

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ

RAFAEL PEREIRA BARROS

EXIGÊNCIA DE PROTEÍNA BRUTA PARA O HÍBRIDO JUNDIARA
(*Pseudoplatystoma fasciatum* X *Leiarius marmoratus*)

ILHÉUS -BAHIA

2017

RAFAEL PEREIRA BARROS

EXIGÊNCIA DE PROTEÍNA BRUTA PARA O HÍBRIDO JUNDIARA
(*Pseudoplatystoma fasciatum* X *Leiarius marmoratus*)

Tese apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal

Orientador: Luís Gustavo Tavares Braga

ILHÉUS-BAHIA

2017

- B277 Barros, Rafael Pereira.
Exigência de proteína bruta para o híbrido jundiara (*Pseudo-platystoma fasciatum* x *Leiarius marmoratus*) / Rafael Pereira Barros. – Ilhéus : UESC, 2017.
51f.
Orientador : Luís Gustavo Tavares Braga.
Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal.
- Inclui referências.
1. Aquicultura. 2. Psicultura. 3. Peixes – Alimentação e rações
 4. Peixes – Nutrição. 5. Enzimas digestivas. 6. Jundiara (peixes)- Digestibilidade. I. Braga, Luís Gustavo Tavares. II. Título.
- CDD – 639.3

RAFAEL PEREIRA BARROS
EXIGÊNCIA DE PROTEÍNA BRUTA PARA O HÍBRIDO JUNDIARA
(*Pseudoplatystoma fasciatum* X *Leiarius marmoratus*)

Ilhéus – BA, 31/10/2017.

Luís Gustavo Tavares Braga - DSc.
UESC/DCAA
(Orientador)

Cynthia Maria Carlos Pereira- DSc.
UESC/DCAA

Camila Meneghetti - DSc.
UESC/DCAA

Fábio Flores Lopes - DSc.
UESC/DCET

Ricardo Castelo Branco Albinati - DSc.
UFBA/Escola de Veterinária

ILHÉUS-BAHIA

2017

Agradecimento....

Primeiramente a Deus por dá força nos momentos de fraqueza e paz nas horas de tribulações. Meu pai obrigado por tudo!!!!

Aos meus pais, Pedro e Railda, pelos esforços e incentivos antes, durante e certamente após essa caminhada!! Amo vocês!!!

Ao meu irmão, Fábio, pelos gestos e palavras de apoio. Obrigado Binho... Te amo!!!

Ao amor de minha vida, Laura Juliana, por incentivar, acalmar, acreditar (muitas vezes mais do que eu), me abraça e sorrir quando mais precisava. Só você e Deus sabem tudo que passei durante estes 4 anos e meio. Meu amor esta vitória é nossa!!! E nunca esqueça o quanto eu amo você....

Ao meu orientador, professor Luís Gustavo Tavares Braga, por me acolher quando estava “perdido”. Braga, tenha certeza, você é um exemplo do professor que quero ser. Obrigado!

A seu Juarez (sorgo), dona Carminha (sogra), Carol (cunhada) e Samuel (cunhado) pelos incentivos!!!

A professora Guisla Boehs.... A senhora foi uma das pessoas que mais contribuiu para eu conseguir vencer essa etapa... Obrigado!

Aos amigos do Aquanut, Joaldo, Paula, Deise (Irmãzinha), João (Pezão), Monaliza, Juliana, Marcel e Itamar pela ajuda e pelos momentos de diversão e aprendizagem!!!

Obrigado Galera!!!

A Júnior (Francisco), pelo incentivo e conversas... Juninho, você me ajudou muito!!
Aos professores, Ricardo Albinati, Cinthia Maria, Camila Meneghetti e Fábio Flores
por contribuírem na construção desta tese.

Aos meus amigos, Zé Teles, Adriano, Paty e Roque, de Amargosa, Flávia, Clebson
e Ivan, da Uesc, Alessandra, Evaldo, Rose, Paulo, Mateus e Tuane, de Roraima,
pelo apoio e incentivo!!!

Aos meus familiares....

Ao Instituto federal de Roraima e a Universidade Estadual de Roraima.

Enfim, a todos que torceram por mim, OBRIGADO!!!!

“Andá com fé eu vou, que a fé não costuma faiá” (Gilberto Gil)

EXIGÊNCIA DE PROTEÍNA BRUTA PARA O HÍBRIDO JUNDIARA (*Pseudoplatystoma fasciatum* X *Leiarius marmoratus*)

RESUMO

O desenvolvimento de rações comerciais de alto valor nutricional e alta digestibilidade representa um importante passo para a evolução da piscicultura nacional. Objetivou-se determinar a exigência de proteína bruta para juvenis de jundiara, híbrido de *Pseudoplatystoma fasciatum* com *Leiarius marmoratus*. O experimento foi realizado durante os meses de janeiro a março de 2017 no Laboratório de Nutrição e Alimentação de Peixes (Aquanut), Ilhéus, Bahia. Alevinos de jundiara (n=225), com peso médio inicial de $8,4 \pm 1,41$ g, foram distribuídos em 15 tanques de fibra de vidro (170 L), em sistema fechado de recirculação de água, com densidade de 15 peixes/tanque em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram de dietas com 32, 34, 36, 38 e 40% de proteína bruta (PB). Foram avaliados os parâmetros de desempenho zootécnico e a taxa de sobrevivência. No final do experimento (70 dias) foram coletados e eutanasiados dois exemplares de cada unidade experimental, sendo um destinado para a avaliação de desempenho, da composição química da carcaça e da eficiência nutricional e outro, para a avaliação dos parâmetros sanguíneos, a análise da altura das vilosidades do intestino proximal e atividade das enzimas digestíveis. Foi observado o efeito significativo dos níveis de PB, linear crescente para ganho de peso médio (GPM), consumo médio de ração (CMR) e taxa de crescimento específico (TCE), e decrescente para conversão alimentar (CA). Também foram evidenciadas diferenças significativas na composição química da carcaça e eficiência nutricional, assim como, na análise histológica do intestino proximal, na proteína plasmática total (PPT), na glicose (GLIC), no colesterol (COL) e nos triglicerídeos (TRIG). Com isso, o aumento da PB nas dietas promoveu melhoria no desempenho, aumento na decomposição de proteína na carcaça, alterações na altura das vilosidades do intestino anterior e na atividade enzimática das lipases dos juvenis de jundiara.

Palavras chaves: Carnívoros. Exigência nutricional. Jundiara. Pintado da Amazônia.

CRUDE PROTEIN REQUIREMENT FOR HYBRID JUNDIARA DIET
(*Pseudoplatystoma fasciatum* X *Leiarius marmoratus*)

ABSTRACT

The development of commercial diets with high nutritional value and high digestibility represents an important step for the evolution of the national fish culture. The objective was to determine the crude protein requirement for jundiara, hybrid of *Pseudoplatystoma fasciatum* and *Leiarius marmoratus*. The experiment was performed between the months from January to May 2017 in the Feeding and Nutrition Lab of Fish, in Ilhéus, Bahia. Jundiara fingerlings (n = 225), with average weight initial between 8.4 g ± 1.41 g were distributed at 15 fiberglass tank (170 L) a completely randomized design with five treatments and three replicates. The treatments consisted of diets with 32, 34, 36, 38 and 40% crude protein (CP) The parameters of zootechnical performance and the survival rate were evaluated. In the end of the experiment (70 days) two animals were collected and euthanized from each experimental unit. One for the evaluation of the chemical carcass composition and nutritional efficiency and another for the evaluation of the blood parameters, the analysis of the height of villi of the proximal intestine and activity of digestible enzymes. The significant effect of PB levels on mean weight gain (GPM), mean feed consumption (CMR), specific growth rate (TCE) and feed conversion (CA) was observed. Significant differences were also observed in chemical composition carcass and nutritional efficiency, as well as histological analysis of the proximal intestine. Total plasma protein (PPT), glucose (GLIC), cholesterol (COL), triglycerides (TRIG) and villus height of the anterior intestine showed significant changes with increasing CP in the diet. The results showed that the increase of PB in diets caused the linear growth of the weight gain, the growth rate, the protein retention efficiency and the protein deposition in jundiara carcass.

Keywords: Carnivores, nutritional requirements, jundiara, amazon pintado.

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
01	Composição das dietas experimentais para alevinos de jundiara, híbridos de <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> X <i>Leiarius marmoratus</i>	28
02	Valores de ganho de peso médio (GPM), Consumo médio de ração (CMR), conversão alimentar (CA), taxa de crescimento específico (TCE), índice hepatossomático (IHS) e taxa de sobrevivência (SOB) de juvenis de jundiara, híbrido de <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> X <i>Leiarius marmoratus</i> alimentado com dietas com diferentes níveis de proteínas bruta.....	33
03	Valores das taxas de retenção proteica e energética, altura da vilosidade do intestino anterior e intestino médio de juvenis de jundiara, híbrido de <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> X <i>Leiarius marmoratus</i> alimentado com dietas com diferentes níveis de proteínas bruta.....	34
04	Valores médios da composição química da carcaça de alevino de jundiara, híbrido de <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> X <i>Leiarius marmoratus</i> alimentado com dietas com diferentes níveis de proteínas bruta.....	35
05	Valores médios dos metabólitos do sangue de híbridos de <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> X <i>Leiarius marmoratus</i> alimentados com dietas de diferentes níveis de proteínas bruta.....	35
06	Atividade das enzimas digestíveis do híbrido de <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> X <i>Leiarius marmoratus</i> alimentado com dietas de diferentes níveis de proteína bruta.....	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVO	13
2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS	13
3 REVISÃO DE LITERATURA	14
4 MATERIAL E MÉTODOS	27
5 RESULTADOS	33
6 DISCUSSÃO	38
7 CONCLUSÕES	46
8 REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

O setor aquícola brasileiro, nos últimos anos, apresentou crescimento superior a 20%, colocando o país em lugar de destaque entre os maiores produtores de organismos aquáticos do mundo. Esse crescimento só foi possível, graças o Brasil oferecer condições climáticas favoráveis, longa faixa litorânea e uma extensa lâmina de água continental que são aptas para a produção de pescados. Além disso, a mão de obra é relativamente barata e crescente no mercado de consumo de recursos pesqueiros (BRABO *et al.*, 2016; FAO, 2016).

Outro fator que contribui para o desenvolvimento da aquicultura nacional é o elevado número de espécies nativas de peixes que apresentam potencial para o cultivo e comercialização (CAMPECHE *et al.*, 2011). Dentre essas espécies, destaca-se a *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), popularmente conhecida como surubim, que é encontrada nas bacias hidrográficas Amazônica, Prata e São Francisco. O *P. fasciatum*, segundo dados do IBGE (2015), está entre as cinco espécies mais criadas no Brasil. O motivo para isso é que a carne dessa espécie apresenta um sabor acentuado, baixo teor de gordura e ausência de espinhos intramusculares, sendo bem apreciada pelos consumidores.

No entanto, mesmo demonstrando potencial para a atividade aquícola brasileira, o *P. fasciatum* apresenta dois fatores que limitam a sua criação em sistema intensivo de produção: a dificuldade de se alimentarem com rações inertes e as altas taxas de canibalismo nas fases de larvas e pós-larvas (MATEO *et al.*, 2008; CORNÉLIO *et al.*, 2014; HONORATO *et al.*, 2015). Uma alternativa para atenuar esses fatores negativos e facilitar a criação dessa espécie em confinamento é a hibridação ou hibridização (DÍAZ-ORLATE *et al.*, 2009).

A hibridação tem sido utilizada na piscicultura com o objetivo de produzir indivíduos que apresentem resultados produtivos melhores do que as espécies parentais. Uma vez que essa técnica busca transferir para o híbrido, as características desejáveis das espécies progenitoras (HASHIMOTO *et al.*, 2014; MARTINS *et al.*, 2016). Nos últimos anos, a utilização de híbridos dos *Pseudoplatystoma* tem sido uma prática comum entre os produtores brasileiros, pois os híbridos desse gênero têm apresentado melhores desempenhos produtivos e docilidade quando comparados as espécies a parentais de linhagens puras desse gênero (OLIVEIRA *et al.*, 2014). O tipo de hibridação mais utilizada pelos produtores dos *Pseudoplatystoma* é a congênica,

que é caracterizada pelo cruzamento entre espécies distintas, mas do mesmo gênero, como é o caso do cachapinta, cruzamento do *P. reticulatum* com o *P. corruscans*. Para Toledo-Filho *et al.* (1998) esse método de hibridação é de difícil compreensão, uma vez que o acasalamento de diferentes espécies, porém do mesmo gênero, pode originar diversos produtos genéticos. Desse modo, os resultados com a hibridação são mais positivos quanto mais distantes forem os grupos genéticos utilizados.

