. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Disponível em: <http://www.fao.org> Acesso em: 20 Agosto 2017.

FERNANDES, T. R. C.; DORIA, C. R. C.; MENEZES, J. T. B. Características de carcaça e parâmetros de desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) em diferentes tempos de cultivo e alimentado com rações comerciais. **Boletim do Instituto de Pesca**, n. 36. São Paulo. p. 45 – 52, 2010.

FURUYA, W. M., GONÇALVES, G. S.; FURUYA, V. R. B. e C. HAYASHI. Fitase na alimentação da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). Desempenho e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30(3): 924-929, 2001.

FURUYA, W.M.; FUJII, K.M.; SANTOS, L.D.; SILVA, T.S.C.; SILVA, L.C.R.; MICHELATTO, M. Exigência de fósforo disponível para tilápia-do-nilo (35 a 100g). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, p.961-966, 2008a.

FURUYA, W. M., K. M. FUJII, L. D. SANTOS, T. S. C. SILVA, L. C. R. SILVA, e P. J. P. SALES. Exigência de fósforo disponível para juvenis de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37(9): 1517-1522, 2008.

FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; BOSCOLO, W. R.; CYRINO, J. E. P.; FURUYA, V. R. B.; FEIDEN, A. **Tabelas brasileiras para nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010. 100p.

GOMES, L. C.; SIMÕES, L. N.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; BALDISSEROTTO, B. In: Tambaqui (*Colossoma macropomum*), **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. 2ª. Ed. Editora UFSM, Santa Maria. 2010. p.175-204.

GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; PADILHA, P.M.; BARROS, M.M. Digestibilidade aparente de fósforo em alimentos vegetais e suplementação da enzima fitase para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia** v.36, n.5, p.1473-1480, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE, **Produção da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, v. 41, 2016, p.108.

LELLIS, W.A.; BARROWS, F.T.; HARDY, R.W. Effects of phase-feeding dietary phosphorus on survival, growth, and processing characteristics of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v.242, p.607-616, 2004.

LIMA, C. S.; SILVEIRA, M. M.; TUESTA, G. M. R. Nutrição proteica para peixes. **Ciência Animal**, 25 (4): 27-34, 2015.

LOPES, J. M.; PASCOAL, L. A. F.; SILVA FILHO, F. P.; SANTOS, I. B.; WATANABE, P. H.; ARAÚJO, D. M.; PINTO, D. C.; OLIVEIRA, P. S. Farelo de babaçu em dietas para tambaqui. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p. 519-526 abr/jun, 2010.

MAPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim da Pesca e Aquicultura: Brasil 2013**. Brasília, 2016.

MENDONÇA, P. P.; COSTA, P. C.; POLESE, M. F.; VIDAL JÚNIOR, M. V.; ANDRADE, D. R. Efeito da suplementação de fitase na alimentação de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Archivos de Zootecnia**, v.61, n.235, p. 437-448. 2012.

MIRANDA, E.C.; PEZZATO, A.C.; PEZZATO, L.E. et al. Relação cálcio/fósforo disponível em rações para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.6, p. 2162-2171, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient requirements of fish and shrimp. Washington: **National Academy of Science**, 2011. 376p.

NUNES, E.S.S.; CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.139-143, 2006.

OLIVA-TELES, A.; PIMENTEL-RODRIGUES, A. Phosphorus requirement of European sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*) juveniles. **Aquaculture Research**, v.35, p.636-642, 2004.

OLIVEIRA, A.C.B.; MIRANDA, E.; CORREA, R. Exigências nutricionais e alimentação do tambaqui. In: FRACALOSSO, D.M; CYRINO, J.E.P., eds. Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Florianópolis – SC: **Aquabio**, p.231-240, 2013.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; SOTO, D. Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer. 1ª ed. Brasília, 276p, 2008.

PEZZATO, L.E., ROSA, M.J.S., BARROS, M.M. GUIMARÃES, I.G. Exigência em fósforo disponível para alevinos de tilápia do Nilo. **Ciência Rural** v.36, n.5. p.1600-1605, 2006.

PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FURUYA, W.M. Valor nutritivo dos alimentos utilizados na formulação de rações para peixes tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.43-51, 2009 (suplemento especial).

PONTES, T. C. Avaliação da enzima fitase em dietas a base de fontes vegetais na alimentação de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina**. 2015. 36 p.

QUINTERO-PINTO, L.G. Exigências dietárias e disponibilidade de fontes de fósforo para tilápia do nilo em três fases de desenvolvimento. **Tese (doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu**, 2008.

QUINTERO-PINTO, L.G.; PARDO-GAMBOA, B.S.; QUINTERO-PARDO, A.M.C.; PEZZATO, L.E. Exigências e disponibilidade de fontes de fósforo para tilápias. **Vet. Zootec.** n.5, v.2, p.30-43, 2011.

RIBEIRO, F.B.; LANNA, E.A.T.; BOMFIM, M.A.D; DONZELE, J.L.; FREITAS, A.S.; SOUSA, M.P.; Quadros, M. Níveis de fósforo total em dietas para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1588-1593, 2006.

ROSTAGNO, R. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. G.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. E EUCLIDES, R. F. 2011. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 141p.

TANG, Q.; WANG, C.; XIE, C.; JIN, J.; HUANG, Y. Dietary Available Phosphorus Affected Growth Performance, Body Composition, and Hepatic Antioxidant Property of Juvenile Yellow Catfish *Pelteobagrus fulvidraco*. **The Scien. World Journal**, 2012.

SANTOS, J.G.A. Exigência em fósforo digestível para tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Tese** (Doutorado). Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia, 2012.

SHEN, Y.; FAN, M.Z.; AJAKAIYE, A. et al. Use of the regression analysis technique to determine the true phosphorus digestibility and the endogenous phosphorus output associated with corn in growing pigs. **Journal of Nutrition**, v.132, p.1199-1206. 2002.

SOUSA, T.J.R. de. Exigência de fósforo para tambaqui (*Colossoma macropomum*) em diferentes faixas de peso. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2017.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS user's guide**: statistics. 5.ed. Cary: SAS Institute, 956p. 2002.