Por isso, quando o objetivo minimizar os problemas nas fases iniciais da criação dos *P. fasciatum*, a alternativa mais viável é a utilização da técnica de hibridação intergenérica, que é o cruzamento entre espécies de gêneros diferentes (MATEO *et al.*, 2008). Kossowski (1991) relata que híbridos intergenéricos apresentam taxas elevadas de crescimento e de engorda. Para Mateo e Rojas (2005), a *Leiarius marmoratus* (GILL, 1870) é a espécie mais indicada para o cruzamento com as espécies do *Pseudoplatystoma*. Uma vez que, além de ser uma espécie de outro gênero, apresenta boa adaptação em sistema de produção, facilidade no consumo de dietas secas, ausência de canibalismos e elevadas taxas de crescimentos nos estágios iniciais de vida.

O híbrido formado entre o cruzamento do *P. fasciatum* X *L. marmoratus* é denominado de jundiara. Segundo Fantini *et al.* (2013), esse híbrido aceita com facilidade rações e alimentos concentrados, algo muito favorável. Além disso, apresenta menor taxa de canibalismo durante as fases pós-larva e alevino, quando comparado aos observados no cultivo do *P. fasciatum*. No entanto, assim como nas criações em confinamento de peixes nativos brasileiros, a falta de informações sobre as exigências nutricionais dos híbridos é algo que limita os sistemas de produção destes animais (DE SOUZA *et al.*, 2014). Apesar de na última década, ter aumentado o número de estudos realizados acerca da nutrição e alimentação dos peixes nativos e seus híbridos congêneros, porém foram poucos os estudos que focaram no híbrido intergenérico dos *Pseudoplatystoma*, como jundiara.

Portanto, para o sucesso dos sistemas de criação dos híbridos intergenéricos do *Pseudoplatystoma* é necessária a realização de pesquisas com ênfase na nutrição dos híbridos intergenéricos acerca da utilização, digestão e desempenho de macronutrientes, por estas serem essenciais na tentativa de aumentar a lucratividade dos sistemas de produção aquícolas. Além disso, essas pesquisas permitirão a ampliação dos conhecimentos sobre as necessidades nutricionais desses animais para o real desenvolvimento da cadeia produtiva desses peixes. Isso porquê, na

maioria das vezes, as rações utilizadas não são adequadas às exigências nutricionais dos híbridos, principalmente no que se refere a exigência por proteína bruta (PB).

A exigência de proteína bruta das espécies carnívoras e de seus híbridos, quando comparadas com as espécies de outros hábitos alimentares, é mais elevada. Entretanto, o excesso desse nutriente nas dietas das espécies carnívoras, interfere de forma negativa no desempenho produtivo destes animais, acarretando o aumento nos custos com alimentação, geração de resíduos em excesso e ocasionando impactos ambientais nos sistemas de produção aquícola (SOUZA *et al.*, 2014).

Ao estudar exigência de proteína bruta para juvenis de cachara (*P. reticulatum*), Cornélio *et al.* (2014) observaram que o aumento de 30 para 50% de PB na alimentação proporciona um aumento de 73,3% no ganho de pesos dos juvenis. No entanto, o aumento de 50 para 55% de PB ocorre uma redução no ganho de peso, segundo os autores, o excesso de proteína dietética prejudicou o desempenho produtivo dos juvenis, provavelmente, devido o maior custo do catabolismo da proteína extra. A determinação da quantidade mínima necessária da proteína nas rações dos peixes carnívoros é fundamental para elaborar dietas equilibradas o suficiente para proporcionar respostas positivas no desempenho dos animais (TEIXEIRA *et al.*, 2010). Desta forma, o objetivo deste estudo foi determinar a exigência de proteína bruta para o jundiara, híbrido de *Pseudoplatystoma fasciatum* com *Leiarius marmoratus*.

2 OBJETIVO

- ✓ Determinar a exigência de proteína bruta para o jundiara, híbrido de *Pseudoplatystoma fasciatum* com *Leiarius marmoratus*.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Avaliar a influência dos níveis de proteína bruta em dietas sobre desempenho zootécnico do jundiara;
- ✓ Avaliar a influência dos níveis de proteína bruta em dietas sobre as taxas de sobrevivência do jundiara;
- ✓ Avaliar a influência dos níveis de proteína bruta em dietas sobre a composição química da carcaça e eficiência nutricional do jundiara;
- ✓ Avaliar a influência dos níveis de proteína bruta em dietas sobre os parâmetros sanguíneos do jundiara;
- ✓ Verificar os aspectos adaptativos morfológicos do intestino proximal de alevinos de jundiara submetidos a dietas com níveis de proteína bruta;
- ✓ Verificar as respostas adaptativas enzimáticas do trato digestório de alevinos de jundiara submetidos a dietas com níveis de proteína bruta.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Panorama da aquicultura mundial

De acordo com dados da FAO (2006), em 2004 a pesca extrativista e a aquicultura, juntas, forneceram à população mundial pouco mais de 106 milhões de toneladas de pescados, que gerou um consumo per capita aparente de pescado de 16,6 kg. Já em 2014, estas forneceram 146 milhões de toneladas, gerando um consumo *per capita* de pescado de pouco mais de 20 kg por ano. Esses dados demonstram como é promissor o setor da pesca, pois só na última década houve incremento de quase 38% na produção e de 21% no consumo *per capita* de pescado. Os principais motivos para isso são o crescimento da população mundial e a mudança dos hábitos alimentares dos consumidores, que estão buscando por alimentos mais saudáveis (BRABO *et al.*, 2016).

Segundo BRABO *et al.* (2016) o pescado representa 6,5% do total de proteína animal e vegetal consumida atualmente pela população mundial, se for considerada apenas a proteína animal, a participação do pescado sobe para 16,7%. De modo geral, nas últimas cinco décadas, a produção de pescado no mundo cresceu a uma taxa média anual de 3,2% (BRABO *et al.*, 2016). Entretanto, observando os dados da produção de forma separada entre pesca extrativista e aquicultura, é possível ver que desde a década de 80 a pesca extrativista está estabilizada, com produção em torno de 90 milhões de toneladas anuais, enquanto a aquicultura, na última década, apresentou aumento de mais de 62%, tendo uma taxa de crescimento anual de pouco mais de 6% (FAO, 2006, 2016).

Esses valores são superiores aos observados em outros setores produtores de proteínas de origem animal, como bovinocultura, suinocultura e avicultura (FAO, 2016). Segundo relato de Olaganathan e Mun (2017), a aquicultura, desde a década de 70, tem se desenvolvido de forma rápida em muitos países, e nas últimas duas décadas a taxa de produção superou as dos setores de produção de animais terrestres. Para esse autor, a razão para isso é que esta foi introduzida em muitos países em desenvolvimento, principalmente nos continentes africano e asiático, com a finalidade de criar oportunidade de ascensão social para os produtores de pequenas comunidades rurais dessas nações.

Mesmo tendo expansão significativa, a aquicultura, até 2014, produzia abaixo da metade do que era ofertado ao consumo no mundo. Segundo dados da FAO (2006), em 2004, cerca de 43% do que era consumido de pescado provinha da aquicultura. Contudo, 2014 foi o marco para esse setor, pois nesse ano o consumo de peixes proveniente da produção aquícola superou o consumo de peixes advindo da pesca extrativista, sendo que, de cada 10 kg consumidos de pescados, mais de 50% foram provenientes da aquicultura.

De acordo com os dados da FAO (2016), em 2014, a aquicultura mundial produziu cerca de 73,8 milhões de toneladas, sendo que 47,1 milhões foram da produção continental e os 26,7 milhões restantes, provenientes da maricultura. O continente Asiático, com 65,6 milhões de toneladas, é responsável pela maior parcela da produção mundial. Em segundo lugar vem o continente americano, com produção de 3,5 milhões de toneladas, sendo que deste total a América do Sul contribuiu com mais de 83%.

Segundo Brabo *et al.* (2016), a América do Sul, em especial o Brasil, é a região mundial com maior potencial para a evolução da aquicultura, pois apresenta condições naturais e aspectos socioeconômicos que favorecem o desenvolvimento da produção aquícola.

Panorama da aquicultura do Brasil

Acompanhando a tendência mundial, a aquicultura brasileira tem se expandido nos últimos anos. Assim, entre 2013 e 2015, o crescimento aquícola nacional foi de 21% (IBGE, 2013, 2015). Esse desenvolvimento se deve às condições climáticas favoráveis e a diversidade de organismos aquícolas presentes no país que podem ser utilizados para fins comerciais. Além disso, o Brasil apresenta longa faixa litorânea e uma extensa lâmina de água continental, que são favoráveis para a produção de pescados, além de mão de obra relativamente barata e crescente mercado de consumo de recursos pesqueiros. Dessa forma, esses fatores contribuíram e contribuem para alavancar a produção aquícola nacional, e colocar o país em lugar de destaque entre os maiores da aquicultura mundial, como mostram os dados da FAO (2016), em que o Brasil aparece na 14^o posição entre os maiores produtores de pescado do mundo, com produção de quase 562 mil toneladas em 2014. Em 2015, a aquicultura nacional arrecadou mais de R\$ 4,39 bilhões. O valor arrecadado foi 13,2

% a mais quando comparado com o de 2014, onde foram arrecadados quase 3,9 bilhões de reais (IBGE, 2015).

A aquicultura continental é responsável por grande parte da produção aquícola brasileira. Das quase 562 mil toneladas de pescado produzidas no país em 2014, pouco mais de 474 mil toneladas (85%), foram provenientes da produção continental (FAO, 2016). A aquicultura continental é baseada, principalmente, na criação de peixes (BRABO *et al.*, 2016). E um dos motivos para essa elevada participação da piscicultura deve-se ao grande número de espécies nativas de peixes, que apresentam potencial para o cultivo e comercialização (CAMPECHE *et al.*, 2011).

Atualmente, as principais espécies de peixes nativas criadas no Brasil são: o tambaqui (*Colossoma macropomum*), o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), os surubins (*Pseudoplatystoma* spp.), os matrinxãs (*Brycon* spp.), o pirarucu (*Arapaima gigas*), os piau (*Leporinus* spp.), o jundiá (*Rhamdia quelen*), o tucunaré (*Cichla* spp.), os dourados (*Salminus* spp.) e o pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). Apesar do potencial dos peixes nativos, as tilápias (*Oreochromis* spp.) aparecem no topo da produção brasileira, representando 45,4% da produção de piscicultura nacional (IBGE, 2015). Essa preferência de grande parte dos produtores aquícolas pelas tilápias deve-se a dois fatores: aos programas governamentais implantados no país, que incentivaram a criação de espécies exóticas como estas e as carpas (ALVES *et al.*, 2007) e a quantidade limitada de informações sobre características básicas de produção das espécies nativas com potencial comercial.

No que se refere ao consumo *per capita* de pescado, em 2011, o Brasil alcançou 11,1 kg por habitante por ano. Segundo Mangas *et al.* (2016), o consumo médio de pescado brasileiro é abaixo do recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que é de 12 kg/hab./ano. Entretanto, a Região Norte do Brasil apresenta média de consumo *per capita* próximo ao valor médio do consumo mundial, com 17,54 kg/hab./ano. E nessa região, o destaque é o estado do Amazonas, que tem consumo *per capita* de 30 kg/hab./ano (IBGE, 2013). De acordo Mangas *et al.* (2016), o consumo elevado desta região em relação ao restante do país, está associado aos hábitos culturais dos povos indígenas e a diversidade de espécies nativas encontradas nessa região. Apesar do aumento significativo da produção da aquicultura do Brasil, o país ainda necessita importar, para suprir a demanda interna por recursos pesqueiros, pois a produção brasileira é menor que o consumo (RODRIGUES *et al.*, 2017).

A expectativa para aquicultura brasileira é de um crescimento de 104% na próxima década, e o motivo para isso são os investimentos significativos feitos no setor nos últimos anos (FAO, 2016). Além do mais, espera-se que a atividade aquícola no país possa contribuir para o desenvolvimento social de populações locais, especialmente as ribeirinhas, como também de trabalhadores formais das grandes empresas e associações/ou cooperativas de pequenos produtores (MEURER *et al.*, 2010). Para tanto, é importante o desenvolvimento de estudos que permitam a ampliação do conhecimento, tanto das espécies nativas encontradas no Brasil, quanto dos híbridos formados a partir delas.

Hibridação e híbrido de *Pseudoplatystoma fasciatum* (fêmea) X *Leiarius marmoratus* (macho)

A hibridação é o processo para a formação dos híbridos a partir do cruzamento entre raças, tipos ou populações que não apresentam base genética comum para uma ou mais características hereditárias (COSTA *et al.*, 2014). Segundo Hashimoto *et al.* (2014), os zoologistas consideram o cruzamento espontâneo de espécies, a hibridação, como um ocorrido aleatório em animais na natureza. Porém, em sistemas de produção de animais, principalmente de organismos aquáticos, esta pode contribuir de forma significativa, pois minimiza os problemas encontrados na produção da espécie pura selvagem.

Faustino *et al.* (2007) relataram que desde o século XIX têm sido estudados os efeitos da hibridação em peixes, isso porque neste grupo de vertebrados, a ocorrência de híbridos na natureza e em cativeiro é relativamente comum. Para esses autores, os fatores como abundância desigual das espécies parentais, locais comuns para desova e falhas nos mecanismos etológicos de isolamento, permitem que o processo de hibridação seja mais comum em peixes do que em mamíferos, aves e répteis.

A hibridação tem sido utilizada na piscicultura com o objetivo de produzir indivíduos que apresentem resultados produtivos melhores do que as espécies parentais, uma vez que essa técnica permite gerar animais que apresentam resistência a doenças, alta taxa de crescimento, rápido ganho de peso, resistência a mudanças ambientais, maior qualidade de carne e outras características de interesse zootécnico (HASHIMOTO *et al.*, 2014; MARTINS *et al.*, 2016).

Além disso, na piscicultura, atualmente, um dos grandes desafios é a introdução de novas espécies selvagens nos sistemas de produção em cativeiro, pois muitas delas não se adaptam ao cativeiro por fatores fisiológicos, comportamentais e ambientais (DÍAZ-ORLATE *et al.*, 2009). Dessa forma, a hibridação é uma alternativa para atenuar esses fatores e promover o aumento na produção desses sistemas, tornando-os mais competitivos. Segundo Hashimoto *et al.* (2012), baseado no relatório da produção aquícola mundial da FAO de 2010 uma proporção significativa da expansão da aquicultura mundial, deve-se ao aumento de cultivo de espécies híbridas, no entanto, as informações disponíveis não fornecem, de forma precisa, a participação dos híbridos na produção de pescado mundial.

No Brasil, nas últimas décadas, tem crescido a criação de peixes híbridos. O exemplo disso é o tambacu, híbrido obtido pelo cruzamento da fêmea do tambaqui (*Colossoma macropomum*) com o macho do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), que tem sido cultivado por gerar uma carne de excelente qualidade, igual a das espécies parentais, porém com baixa quantidade de gordura, o que é muito apreciado pelos consumidores (MARTINS *et al.*, 2016).

Segundo Costa *et al.* (2014), a hibridização que utiliza espécies nativas brasileiras e que é empregada pelos produtores nacionais é o cruzamento do tambaqui fêmea (*Colossoma macropomum*) com o pirapitinga macho (*Piaractus brachypomus*), originando o tambatinga. Outros híbridos de peixes nativos que vêm sendo produzidos e estudados no Brasil nos últimos anos são espécies da ordem Siluriformes, família Pimelodidae, conhecidos popularmente como bagres. Esses peixes são caracterizados como “peixes de couro”, possuindo corpo redondo e alongado, cabeça achatada e três pares de barbilhões, e tendo hábito alimentar piscívoro. São importantes para a piscicultura brasileira, pois a carne desses peixes é bastante apreciada pelos consumidores (DÍAZ-ORLATE *et al.*, 2009; CORNÉLIO *et al.*, 2014).

Dentre os siluriformes destacam-se peixes do gênero *Pseudoplatystoma*, também conhecidos como surubins. Esse gênero é composto por espécies como *P. corruscans* (pintado), *P. fasciatum* (cachara) e *P. tigrinus* (camapari ou pirambucu), e estes são encontrados nas principais bacias hidrográficas sul-americanas, como a Amazônica, Prata e São Francisco. A carne dos surubins é considerada um produto nobre por apresentar uma coloração clara, sabor acentuado, baixo teor de gordura e ausência de espinhos intramusculares. Essa característica faz desses peixes, entre

os de água doce, o de maior valor comercial do Brasil (FANTINI *et al.*, 2013; HONORATO *et al.*, 2015).

As espécies do gênero *Pseudoplatystoma* apresentam potencial para atividade aquícola por possuírem características zootécnicas e comerciais valorizadas pelo mercado consumidor (FAUSTINO *et al.*, 2007; MATEO *et al.*, 2008; CORNÉLIO *et al.*, 2014; HONORATO *et al.*, 2015). Entretanto, um dos fatores limitantes da criação dessas espécies em viveiros são as altas taxas de canibalismo nas fases de larva e pós-larva (MATEO *et al.*, 2008). Essa afirmação pode ser confirmada no estudo feito por Díaz-Orlate *et al.* (2009), sobre efeitos da densidade e disponibilidade de alimentos sobre o desenvolvimento e sobrevivência das larvas de cachara (*P. fasciatum*), em que se observou taxas de sobrevivência de 7 a 47% entre os tratamentos analisados. Os autores atribuíram esses resultados a dois fatores: a dificuldade destes animais de se alimentarem com rações inertes e ao canibalismo, que é um comportamento comum para essa espécie na fase de larvicultura.

O problema do canibalismo nas fases iniciais da criação das espécies de *Pseudoplatystoma* é um dos principais entraves na produção em cativeiro desses peixes, pois isso acarreta diminuição dos índices de sobrevivências nessas fases, conseqüentemente, interferindo no aumento do valor cobrado pelos juvenis. A utilização de surubins híbridos nos sistemas de produção tem minimizado esse entrave, uma vez que pode reunir as características das espécies parentais com melhor desempenho (SOUZA *et al.*, 2014).

De acordo com Oliveira *et al.* (2014), híbridos de *Pseudoplatystoma corruscans* com *P. reticulatum*, conhecidos como cachapinta, são comercializados porque apresentam melhor desenvolvimento e docilidade quando comparados aos peixes das espécies parentais de linhagens puras. Por esse motivo, o híbrido vem sendo preferido pelos produtores.

Essa hibridação supracitada é classificada como congênica, quando ocorre cruzamento entre espécies distintas dentro do mesmo gênero. Entretanto, para Mateo e Rojas (2005) e Mateo *et al.* (2008), quando objetiva-se obter resultados favoráveis contra o canibalismo nas fases iniciais da criação das espécies do gênero *Pseudoplatystoma*, a alternativa mais viável é a utilização da hibridação intergenérica, que é quando ocorre o cruzamento entre espécies de gêneros diferentes. Para estes autores, uma espécie indicada para o cruzamento com os *Pseudoplatystoma* seria *Leiarius marmoratus*.

Leiarius marmoratus é conhecida popularmente como jundiá da amazônia, bagre, bagre negro ou yaque, pertence a ordem Siluriformes, família Pimelodidae. Essa espécie apresenta tendência onívora, porém tem hábito alimentar piscívoro, e ultimamente vem se destacando na piscicultura brasileira pelas características organolépticas de excelente qualidade de sua carne branca (MORA SÁNCHEZ *et al.*, 2009; FARIA *et al.*, 2011; HONORATO *et al.*, 2014). De acordo com Souza *et al.* (2014), essa espécie adapta com facilidade em confinamento, apresenta facilidade no consumo de dietas secas e bom crescimento nos estágios iniciais de vida.

Em cultivos, o híbrido de *P. fasciatum* e *L. marmoratus* apresentou resultados positivos com menor taxa de canibalismo, quando comparado com os observados no cultivo do *P. fasciatum*, durante as fases pós-larva e alevino. Além disso, esse híbrido aceitou com facilidade rações e alimentos concentrados, o que não se observa nas espécies puras (MATEO e ROJAS, 2005; MATEO *et al.*, 2008). Contudo, ainda são escassos os trabalhos sobre os aspectos nutricionais desse híbrido.

Nutrição de híbridos do gênero *Pseudoplatystoma*

Em sistemas de criações de espécies de interesse aquícola, as despesas com alimentação representam, em média, 52,19% do custo total de produção (SOUZA *et al.*, 2014). Segundo Honorato *et al.* (2015), apesar desse alto custo das dietas, os resultados produtivos obtidos ainda são insatisfatórios, com os animais apresentando reduzido ganho de peso e uma alta conversão alimentar, consequentemente, aumentando o tempo do ciclo produtivo.

De acordo com Santos *et al.* (2013), nas criações de peixes carnívoros, os gastos com alimentação são mais acentuados e podem chegar até 70% dos custos de produção, isso porque, a exigência dessas espécies por proteína é maior quando comparadas a espécies de outro hábito alimentar. Dessa forma, torna-se necessário o fornecimento de rações com altos teores de proteínas, o que aumenta os custos de produção para os produtores.

Por esse motivo Cyrino e Fracalossi (2012), ressaltaram o envolvimento de pesquisadores e indústrias de alimentação de organismos aquáticos na busca do desenvolvimento de rações de alto valor nutricional e alta digestibilidade, porém de baixo valor econômico, que garantam maior rentabilidade nos sistemas de produção da piscicultura. Para estes autores, até o final da década de 90, para alcançar esse

objetivo, as indústrias brasileiras de alimentação de organismos aquáticos, utilizavam somente o conhecimento sobre fisiologia digestiva. Dessa forma, as rações eram produzidas de acordo com o hábito alimentar dos peixes, que eram agrupados de acordo com suas preferências: carnívora, herbívora e onívora. Contudo, as espécies de peixes com a mesma preferência alimentar, muitas vezes, apresentam exigências nutricionais diferentes, por esse motivo as respostas produtivas dos peixes de mesmo hábito alimentar a essas rações, apresentavam desempenho produtivo desuniforme.

Assim, nos sistemas de produção de peixes nativos brasileiros, a falta de informações sobre as exigências nutricionais das espécies, é um dos obstáculos (DE SOUZA *et al.*, 2014). Segundo De Souza *et al.* (2014), para atender o crescente interesse dos piscicultores nacionais pelo cultivo de peixes nativos, principalmente os carnívoros, é necessário aumentar o número de pesquisas sobre nutrição, em especial, exigências nutricionais para que sejam criados pacotes tecnológicos para atender aos anseios destes produtores.

Para tanto, na última década, tem aumentado o número de estudos realizados acerca da nutrição e alimentação dos peixes carnívoros como: pirarucu – *Arapaima gigas* (ITUASSÚ *et al.*, 2005), pacamã – *Lophiosilurus alexandri* (MORO SÁNCHEZ *et al.*, 2009; SALARO *et al.*, 2015) e as espécies do gênero *Pseudoplatystoma* e seus híbridos congêneros (DÍAZ-OLARTE *et al.*, 2009; ALMEIDA FILHO *et al.*, 2012; BICUDO *et al.*, 2012; CORNÉLIO *et al.*, 2014; HONORATO *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2014; HONORATO *et al.*, 2015; MELO *et al.*, 2016). Porém, foram poucos os estudos que focaram no híbrido intergenérico desse gênero, como jundiara, destacando-se o de Souza *et al.* (2014), que estudaram a relação da proteína: carboidrato no desempenho e no metabolismo e o de Bernardes *et al.* (2016), sobre os efeitos da relação carboidratos/lipídios sobre o crescimento e composição corporal.

Dessa forma, é fundamental a realização de mais pesquisas, principalmente focando nas exigências nutricionais dos macronutrientes como exemplo a proteína, que permitam o aprimoramento e introdução de tecnologias nos cultivos do híbrido jundiara com o objetivo de torná-los mais produtivos e competitivos.

Exigência proteica de híbrido do gênero *Pseudoplatystoma*

De acordo com Almeida Filho *et al.* (2012), nos últimos anos vêm sendo consideradas fundamentais para aquicultura as pesquisas em nutrição de peixes acerca da utilização, digestão e desempenho de macronutrientes, por estas serem essenciais na tentativa de aumentar a lucratividade dos sistemas de produção aquícolas, principalmente das espécies nativas, como as de *Pseudoplatystoma* spp.

Seguindo este pensamento, Honorato *et al.* (2015) afirmaram que por possuírem características zootécnicas e organolépticas, adequadas as espécies de *Pseudoplatystoma* apresentam potencial na aquicultura. No entanto, para isso, é necessário avançar nas pesquisas e ampliar os conhecimentos sobre as necessidades nutricionais destas espécies para o real desenvolvimento da cadeia produtiva desses peixes. Para esses autores, nos cultivos de peixes nativos em cativeiros, a falta de conhecimento, em especial sobre nutrição, acerca das exigências nutricionais de macronutrientes, são um dos principais problemas que ocasionam o insucesso nos sistemas de produção dessas espécies. E umas das causas para isso, é que os produtores de espécies nativas utilizam dietas fornecidas para peixes exóticos, elaboradas para atender as exigências nutricionais daquelas espécies. Porém, na maioria das vezes, as rações utilizadas não são adequadas às exigências nutricionais das espécies nativas, o que interfere de forma negativa no desempenho produtivo destes animais, acarretando o aumento nos custos com alimentação em sistemas de produção aquícola. Além disso, podem acarretar excesso de resíduos, como exemplo a amônia, que são eliminados no ambiente, afetando a qualidade da água do sistema de produção, e possibilitando a ocorrência de impactos ambientais (SOUZA *et al.*, 2014).

Segundo Córnelio *et al.* (2014), para os peixes do gênero *Pseudoplatystoma*, por terem hábito alimentar carnívoro, o macronutriente mais importante é a proteína, já que dela, os animais extraem os aminoácidos para a formação das proteínas musculares. No entanto, esse nutriente é também o de maior custo na dieta para peixes (SOUZA *et al.*, 2014). Por isso, é necessário aprofundar mais o conhecimento em relação às exigências, já que níveis menores de proteínas nas dietas podem afetar de forma negativa o desempenho produtivo destes animais. Em contrapartida, diante do fato de peixes não serem capazes de armazenar proteínas e sendo, dessa forma, estas eliminadas ao meio ambiente em forma de compostos nitrogenados, pode ocorrer crescimento em excesso de microrganismos e consequentemente, eutrofização do meio (SOUZA *et al.*, 2014).

Neste sentido, algumas pesquisas foram feitas com o objetivo de estabelecer níveis mais adequados de proteínas para *Pseudoplatystoma* spp. Teixeira *et al.* (2013), estudando o desempenho de juvenis desse gênero com 170,03 g ($\pm 3,35$), alimentados com dietas contendo cinco níveis de proteína bruta (36, 40, 44, 48 e 52%), observaram que os animais que receberam as dietas com níveis de proteínas de 36 e 40% foram os que utilizaram melhor o nutriente e conseqüentemente apresentaram os melhores desempenhos produtivos. Honorato *et al.* (2015) pesquisando acerca do desempenho produtivo de juvenis desse mesmo gênero com peso de 356,6 g ($\pm 40,3$), alimentados com dietas com três níveis de proteína bruta (36, 38 a 40%) não encontraram diferenças significativas entre as dietas para os parâmetros de ganho de peso e peso diário, consumo, taxa de eficiência proteica, sobrevivência e rendimento de filé, resultados diferentes aos estudos de Teixeira *et al.* (2013).

No entanto, Cornélio *et al.* (2014) avaliando o desempenho produtivo de alevinos ($16 \pm 1,3$ g) de *P. reticulatum* (cachara) alimentados com dietas contendo seis níveis de proteína bruta (30, 35, 40, 45, 50 e 55%) estimaram que para juvenis entre 16 a 85 g, a exigência de proteína bruta é de 49,25%. Assim sendo, estes autores estabeleceram um valor superior aos propostos por Teixeira *et al.* (2013) e Honorato *et al.* (2015).

Segundo Teixeira *et al.* (2013), os requisitos nutricionais e a utilização dos nutrientes podem variar em razão das diferentes taxas de crescimento e do metabolismo observados durante o ciclo de desenvolvimento do peixe. Assim sendo, peixes nas fases iniciais de crescimento podem ser mais exigentes em nutrientes do que os que estão em estágios posteriores. Portanto, não é possível afirmar que os resultados obtidos nestes estudos serão similares as respostas obtidas por juvenis com peso médio inferiores a 10 g, submetidos as dietas com os mesmos níveis de proteínas digestíveis.

Além disso, essas pesquisas foram realizadas com as espécies puras do *Pseudoplatystoma*, e como já expresso anteriormente, são escassos os trabalhos sobre as exigências nutricionais de proteínas brutas para híbridos intergenéricos como o jundiara (*P. fasciatum* x *L. marmoratus*).

Portanto é necessária a realização de pesquisas aprofundadas que avaliem as respostas produtivas de juvenis de híbrido de *P. fasciatum* x *L. marmoratus* submetidos a dietas com diferentes teores de proteínas bruta.

Parâmetros bioquímicos séricos, atividades das enzimas digestíveis e análise histológica em pesquisas sob as exigências nutricionais de peixes

Nos peixes, a alimentação pode influenciar os metabólicos sanguíneos. Deste modo, a análise dos parâmetros bioquímico sérico pode auxiliar na interpretação dos resultados obtidos nas avaliações de desempenho e de digestibilidade das dietas experimentais (CAMARGO *et al.*, 2005). Além disso, o conhecimento das respostas hematológicas pode ser de grande utilidade para a formulação de novas rações, quando tem a finalidade de associar produção com profilaxia de enfermidades (COSTA *et al.*, 2014).

Para FRACALOSI *et al.* (2012) os parâmetros bioquímicos séricos como glicose, triglicerídeos, proteínas, lipoproteínas e os parâmetros eritrocitários, auxiliam na interpretação dos dados de desempenho produtivo de peixe, pois eles podem indicar presença de fatores antinutricionais de um ingrediente e/ou o efeito da dieta sobre o metabolismo, assim como as condições fisiológicas e de saúde dos animais.

Entre os estudos que demonstram que a manipulação da alimentação pode interferir na formação e função das células sanguíneas, destacam-se o de Camargo *et al.* (2005) e o Rawles *et al.* (2011). Camargo *et al.* (2005) avaliaram o efeito de dietas com níveis de proteínas bruta (30, 40 e 50%) sobre os parâmetros eritrocitários do jundiá (*Rhandia quelen*) e observaram que o percentual de hematócritos aumentou conforme aumentou o nível proteico da dieta. Já o de Rawles *et al.* (2011), avaliando a substituição completa de farinha de peixe por farelo de soja e farinha de resíduo de frango associado a redução de níveis da proteína em rações para o peixe híbrido de *Morone chrysops* x *M. saxatilis*, observaram que a diminuição do nível de proteína das dietas, resultou na diminuição da proteína plasmática destes animais.

Em híbrido de *P. fasciatum* x *L. marmoratus*, o estudo de Souza *et al.* (2014), com o objetivo de determinar a melhor relação entre proteína e carboidrato (1,24; 0,84; 0,56 e 0,33) na dieta, também demonstrou que os parâmetros dos metabólicos sanguíneos podem ser alterados em função dos teores de proteína das dietas para esse híbrido. Os autores relataram que para os parâmetros metabólitos do plasma, a glicemia, o colesterol e a proteína plasmática total, foram alteradas pelas diferentes relações proteínas: carboidratos. Para os autores, os parâmetros bioquímicos sanguíneos são indicativos no entendimento das estratégias metabólicas para manter os processos normais de crescimento e sobrevivência.

Outro estudo que pode ser utilizado para auxiliar na interpretação dos resultados obtidos em pesquisas, sob o efeito da alimentação no desempenho produtivo e na predição das exigências nutricionais em peixes, é a taxa de atividade das enzimas digestivas. Para Lundstedt *et al.* (2004), os estudos das enzimas digestíveis em peixes buscam, através da compreensão da capacidade bioquímica e adaptativa destes transformar e utilizar o alimento. Essa compreensão auxilia na formulação de dietas nutricionalmente balanceadas para peixes. Além disso, de acordo com os autores, o perfil enzimático digestivo reflete o hábito alimentar e a capacidade digestiva desses animais. Dessa forma, é possível prever a capacidade destes animais de digerir e usar os nutrientes de diferentes alimentos.

Alterações no tipo, fonte e quantidade e qualidade dos nutrientes presentes nas dietas podem mudar a concentração e/ou perfil enzimáticos digestíveis nos peixes. Contudo, o conhecimento dessas alterações na concentração e/ou no perfil das enzimas podem ser usadas como ferramentas para tirar melhor proveito dos nutrientes das dietas (HONORATO *et al.*, 2015). Conseqüentemente, esse melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta pode alterar o perfil metabólico nos diferentes compartimentos do corpo, como fígado, músculo e plasma dos animais, tornando-os mais produtivos (LUNDSTEDT *et al.*, 2004).

Honorato *et al.* (2014), em um trabalho com o objetivo de determinar a exigência de proteína digestível de juvenis ($157,35 \pm 11,23$ g) de surubim (*Pseudoplatystoma* sp.) criado em tanque-rede e alimentado com quatro dietas isoenergéticas, contendo níveis crescentes de proteína digestível (23, 24, 26 e 28%), observaram que, com o aumento de proteína digestível na alimentação, houve aumento nas enzimas responsáveis pela degradação das proteínas. Segundo esses autores, a ampliação da relação proteína/carboidratos em função do acréscimo de proteína digestível das dietas, foi a responsável pelo aumento das atividades dessas enzimas, e estas, estariam usando as proteínas digestíveis como recurso energético, aumentando a neoglicogênese a partir de aminoácidos. Já Souza *et al.* (2014), em um estudo para determinar a melhor relação entre proteína: carboidrato (1,24; 0,84; 0,56 e 0,33) na dieta para este híbrido, encontraram que a atividade da protease no tecido hepático apresenta efeito quadrático em função das reações proteína: carboidratos. Para esses autores, o aumento da atividade da protease parece estar envolvido na regulação da glicemia e das reservas hepáticas.

A análise histológica também constitui uma ferramenta útil para a avaliação de um ingrediente e/ou dieta, pois as respostas histológicas do intestino dos peixes podem auxiliar na determinação do valor nutricional do alimento e/ou ração, já que esse órgão além de ser o local onde ocorrem a digestão e a absorção dos nutrientes, é importante na defesa do organismo do animal contra agentes agressores (RODRIGUES *et al.*, 2010; GONÇALVES *et al.*, 2012). De acordo com Rodrigues *et al.* (2010), a porção proximal do intestino dos peixes é caracterizada como a região onde ocorre a maior digestão e absorção de nutrientes da dieta. Já a porção distal é fundamental para a absorção das proteínas e das moléculas de peptídeos. A preferência desta região por estes nutrientes pode estar associada a função imunológica do intestino.

Em um estudo sobre as alterações histomorfológicas no intestino de juvenis de cachara (*P. fasciatum*), alimentados com dietas contendo 0 (controle), 10 e 20% de inclusão de colostro bovino liofilizado como fonte de proteína e peptídeos, aos 30 e 60 dias, observou que a inclusão do colostro na dieta do cachara provocou alterações nas características morfométricas do intestino, e induziu uma reação inflamatória na mucosa retal.

Portanto, a utilização dessas análises associadas aos dados de desempenho zootécnico do jundiara, serão fundamentais para formular rações mais eficientes que maximizam o desempenho produtivo destes animais.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi no período de janeiro a março de 2017, na Universidade Estadual de Santa Cruz, localizada no município de Ilhéus-BA (latitude 14° 47' 20" S, longitude 39° 02' 58" W). Foram utilizados 225 juvenis de jundiara, híbrido de *Pseudoplatystoma fasciatum* x *Leiarius marmoratus*.

Preparação das dietas experimentais

As dietas experimentais (Tabela 01) foram compostas por cinco níveis de proteína bruta (32, 34, 36, 38 e 40%). As escolhas das exigências nutricionais destas dietas foram baseadas nos resultados obtidos nos estudos sobre teores de proteína bruta para híbrido de *P. fasciatum* e *Leiarius marmoratus* (SOUZA *et al.*, 2014), *P. reticulatum* (CORNÉLIO *et al.*, 2014) e *Pseudoplatystoma* sp (HONORATO *et al.*, 2015). A elaboração e o processo de extrusão das rações experimentais foram realizados na Fábrica de Rações da Universidade Federal de Viçosa-MG (UFV). Após este processo, as dietas foram acondicionadas em freezer a -10°C até o início do experimento.

Tabela 01. Composição das dietas experimentais para alevinos de jundiara, híbridos de *Pseudoplatystoma fasciatum* X *Leiarius marmoratus*

Ingrediente (kg)	Níveis de inclusão de proteína bruta (%)				
	32	34	36	38	40
Farelo de soja 45%	6,75	9,25	10	16,20	18,50
Farelo de milho	30,00	26,00	24,00	13,25	12,15
Farelo de trigo	21,00	20,00	20,00	19,00	18,50
Glúten de milho 21%	10,95	8,75	8,00	12,25	8,00
Farinha de vísceras de aves 50%	3,40	7,00	2,00	9,40	10,00
Farinha de peixe 55%	11,70	13,00	13,00	11,90	11,90
Farinha de carne e ossos 45%	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13
Farinha de penas hidrolisada 70%	8,00	8,00	15,00	11,00	14,25
Antioxidante ¹ (BHT)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Premix ²	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Sal comum	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Óleo de peixe	4,20	4,00	4,00	3,00	2,70
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Centesimal analisada					
Energia bruta (kcal kg ⁻¹)	4333	4327	4379	4341	4323
Proteína bruta (g kg ⁻¹)	321,9	338,8	359,2	378,9	410,3
Relação EB:PB (kcal EB g ⁻¹ PB)	13,46	12,77	12,19	11,48	10,53
Extrato etéreo (g kg ⁻¹)	86,39	83,92	74,93	79,86	74,21
Matéria seca (g kg ⁻¹)	927,4	930,9	926,5	959,3	952,3
Cinzas (g kg ⁻¹)	88,25	94,32	85,39	101,38	99,83
ENN	426,0	391,0	375,9	333,8	310,8
Relação PB:CHO	0,76	0,86	0,96	1,13	1,32

¹ BHT = Butil-hidroxi-tolueno; ² Premix vitamínico mineral (Composição/ kg do produto): vit. A = 6.000.000 UI; vit. D3 = 2.250.000 UI; vit. E = 75.000 mg; vit. K3 = 3.000 mg; vit. tiamina= 5.000 mg; riboflavina = 10.000 mg; vit.pirodoxina = 8.000 mg; biotina = 2.000 mg; vit. C = 192.500 mg; niacina = 30.000 mg; ácido fólico = 3.000 mg; Fe = 100.000 mg; Cu = 600 mg; Mn = 60.000 mg; Zn = 150.000 mg; I = 4.500 mg; Cu = 15.000 mg; Co = 2.000 mg; Se = 400 mg.

Ensaio do desempenho zootécnico

A avaliação do desempenho zootécnico foi realizada no Laboratório de Nutrição e Alimentação de Peixes (AQUANUT) e teve duração de 70 dias, sendo 7 dias para aclimação dos animais e 63 dias de ensaio do desempenho zootécnico. Foram utilizados 225 juvenis do híbrido de *Pseudoplatystoma fasciatum* X *Leiarius marmoratus*, peso médio de $8,4 \pm 1,41$ g, adquiridos na Fazenda de Piscicultura Cantagalo, localizada no município de Ibirataia – BA e transportados até a Universidade Estadual de Santa Cruz, em sacos plásticos de 50 L, preenchidos com 1/3 de água e 2/3 de oxigênio (O₂), sob pressão.

O planejamento experimental dessa etapa consistiu em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e três repetições. As unidades experimentais corresponderam a 15 caixas (170 L), que foram dispostas em um sistema de recirculação fechado de água, com aeração e filtro biológico. Cada unidade recebeu, aleatoriamente, 15 juvenis do híbrido. Os sete primeiros dias foram para aclimação dos juvenis às condições laboratoriais e do manejo alimentar, quando foi fornecida ração comercial extrusada com 400 g Kg^{-1} de proteína bruta (PB), três vezes ao dia, às 8:00, 11:30 e 16:00 horas. Após este período e um jejum de 24 horas, os peixes passaram a receber as dietas experimentais, seguindo os mesmos horários de alimentação da fase anterior, por 63 dias. Em cada unidade experimental foi colocado um recipiente com tampa que continha ração previamente pesada, com a finalidade de controle e determinação do consumo das dietas durante o período experimental.

A qualidade da água foi monitorada periodicamente, sendo a temperatura, o oxigênio dissolvido e o pH aferidos diariamente com o auxílio de um multiparâmetro digital (YSI Pro Plus) e a amônia (NH₃) mensurada semanalmente por meio de análise fotocolorimétrica utilizando um fotocolorímetro de bancada (HANNA, modelo HI83203). As caixas foram sifonadas a cada dez dias e três vezes por semana foi limpo o filtro biológico, para a retirada das partículas sólidas.

Ao final do período experimental, os peixes foram submetidos a um jejum de 24 horas, sendo contabilizados a quantidade de peixes e o peso individual em cada unidade experimental. Estes dados, somados ao consumo, foram usados para calcular os seguintes parâmetros de desempenho produtivo:

Ganho de peso (GP) (g) = (Peso corporal final-peso corporal inicial);

Consumo médio de ração (CMR) (g) = (Consumo total/n° peixes);

Conversão alimentar aparente (CA) = (Consumo da ração fornecida/ganho de peso);

Sobrevivência (SOB) = [(número de peixes ao final do experimento/ número de peixes no início do experimento) x 100].

Composição química das carcaças e eficiência nutricional

No início da fase experimental do desempenho zootécnico, para determinar a composição centesimal da carcaça inicial, foram coletados seis alevinos, que foram eutanasiados, utilizando super dosagem de anestésico (benzocaína -1g/10L). Os peixes foram pesados individualmente e em seguida, armazenados em sacos plásticos identificados e congelados a -20 °C. Ao término da fase experimental foram coletados dois indivíduos de cada unidade experimental que foram eutanasiados utilizando superdosagem de anestésico (benzocaína -1g/10L). Em seguida foram pesados, dissecados e retirado e pesado o fígado. Os peixes amostrados e seus órgãos retirados foram armazenados em sacos plásticos identificados e congelados a -20 °C. Com o peso do fígado e o peso dos peixes determinou-se as taxas de retenção proteica e energética e o índice hepatossomático.

Foi realizada a liofilização dos peixes congelados para determinação da matéria seca (MS). Em seguida, foram moídos e armazenados em potes identificados. A partir dessas amostras, foram realizadas as análises para a determinação de proteína bruta (PBC), extrato etéreo (EEC) e matéria mineral (MMC) (AOAC, 2000) da carcaça, no Laboratório de Forragicultura e Pastagem do Campus de Itapetinga da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. A determinação a energia bruta da carcaça (EBC) foi realizada no Laboratório de Nutrição e Alimentação de Peixes (AQUANUT) da Universidade Estadual de Santa Cruz. As médias da composição química das carcaças inicial e final dos peixes permitiram determinar as seguintes variáveis de eficiência nutricional:

IHS = Índice hepatossomático (%) = 100 x (Peso do fígado / Peso do peixe);

TRP = Taxa de retenção proteica (%) = 100 x [(conteúdo final de proteína da carcaça x peso final) – (conteúdo inicial proteína corporal x peso inicial) /proteína bruta consumida];

Parâmetros sanguíneos

Ao término da fase experimental foi coletado um exemplar de cada unidade experimental, eutanasiado com superdosagem de anestésico (benzocaína - 1g/10L), para retirada de amostra de sangue por punção cardíaca. As alíquotas sanguíneas foram centrifugadas (12000 rpm por 10 min.) para a separação do soro (15µL de fluoreto de potássio + EDTA) e do plasma, de acordo com a análise a que se destinavam. A separação das alíquotas foi realizada pela centrifugação (Allegra x-30R Centrifuge, Beckman Coulter, Brea, California, USA).

As análises do sangue coletados foram realizadas no Laboratório de Hematologia da Universidade Estadual de Santa Cruz. Foram quantificadas as concentrações de glicose (GLIC) e colesterol (COL) através da técnica de refletância, com o uso do equipamento Reflotron plus (Roche). A determinação do volume globular, hematócritos (HT) foi através da técnica do microhematócrito, enquanto a dosagem das proteínas plasmáticas totais (PPT) foi realizada com um refratômetro clínico manual.

Análise histológica do intestino proximal

Para a análise histológica foram usados os mesmos peixes coletados para a análise sanguínea. Esses peixes após submetidos a coletas do sangue, foram dissecados para retirada de fragmentos das porções anterior e média do intestino. Esses fragmentos foram fixados em solução de Bouin (TIMM, 2005) por 24 horas e após esse período transferidos para álcool 70%, seguindo-se a diafanização em concentrações crescentes de xilol até a inclusão em parafina (aproximadamente 50°C). Sequencialmente, as amostras foram cortadas utilizando um micrótomo Leica RM 2245, em secções de 6 µm de espessura e coradas com Hematoxilina e Eosina (H-E).

As lâminas obtidas foram analisadas e fotografadas com auxílio de uma câmera digital acoplada a um microscópio óptico. Foi realizada a comparação da altura das vilosidades intestinais dos peixes submetidos às dietas experimentais contendo diferentes níveis de proteína e essas mensurações foram realizadas utilizando o programa Image-Pro Plus (Media Cybernetics - Versão 6.2).

Atividade das enzimas digestíveis

A coletas das amostras para análise da atividade das enzimas digestíveis também foram dos mesmos peixes coletados para análise sanguínea. Dessa forma, foram retirados fragmentos das porções anterior e média do intestino. Estas amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Aquicultura da Universidade do Vale do São Francisco (UNIVASF), onde determinou-se a atividade da amilase, lipase e protease alcalina. Estes parâmetros enzimáticos foram determinados por meio de kit comercial (Labtest Ref. 11, 76, 85, 108, 109).

Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância, e quando detectadas diferenças significativas entre as variáveis, foram determinados os modelos de regressão mais apropriados para as variáveis. Foi utilizado o programa estatístico R Core (2011), com a significância a 5%.

5 RESULTADOS

Durante a condução da fase experimental, os parâmetros de qualidade de água, que foram monitorados, apresentaram as seguintes médias: $28,34 \pm 0,60$ °C para temperatura, $4,40 \pm 0,45$ mg L⁻¹ para oxigênio dissolvido com uma saturação de $56,33 \pm 4,9\%$, N-amoniaco de $1,3 \pm 0,67$ mg L⁻¹ e $6,05 \pm 0,21$ para pH. As espécies tropicais apresentam as melhores taxas de crescimento e produção quando a temperatura da água está no intervalo de 25 a 30°C, o oxigênio dissolvido acima de 4 mg L⁻¹ e o pH entre 6,5 a 9,0 (BOYD e CRAIG, 1998). Ao longo do estudo, a temperatura da água e do oxigênio dissolvido permaneceram dentro dos limites recomendados (BALDISSEROTTO, 2013). Já o pH ficou abaixo do recomendado, no entanto, essa variável não interferiu de forma negativa no desenvolvimento dos animais.

O aumento dos teores de proteína bruta (PB) na dieta resultou em alterações significativas para o ganho de peso médio (GPM), consumo médio de ração (CMR), conversão alimentar aparente (CA) e taxa de crescimento específico (TCE) dos peixes ($p \leq 0,05$). As variáveis GPM ($y = 2,729x - 62,563$; $R^2 = 0,61$), CMR ($y = 1,919x - 28,591$; $R^2 = 0,50$) e TCE ($0,097x - 0,885$; $R^2 = 0,67$) aumentaram linearmente à medida que elevou o nível de PB nas dietas, enquanto a CA ($y = -0,032x + 2,308$; $R^2 = 0,61$) diminuiu linearmente. Com isso, para cada acréscimo de 1% de PB na dieta, houve um aumento médio de 2,73 g no GPM, de 1,92 g no CMR e de 0,097% na TCE. Já para CA, esse acréscimo promoveu uma redução de 0,032. O aumento dos teores de proteína bruta (PB) na dieta não influenciou a taxa de sobrevivência (SOB) e o índice hepatossomático (IHS) de jundiara. Essas variáveis tiveram os valores médios entre os tratamentos de 91,11% e 1,78%, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 02: Valores de ganho de peso médio (GPM), Consumo médio de ração (CMR), conversão alimentar (CA), taxa de crescimento específico (TCE), índice hepatossomático (IHS) e taxa de sobrevivência (SOB) de juvenis de jundiara, híbrido de *Pseudoplatystoma fasciatum* X *Leiarius marmoratus* alimentado com dietas com diferentes níveis de proteínas bruta

Variável	Proteína bruta (%)					EPM*	C.V.%	P
	32	34	36	38	40			
GPM ¹ (g)	28,74	26,50	31,68	44,65	46,96	2,85	13,82	0,001
CMR ¹ (g)	35,33	34,29	37,17	47,85	47,73	3,35	14,34	0,033
CA ¹	1,23	1,29	1,17	1,07	1,02	0,04	6,18	0,005
TCE ¹ (%)	2,36	2,26	2,47	2,93	2,99	0,10	6,76	0,001
IHS (%)	1,49	1,28	2,39	1,79	1,93	0,33	31,72	0,215
SOB (%)	88,89	82,22	91,11	93,33	100	4,22	8,02	0,123

*Erro padrão médio; ** Coeficiente de variação; ¹Efeito linear.

Para as variáveis de eficiência nutricional, foram observadas diferenças entre as dietas experimentais (Tabela 03). O aumento no nível de PB resultou em aumento linear ($p \leq 0,05$) das taxas de retenção proteica ($y = 1,088x - 11,269$; $R^2 = 0,50$). Desse modo, os animais alimentados com as dietas com 40% de PB foram os que obtiveram a maior taxa de retenção de proteica.

A visualização dos cortes histológicos do intestino anterior e médio demonstrou que o aumento dos teores de PB das dietas somente influenciou de forma significativa a altura das vilosidades da região anterior (Tabela 03). No entanto, para essa variável não foi possível estimar um modelo linear que possua uma interpretação biológica (regressão linear, $p = 0,253$; quadrático, $p = 0,080$). Dentre as dietas experimentais, a que continha 38% de PB foi a que proporcionou um maior aumento no tamanho das vilosidades do intestino anterior, que teve em média $89,21 \mu\text{m}$ de altura.

Tabela 03: Valores das taxas de retenção proteica e energética, altura da vilosidade do intestino anterior e intestino médio de juvenis de jundiara, híbrido de *Pseudoplatystoma fasciatum* X *Leiarius marmoratus* alimentado com dietas com diferentes níveis de proteínas bruta

Variável	Proteína bruta (%)					EPM*	C.V.%**	P
	32	34	36	38	40			
<i>Eficiência nutricional</i>								
Taxa de retenção proteica ¹ (%)	25,30	23,83	24,95	34,43	30,87	1,03	6,43	0,000
<i>Altura das vilosidades</i>								
Intestino anterior (µm)	55,25	52,28	74,91	89,21	68,30	2,59	6,60	0,000
Intestino médio (µm)	48,57	39,73	60,23	51,80	58,80	6,71	22,41	0,265

*Erro padrão médio; **Coeficiente de variação; ¹ Efeito linear.

O aumento da PB das dietas não influenciou a composição química da carcaça para as seguintes variáveis: energia bruta e matéria mineral (Tabela 04). Por outro lado, em relação a matéria seca, proteína bruta e o extrato etéreo, foram notadas diferenças significativas entre as dietas experimentais. O aumento dos níveis de PB proporcionou na carcaça do jundiara efeito linear crescente nos teores de proteína bruta ($y = 14,43x + 54,22$; $R^2 = 0,54$) e decrescente nos de extrato etéreo ($y = -15,43x + 928,22$; $R^2 = 0,64$). Assim, para cada acréscimo de 1% de PB nas dietas, a carcaça dos animais ganhava $14,43 \text{ g Kg}^{-1}$ de proteína bruta e reduzia $15,43 \text{ g Kg}^{-1}$ de extrato etéreo.

Tabela 04: Valores médios da composição química da carcaça de juvenis de jundiara, híbrido de *Pseudoplatystoma fasciatum* X *Leiarius marmoratus* alimentado com dietas com diferentes níveis de proteínas bruta

Variável	Proteína bruta (%)					EPM *	C.V. %**	P
	32	34	36	38	40			
Matéria seca (g Kg ⁻¹)	271,7	255,2	270,5	245,0	253,7	0,63	4,20	0,054
Proteína bruta ¹ (g Kg ⁻¹)	511,6	569,5	589,2	657,6	611,8	1,60	4,85	0,000
Extrato etéreo ¹ (g Kg ⁻¹)	426,9	388,6	431,0	301,5	316,2	1,42	6,63	0,000
Energia bruta (Kcal Kg ⁻¹)	5305	5797	5468	5711	5545	167	5,21	0,315
Matéria mineral (g Kg ⁻¹)	121,8	134,6	119,2	141,5	137,0	0,65	8,57	0,133

*Erro padrão médio; **Coeficiente de variação; ¹ Efeito linear.

A administração de dietas com diferentes teores de PB promoveu diferenças na concentração plasmática da proteína total, glicose, colesterol e triglicerídeos ($p < 0,05$) (Tabela 05). No entanto, não foram observadas diferenças no volume dos hematócritos entre os tratamentos. Em decorrência dos níveis de PB das dietas, as variáveis proteína plasmática total ($y = 0,1714x^2 - 12,386x + 226,23$; $R^2 = 0,80$), glicose ($y = 4,773x^2 - 338,62 + 6067,4$; $R^2 = 0,70$) e colesterol ($y = 3,220x^2 + 23817x + 45281$; $R^2 = 0,75$) apresentaram comportamento quadrático, com pontos mínimos para os níveis de PB de 35,99%, 35,47% e 36,98%, respectivamente. No entanto, para a TRIG teve diferença, porém não foi possível estimar um modelo linear que possua uma interpretação biológica (regressão linear, $p = 0,218$; quadrático, $p = 0,947$).

Tabela 05: Valores médios dos metabólitos do sangue de juvenis de jundiara, híbrido de *Pseudoplatystoma fasciatum* X *Leiarius marmoratus* alimentado com dietas com diferentes níveis de proteínas bruta

Variável	Proteína bruta (%)					EPM*	C.V.%**	P
	32	34	36	38	40			
Hematócitos (%)	22	20	20	19	26	0,02	14,31	0,105
Proteína plasmática total (mg dl ⁻¹) ¹	6,80	5,27	4,67	4,20	7,40	0,23	7,17	0,000
Glicose (mg dl ⁻¹) ¹	111,1	87,8	66,7	72,37	169,3	13,5	23,04	0,002
Colesterol (mg dl ⁻¹) ¹	204,7	150,7	129,7	126,3	153	11,5	13,06	0,005
Triglicérides (mg dl ⁻¹)	539,0	207,7	583,7	273,2	298,7	60,3	27,42	0,004

*Erro padrão médio; ** Coeficiente de variação; ¹ Efeito quadrático.

O aumento da PB na alimentação não promoveu diferenças na atividade das enzimas Amilase e Proteases ($p > 0,05$). Entre os tratamentos, obteve-se, para a atividade dessas enzimas digestíveis, os seguintes valores médios: 20,46 U mg⁻¹ para amilase e de 6,30 U mg⁻¹ para a protease (Tabela 06). Os níveis proteicos das dietas experimentais proporcionaram ajustes de modelo quadrático ($y = 2,660x^2 + 185,86x - 3049,1$; $R^2 = 0,43$) a atividade da lipase, como o ponto de máximo para o nível de 34,94% de PB.

Tabela 06: Atividade das enzimas digestíveis de juvenis de jundiara, híbrido de *Pseudoplatystoma fasciatum* X *Leiarius marmoratus* alimentado com dietas com diferentes níveis de proteínas bruta

Variável	Proteína bruta (%)					EPM*	C.V.%**	P
	32	34	36	38	40			
Amilase (U mg ⁻¹)	27,26	23,50	24,91	15,80	10,85	4,49	37,99	0,125
Lipase (U mg ⁻¹) ¹	172,67	192,34	217,0	146,38	139,22	15,8	15,77	0,031
Proteases (U mg ⁻¹)	5,17	5,28	9,12	6,37	5,54	0,96	26,49	0,077

*Erro padrão médio; ** Coeficiente de variação; ¹ Efeito quadrático.

6 DISCUSSÃO

O ganho de peso médio (GPM) do jundiara apresentou correlação positiva com os níveis de PB das dietas. De acordo com Moreira e Pozza (2014), o crescimento do animal ocorre quando sua síntese proteica (anabolismo) é maior que a sua degradação celular (catabolismo). Dessa forma, o resultado sugere que a elevação da PB na dieta até o nível de 40%, proporcionou ao híbrido um aumento na síntese proteica, que elevou a relação entre os processos anabólicos e catabólicos do metabolismo dos aminoácidos da dieta, resultando no aumento do crescimento, e conseqüentemente, no ganho de peso do jundiara. Resultado semelhante a este estudo foi encontrado por Souza *et al.* (2014), que avaliando diferentes relações entre a proteína e carboidrato (0,33; 0,51; 0,84 e 1,24) em dietas para o jundiara, observaram que o GPM desse animal aumentou linearmente em função do aumento dos níveis da PB das dietas. Segundo Teixeira *et al.* (2013), híbridos de *Pseudoplatystoma* apresentam melhores GPM quando alimentados com níveis de PB entre 36 a 40%.

De acordo com MORA SANCHES *et al.* (2009), o ganho de peso do animal aumenta à medida que eleva a PB na dieta, porém isso ocorre até um certo nível (ponto máximo), a partir do qual, o crescimento do animal passa a ser reduzido. A correlação obtida neste estudo apresentou um efeito linear crescente, e por ter apresentado esse efeito, mostra que os níveis utilizados possivelmente não foram capazes de atender à exigência máxima por proteína do jundiara, pois não atingiu o ponto máximo de ganho de peso. Assim sendo, é possível deduzir que a necessidade proteica desse híbrido talvez seja superior a 40% de PB, podendo ser semelhantes aos das espécies puras dos *Pseudoplatystoma*. Para o cachara (*P. reticulatum*), espécie puro dos *Pseudoplatystoma*, a exigência proteica é suprida com 49,25% de PB na dieta (CORNÉLIO *et al.*, 2014).

O cálculo da taxa de crescimento específico (TCE) baseia-se no ganho de peso dos animais. Segundo Silva *et al.* (2015) a TCE alcança seu ponto máximo quando a exigência proteica da espécie é atingida. Deste modo, os resultados para a TCE tiveram efeito similar ao do GPM, portanto, a taxa aumentou linearmente em função do crescente teor de PB na dieta. No entanto, provavelmente, com os níveis de PB utilizados na dieta não foi possível o híbrido atingir o ponto máximo da TCE. Souza *et al.* (2014) também observaram que a TCE do jundiara aumentou linearmente em

função do aumento dos níveis da PB das dietas. Entretanto, o valor observado para essa variável neste estudo foi superior ao encontrados pelos autores citados (0,75% de TCE). Essa diferença pode ser explicada pela temperatura da água (24 °C) utilizada no estudo de Souza *et al.* (2014), que estava abaixo do recomendado para a criação de espécies tropicais, e possivelmente interferiu no desenvolvimento dos peixes.

De acordo com a NRC (1993), a ingestão de alimento é influenciada por fatores não só ligados ao próprio animal (demanda energética, estado fisiológico e capacidade física do sistema digestivo), como também pela composição, quantidade e qualidade da dieta oferecida. Em condições normais da qualidade da água e dieta, os peixes aumentam o consumo conforme diminui a relação entre energia e proteína da alimentação, pois os mesmos alimentam-se para satisfazer suas necessidades de energia (SAMPAIO *et al.*, 2000).

Neste estudo, a relação energia bruta e proteína bruta entre as dietas diminuía à medida que aumentava o teor proteico. Dessa forma, o aumento linear do consumo médio de ração (CMR) pelo jundiara, pode ser justificado pela diminuição da relação entre energia e proteína, à medida que aumentaram os teores de PB das dietas. Portanto, a alimentação com os menores níveis de PB proporcionou ao animal atingir sua exigência energética mais rapidamente, fazendo com que este reduzisse a ingestão da ração, quando comparado aos das dietas com níveis de PB superiores. Em um estudo realizado sobre a relação Energia: Proteína Bruta na nutrição do tucunaré (*Cicla* sp.), foi observado que o consumo dos animais diminuiu 28% com o aumento da relação de proteína: energia de 8 Kcal g⁻¹ PB para 11 Kcal g⁻¹ PB (SAMPAIO *et al.*, 2000). Já em estudos com surubins (*Pseudoplatystoma* sp.) alimentados com dietas com diferentes teores de proteínas, porém com relação energia: proteína semelhantes, não foram observadas mudanças no consumo médio de ração (HONORATO *et al.*, 2015).

A conversão alimentar (CA) foi outra variável que mostrou correlação com aumento de PB das dietas, no entanto, o efeito foi linear decrescente. Em todos os tratamentos, o valor para CA foi inferior à 1,30. Segundo Bicudo *et al.* (2012), a taxa de conversão alimentar de até 2 pode ser considerada adequada para peixes carnívoros cultivados. Logo, os valores de CA encontrados nesse estudo podem ser considerados como eficientes. Esse resultado sugere que a quantidade de energia de origem não-proteica disponível na dieta estava adequada o suficiente para que fosse

atendida à necessidade energética do híbrido, e a proteína dietética fosse usada para atender necessidade de crescimento. Cornélio *et al.* (2014), em estudo com juvenis de cacharas alimentados com cinco dietas com teores diferentes de PB (30,35,40,45, e 50%), observaram o CA variando de 1,83 a 1,03. Esses valores, como aos encontrados neste estudo, estão dentro da faixa que Bicudo *et al.* (2012) classificaram como eficientes. Além disso, o bom resultado do CA obtido pelo jundiara, também pode ser atribuído às adequadas condições da água utilizada e ao bom manejo durante a fase experimental, desta pesquisa, que assegurou uma redução no estresse dos animais.

A similaridade da taxa de sobrevivência do peixe entre os tratamentos experimentais, demonstrou que essa variável não sofre influência das diferentes concentrações de PB das dietas. De acordo com Honorato *et al.* (2015), as causas da diminuição nas taxas de sobrevivência de espécies nativas em sistemas aquícolas são geralmente associadas aos erros no manejo, aos fatores ambientais e a qualidade da água utilizada no processo de produção.

O índice hepatossomático (IHS) pode ser influenciado por dois fatores: dietas ricas em extratos não nitrogenados, dado que estes favorecem o acúmulo de glicogênio no fígado (MORO *et al.*, 2010), ou por dietas com elevados teores proteicos que podem aumentar o tamanho e o peso do fígado em decorrência da sobrecarga metabólica pela degradação de proteína para fins energéticos (HONORATO *et al.*, 2014). Neste estudo, a semelhança entre os tratamentos para o IHS demonstra que os conteúdos proteicos das dietas não foram utilizados para atender as necessidades energéticas do jundiara. Honorato *et al.* (2015) relataram que níveis de até 40% de PB na alimentação não influenciaram o IHS de surubins (*Pseudoplatystoma* sp).

Neste estudo, foi demonstrado que o aumento dos teores de PB das dietas para o jundiara, somente influenciou de forma significativa o tamanho das vilosidades da região proximal do intestino anterior. Segundo Gonçalves *et al.* (2012), o intestino dos peixes pode ser dividido em duas porções: proximal, que é subdividida em intestino anterior e intestino médio, e a outra distal. Na região proximal ocorre grande parte da digestão e absorção de nutrientes ingeridos por esses animais. Em função disso, essa região apresenta um maior complexo de vilosidade no epitélio mucoso quando comparado ao da região distal (GONÇALVES *et al.*, 2003). O aumento do tamanho dessas vilosidades está associado ao processo de absorção de nutrientes, e este é influenciado pela qualidade, quantidade e o tipo de processamento dos ingredientes

utilizados nas dietas (HONORATO *et al.*, 2011). Dessa forma, o aumento das vilosidades entre os tratamentos, pode ser atribuído à estratégia de melhorar a absorção dos nutrientes das dietas, e provavelmente influenciou positivamente as respostas de desempenho e, conseqüentemente, metabólicas do jundiara.

Honorato *et al.* (2014), pesquisando níveis de proteínas para *Pseudoplatystoma* sp. criados em tanque-rede, observaram que a morfometria das vilosidades intestinais não apresentou diferença significativa até o nível de 38% de PB. O resultado obtido por esses autores foi diferente ao observado neste estudo, uma vez que, o tamanho das vilosidades respondeu de forma quadrática com o aumento da PB na dieta dos jundiaras. Possivelmente, as diferenças entre os resultados podem ser atribuídas aos ingredientes distintos utilizados nas dietas de ambas as pesquisas.

A visualização dos cortes histológicos do intestino médio do jundiara demonstrou que o aumento dos teores de PB das dietas não influenciou de forma significativa a altura das vilosidades. Segundo Gonçalves *et al.* (2012), histologicamente, observa-se uma diminuição das complexidades das vilosidades da mucosa do intestino proximal para o distal. Sendo assim, a região média do intestino tem pouca participação da digestão e absorção dos nutrientes. Isso explica a falta de interação entre os níveis de PB com a altura das vilosidades na região citada.

A taxa de retenção proteica (TRP) aparente do jundiara foi afetada pelo aumento no nível de PB das dietas. Dessa maneira, o aumento da proteína dietética promoveu o aumento na deposição de proteínas. Esse efeito para TRP sugere que os níveis de PB utilizados nas dietas experimentais estavam abaixo do limite máximo de exigência proteica do híbrido. Visto que, níveis de PB na dieta superiores à exigência do peixe, podem afetar a eficiência de utilização da proteína pelo mesmo, pois o excesso da PB dietética pode ser direcionado para síntese de ácidos graxos e triglicerídeos (lipogênese), glicose (gliconeogênese) ou na produção de energia para o animal (COTAN *et al.*, 2006). Honorato *et al.* (2014), estudando níveis de proteína digestível para *Pseudoplatystoma* sp. criado em tanque-rede, relataram que dietas com até 40% de PB não afetaram significativamente as TRP dos animais. Já Cornélio *et al.* (2014), estudando também requerimento de proteína, no entanto, em juvenis de cachara (*P. reticulatum*), descreveram que a TRP apresentou correlação quadrática com os níveis de PB das dietas, e que o ponto máximo para as TRP foi atingido com 43,5% de PB.

Os níveis de PB nas dietas não alteraram as características de matéria seca (MSC), energia bruta (EBC) e matéria mineral (MMC) da carcaça dos jundiaras. Os valores obtidos neste estudo para MSC e MMC, confirmam os resultados de Cornélio *et al.* (2014), que, ao avaliarem a composição bromatológica da carcaça de cachara alimentadas com seis níveis de PB, não encontraram mudanças para essas variáveis na carcaça desses animais. Honorato *et al.* (2014) também não observaram mudança na composição de MS da carcaça de *Pseudoplatystoma* sp. cultivadas em tanque-redes e arraçadas com níveis crescentes de PB.

O aumento de PB das dietas resultou em alterações significativas: crescente para a proteína bruta (PBC) e decrescente para o extrato etéreo (EEC) da carcaça do jundiara. Segundo Bicudo *et al.* (2012) a eficiência da utilização de nutrientes dietéticos por peixes carnívoros é controversa, pois o crescimento dos animais é dinâmico e envolve a utilização das proteínas e o metabolismo energético, causando ou não alterações na composição corporal. Em vista disso, a alteração apresentada para a PBC entre as dietas experimentais pode ser correlacionada a eficiência de utilização da proteína pelo jundiara. Dado que, o aumento de PB dietético promoveu elevação na síntese proteica, o que possivelmente favoreceu uma maior decomposição de proteína na carcaça do híbrido. Essa justificativa pode também ser atribuída a diminuição do EEC, já que o aumento da síntese proteica limita o uso da proteína dietética para a síntese de ácidos graxos e triglicerídeos, através do processo da lipogênese, conseqüentemente, diminuindo a deposição de EE na carcaça do animal. Além disso, nos peixes, o aumento na deposição de EEC está associado a elevação na concentração de energia bruta na alimentação (CUNHA *et al.*, 2015).

Cornélio *et al.* (2014) relataram que o aumento de PB na dieta pode afetar a PBC do cachara. No entanto, no trabalho destes autores, as dietas de 30 a 45% de PB não apresentaram diferenças entre si para essa variável, sendo que as diferenças só foram observadas nas dietas superiores a 45% de PB. Já Honorato *et al.* (2014) utilizando juvenis de *Pseudoplatystoma* sp, descreveram que não foram notadas diferenças entre os níveis de proteína dietética para a PBC destes animais, porém, esses autores afirmaram que os teores de PB das dietas interferem no EEC dos juvenis.

Dentre os parâmetros sanguíneos analisados nesta pesquisa, o hematócrito (HT) foi o único que não teve alteração com o aumento da PB. Em peixes, os valores de HT estão na faixa de 20 a 45% (WEISS *et al.*, 2010). Valores inferiores a essa faixa

são um indicativo de anemia (LABARRÈRE *et al.*, 2012). Já valores superiores, segundo Labarrère *et al.* (2012), são resultantes do estresse proveniente da captura ou utilização de dose anestésica inadequada no momento de contenção do peixe. Os resultados para HT do jundiara usados nesta pesquisa estão dentro dessa faixa, demonstrando que os animais não apresentavam quadros de anemia, indicativo de subnutrição ou de doenças infecciosas.

As alterações apresentadas pelas concentrações da proteína plasmática total (PPT) e da glicose (GLIC) do jundiara em função dos níveis de PB da alimentação, demonstraram que a composição bioquímica do plasma sanguíneo responde à concentração da proteína na dieta. As concentrações das proteínas no plasma sanguíneo são resultantes do metabolismo proteico e das condições nutricionais do animal (HIGUCHI *et al.*, 2011), e são alteradas em resposta a dieta, variando de acordo com os ingredientes utilizados e/ou a quantidade consumida (SOUZA *et al.*, 2014). Neste estudo, as dietas experimentais tiveram em sua formulação os mesmos ingredientes, porém com proporções variadas. Essa variação acarreta modificações na disponibilidade da proteína da dieta. Dessa forma, a diferença de concentrações da PPT do jundiara observado pode estar relacionada a proporção de cada ingrediente e o seu efeito na disponibilidade da proteína nas dietas experimentais.

Estudando hidrolisado proteico na alimentação de jundiá (*Rhamdia voulezi*), Decarli *et al.*, (2016) relataram que os peixes submetidos a dietas compostas por ingredientes que têm proteína de maior disponibilidade, após um longo período de jejum, apresentam menores concentrações de proteína circulante no sangue. Assim, quanto maior for a disponibilidade da proteína do alimento, mais rápida será a digestão, a absorção e a síntese dela, resultando na diminuição mais rápida da concentração proteína endógena no plasma sanguíneo.

No plasma sanguíneo, a variação do nível de glicose pode ser em função do estresse gerado por fatores provenientes do metabolismo ou fisiologia do animal (LABARRÈRE *et al.*, 2012). Para Melo *et al.* (2012), o aumento PB na dieta provoca alterações nas concentrações da GLIC sanguínea por dois fatores: a gliconeogênese e a diminuição da digestibilidade dos ingredientes de origem vegetal, à medida que este tem sua participação elevada na dieta. Deste modo, o comportamento quadrático observado para os níveis de GLIC no plasma do jundiara em relação aos teores PB das dietas pode ser justificado pela variação das proporções dos ingredientes de origem vegetal nas dietas experimentais. Em um estudo com jundiás (*Rhamdia*

quelen) submetidos às dietas com diferentes níveis proteicos, foi observado que o aumento da PB na alimentação não provocou alteração na concentração da GLIC no plasma sanguíneo dos animais (HIGUCHI *et al.*, 2011).

Neste estudo, as concentrações do COL e TRIG no plasma sanguíneo do jundiara foram influenciadas pelo aumento da PB na alimentação. As concentrações das lipoproteínas no plasma sanguíneo dos peixes são alteradas em função da composição e quantidade dos alimentos presentes na dieta (SOUZA *et al.*, 2014). Segundo Decarli *et al.* (2016), o colesterol é um componente fundamental das membranas e um precursor de esteroides hormonais. Em um estudo com jundiara alimentados com diferentes teores de PB, Souza *et al.* (2014), relataram que a elevação da PB nas dietas provocou alterações nas concentrações do COL no plasma, eles indicaram que estas alterações são estratégias metabólicas para manter os processos normais de crescimento e sobrevivência dos animais. Os níveis de TRIG no plasma está relacionado ao metabolismo dos lipídeos e depende do valor energético dos alimentos da dieta (VÁSQUEZ-TORRES *et al.*, 2002). Em vista disso, as variações para esse parâmetro, encontrada nesta pesquisa, podem ser associadas a composição e a proporção dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.

A composição bioquímica do plasma sanguíneo é capaz de demonstrar o perfil metabólico dos tecidos dos animais, e por meio dela, é possível observar como o animal se adapta aos desafios nutricionais, fisiológicos e desequilíbrios metabólicos, específicos ou de origem nutricional (ROSATTO *et al.*, 2013). No entanto, é preciso a realização de mais estudos sobre os efeitos da alimentação sobre os componentes do plasma sanguíneo para que sejam estabelecidos valores de referências para estes componentes em função do tipo de alimentação fornecida ao peixe.

Seixas-Filho (2003) afirma que a composição da dieta pode influenciar o organismo do animal a aumentar a liberação da enzima digestiva amilase. Porém, neste estudo, o aumento dos níveis de PB na dieta não modificou a atividade da enzima amilase no intestino do jundiara. Esse resultado pode ser explicado por dois fatores: o primeiro é que as espécies parentais do jundiara são carnívoras, e estas apresentam a atividade amilásica no conteúdo intestinal menor quando comparada a espécies onívoras e herbívoras (MORAES *et al.*, 2014). O outro fator, é que a amilase participa da digestão dos polissacarídeos, dessa forma, o aumento da sua secreção está relacionada à presença de carboidratos nas dietas (MORAES *et al.*, 2014). Neste estudo, a participação dos carboidratos na composição das dietas experimentais

diminuiu à medida que aumentavam os teores PB, o que com que fez que houvesse uma menor secreção dessa enzima no intestino do jundiara, no entanto, essa diminuição não foi significativa estatisticamente.

O aumento do PB na alimentação não alterou a atividade da enzima protease do intestino do jundiara. Lundstedt *et al.* (2004) estudando quatro níveis (20, 30, 40 e 50%) de PB na alimentação de surubim (*P. corruscans*) encontraram resultado semelhante aos encontrados neste estudo. Os autores citados relataram que a variação do nível de proteína da dieta não influenciou na atividade das proteases no intestino dos animais, e por esse motivo, estes classificaram a ação da protease nessa espécie como particular, quando comparada com outras espécies, pois os *Pseudoplatystoma* spp. são adaptados ao melhor uso da proteína, independente do seu conteúdo na alimentação. Como o jundiara é um híbrido de *Pseudoplatystoma*, a afirmativa de Lundstedt *et al.* (2014) justifica o porquê do aumento da PB não ter interferido na atividade das proteases no intestino dos jundiara neste experimento.

Moraes *et al.* (2014) cita que os sítios de ação da lipase para a maioria das espécies são na porção do intestino anterior e nos cecos pilóricos quando presentes, porém, nas espécies carnívoras a ação dessa enzima continua nas demais porções do trato intestinal. Essa característica é justificada porque os peixes carnívoros consomem alimentos ricos em lipídeos. Neste estudo, a atividade da lipase sofreu influência com a elevação da PB na dieta. Este resultado pode ser explicado que com o aumento da PB, há uma redução do extrato etéreo (EE) da dieta, levando a uma redução na atividade da lipase. Melo *et al.* (2012) estudando aspectos digestivos de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com quatro níveis de proteínas (20, 27, 34 e 41%), verificaram que a atividade da lipase foi inversa ao teor de PB das dietas.

Posto isso, as enzimas digestíveis dos peixes são similares as observadas em outros vertebrados, porém a compreensão dos mecanismos de ação das mesmas no processo de digestão dos peixes é mais limitada quando comparado com os mamíferos (HIDALGO *et al.*, 1999). Por isso, conhecer o mecanismo de ação das enzimas digestivas sobre a digestão dos alimentos é fundamental na formulação de dietas eficientes para peixes (ROSSATO *et al.*, 2013).

7 CONCLUSÕES

Juvenis híbridos de *Pseudoplatystoma fasciatum* X *Leiarius marmoratus* alimentados com dietas contendo valores de proteína bruta de 40% apresentam aumento do ganho de peso, na taxa de crescimento, na eficiência de retenção proteica e na deposição de proteína na carcaça. A elevação nos teores de PB até 40% nas dietas para o jundiara, provocam alterações nas concentrações das proteínas, da glicose, do colesterol e dos triglicerídeos presentes no plasma sanguíneo, como também, na altura das vilosidades do intestino anterior.

8 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA FILHO, R. L. *et al.* Nutrição de surubim (*Pseudoplatystoma sp.*) – Desafio para aquicultura. **Revista eletrônica nutritime**, v. 9, n. 5, p. 1995-2010, 2012.
- ALVES, C. VIEIRA, *et al.* Impacts of non-native fish species in Minas Gerais, Brazil: present situation and prospects. In: Bet, T.M. (Ed.). **Ecological and genetic implications of aquaculture activities**, p. 291-314, 2007.
- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY), 2000. Official Methods of Analysis, 17th ed, Washington, D.C. USA.
- BALDISSEROTTO, B. *et al.* **Biologia e fisiologia de peixes neotropicais de água doce**. Jaboticabal, SP: Ed. FUNEP, 2014. 336p.
- BERNARDES, C. L. *et al.* Effects of dietary carbohydrate/lipid ratios on growth, body composition, and nutrient utilization of hybrid catfish (*Pseudoplatystoma reticulatum x Leiarius marmoratus*). **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 29, n. 1, p. 58-65, 2016.
- BÍCUDO, Á. J. D. A. *et al.* Performance of juveniles of *Pseudoplatystoma fasciatum* fed graded levels of corn gluten meal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 6, p. 838-845, 2012.
- BOYD, C. E. e CRAIG, S. T. **Pond aquaculture water quality management**. Massachusetts, Kluwer Academic Publisher, 1998, p.700.
- BRABO, M. F. *et al.* Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 4, n. 2, p. 50-58, 2016.
- CAMARGO, S. O. POUHEY, J. L. e MARTINS, C. Parâmetros eritrocitários do jundiá (*Rhamdia quelen*) submetido à dieta com diferentes níveis de proteína. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1406-1411, 2005.
- CAMPECHE, D.F. *et al.* Peixes nativos do rio São Francisco adaptados para o cultivo. **Documentos (Embrapa Semi-Árido. Online)**, v. 244, p.1-22, 2011.
- CORNÉLIO, F.H.G. *et al.* Dietary protein requirement of juvenile Cachara Catfish, *Pseudoplatystoma reticulatum*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 45, n. 1, p. 45-54, 2014.
- COSTA, R. B. *et al.* Os peixes híbridos e sua fragilidade reprodutiva. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 8, n. 4, p. 187-202, 2014.
- COTAN, J.L.V. *et al.*, Níveis de energia digestível e proteína bruta para alevinos de lambari tambuí. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.3, p. 634-640, 2006.
- CUNHA, D. A. Exigência de energia em dietas para juvenis de cachara, *Pseudoplatystoma reticulatum*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n. 3, p. 567-578, 2015.
- CYRINO, J. E. P. e FRACALOSSO, D. M. A pesquisa em nutrição de peixes e o desenvolvimento da aquicultura no Brasil: Uma perspectiva histórica. In: FRACALOSSO, D. M. e CYRINO, J. E. P. (Org.). **NUTRIAQUA: nutrição e**

alimentação de espécies de interesse para aquicultura brasileira. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012. p. 37-64.

De SOUZA, M. G. *et al.* Avaliação da exigência de proteína bruta para alevinos de pacamã *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1876. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p. 264-268, 2014.

DECARLI, J. A. *et al.* Hidrolisados proteicos na alimentação do jundiá (*Rhamdia voulezi*). **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 23, n. 3-4, p. 168-173, 2016.

DÍAZ-OLARTE, J. J. *et al.* Efectos de la densidad de siembra y disponibilidad de alimento sobre el desarrollo y sobrevivencia de larvas de *Pseudoplatystoma fasciatum*. **Orinoquia**, v. 13, n. 1, p. 20-29, 2009.

FANTINI, L. E. *et al.* Rendimento de carcaça de surubins, *Pseudoplatystoma spp.* produzidos em tanque-rede e viveiro. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 3, p. 538-545, 2013.

FAO- Food and Agriculture Organization of United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture.** Roma – Itália, 200 p., 2016.

FAO- Food and Agriculture Organization of United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture.** Roma- Itália, 180p., 2006.

FAO- Food and Agriculture Organization of United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture.** Roma- Itália, 180p., 2012.

FARIA, P. M. *et al.* Produção do híbrido "cachadia" em diferentes densidades de estocagem em sistema de recirculação de água. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.5, p.1208-1214, 2011.

FAUSTINO, F. *et al.* Fertilização e desenvolvimento embrionário: morfometria e análise estereomicroscópica dos ovos dos híbridos de surubins (pintado, *Pseudoplatystoma coruscans* x cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum*). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 29, n. 1, p. 49-55, 2007.

FRACALOSSI, D. M. *et al.* Técnicas Experimentais em nutrição de peixes. In: FRACALOSSI, D. M. e CYRINO, J. E. P. (Org.). **NUTRIAQUA: nutrição e alimentação de espécies de interesse para aquicultura brasileira.** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012. p. 37-64.

GONÇALVES, E. G. e CARNEIRO, D. J. Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p. 779-786, 2003.

GONÇALVES, L. U. *et al.* Morfologia e fisiologia do sistema digestório de peixes. In: FRACALOSSI, D. M. e CYRINO, J. E. P. (Org.). **NUTRIAQUA: nutrição e alimentação de espécies de interesse para aquicultura brasileira.** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012. p. 09-36.

HASHIMOTO, D. T. Interspecific fish hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use. **Reviews in Aquaculture**, v. 4, n. 2, p. 108-118, 2012.

HASHIMOTO, D. T. *et al.* Aquaculture of Neotropical catfish hybrids: genetic strategies for conservation and management. In: Regan, B. (Ed.) **Carp and catfish: biology,**

behavior and conservation strategies. Hauppauge, New York, Nova Science Publishers, 2014, p. 1-30.

HIGUCHI, L. H. *et al.* Avaliação eritrocitária e bioquímica de jundiás (*Rhamdia quelen*) submetidos à dieta com diferentes níveis proteicos e energéticos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 70-75, 2011.

HIDALGO, M.C. *et al.* Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities. **Aquaculture**, v. 170, n. 3-4, p. 267-283, 1999.

HONORATO, C. A. *et al.* Histologia e histoquímica do intestino anterior de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com dietas contendo silagem de peixe. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 48, n. 4, p. 281-288, 2011.

HONORATO, C. A. *et al.* Níveis de proteína digestível para surubim (*Pseudoplatystoma sp.*) criados em tanque-rede. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 5, p. 2781-2792, 2014.

HONORATO, C. A. *et al.* Desempenho produtivo e econômica de surubins (*Pseudoplatystoma sp*) alimentados com níveis de proteína e estocados em tanque-rede. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 5, p. 1408-1414, 2015.

IBGE. Pesquisa da Pecuária Municipal. Brasília: IBGE, 2013.

IBGE. Pesquisa da Pecuária Municipal. Brasília: IBGE, 2015.

ITUASSÚ, D. R. *et al.* Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 3, p. 255-259, 2005.

KOSSOWSKI, C. Experiências iniciais sobre La hibridización de *Leiarius marmoratus* (GILL, 1871) por *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus) 1766 (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae). **Acta Científica Venezolana**, v.42, n. 1, p.48-50, 1991.

LABARRÈRE, C. R. *et al.* Eritrograma de híbridos de surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* X *Pseudoplatystoma coruscans*) mantidos em diferentes densidades de estocagem. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 2, 510-514, 2012.

LUNDSTEDT, L. M. *et al.* Digestive enzymes and metabolic profile of *Pseudoplatystoma coruscans* (Teleostei: Siluriformes) in response to diet composition. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, v. 137, n. 3, p. 331-339, 2004.

MANGAS, F. P. *et al.* Caracterização do Perfil dos Consumidores de Peixe no Município de Belém, Estado do Pará, Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 4, p. 839-857, 2016.

MARTINS, M. G. *et al.* Inclusão de complexo enzimático ssf em rações para juvenis de tambacu. **Archives of Veterinary Science**, v. 21, n. 1, p. 19-24, 2016.

MATEO, F. J. e ROJAS, H. L. Comparación alométrica entre los híbridos yaque pintado (*Pseudoplatystoma Fasciatum* x *Leiarius Marmoratus*) y chorrosco (*Pseudoplatystoma Fasciatum* x *Pimelodus Blochi*) (Siluriformes:

Pimelodidae). **Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias**, v, 46, n. 2, p. 87-97, 2005.

MATEO, F.J.; DELGADO, N.; LÓPEZ, H. Caracterización Morfométrica del Híbrido Yaque Pintado (*Pseudoplatystoma fasciatum x Leiarius marmoratus*) y sus Progenitores (Siluriformes: *Pimelodidae*). **Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias** , v.49, n. 1, p.47-60, 2008.

MELO, J. F. B. *et al.* Glycolysis and gluconeogenesis in the liver of catfish fed with different concentrations of proteins, lipids and carbohydrates. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 5, p. 1251-1258, 2016.

MEURER, F. *et al.* Níveis de oferta de pós-larvas de tilápia do Nilo para alevinos de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p.111-116, 2010.

MORA SÁNCHEZ, J. *et al.* Influencia del contenido proteico en el crecimiento de alevines de bagre yaque, *Leiarius marmoratus*, alimentados con concentrados comerciales. **Zootecnia Tropical**, v. 27, n. 2, p. 187-194, 2009.

MORAES, G. e ALMEIDA, L.C. Nutrição e aspectos funcionais da digestão de peixes. In: BALDISSEROTTO, B. CYRYNO, J. E. P. URBINATI, E. C. (Org.). **Biologia e fisiologia de peixes neotropicais de água doce**. Jaboticabal: FUNEP, UNESP, 2014. p. 233-252.

MOREIRA, I. e POZZA, P. C. Metabolismo Proteico. In: SAKOMURA, N. K. *et al.* (Org.). **Nutrição de Não Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2014. p. 110-126.

MORO, G. V. *et al.* Dietary non-protein energy sources: growth, digestive enzyme activities and nutrient utilization by the catfish jundiá, *Rhamdia quelen*. **Aquaculture Research**, v. 41, n. 3, p. 394-400, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of fish**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1993. 114p.

OLAGANATHAN, R. e MUN, K. Impacto f Aquacultura on the Livelihoods and Food Security of Rural Communities. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 5, n. 2, p. 278-283, 2017.

OLIVEIRA, A. *et al.* Crescimento de juvenis de *Pseudoplatystoma reticulatum* e *Pseudoplatystoma spp.* em viveiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p. 1091-1098, 2014.

PORTZ, L. e CYRINO, J. E. P. Digestibility of nutrients and aminoacids of different protein sources in practical diets by lagermoth bass *Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802). **Aquaculture Research**, v. 35, n.4, p. 312-320, 2004.

RAWLES, S. D. *et al.* Effects of replacing fish meal with poultry by-product meal and soybean meal and reduced protein level on the performance and immune status of pond-grown sunshine bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*). **Aquaculture Nutrition**, v. 17, n. 3, p. 708-721, 2011.

RODRIGUES, A. P. O. *et al.* Intestinal histomorphology in *Pseudoplatystoma fasciatum* fed bovine colostrum as source of protein and bioactive peptides. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 5, p. 524-530, 2010.

- RODRIGUES, E. R. N. *et al.* Análise do ciclo de vida do mercado nacional de importação de peixes para a Bahia (Brasil). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 42, n. 4, p. 791-799, 2017.
- ROSSATO, S. Addition of Jundiá waste meal in diet: plasmatic biochemistry, hepatic and digestive parameters. **Ciência Rural**, v. 43, n. 6, p. 1063-1069, 2013.
- SALARO, A. L. *et al.* Gelatin in replacement of bovine heart in feed training of *Lophiosilurus alexandri* in different water salinities. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n. 4, p. 2281-2287, 2015.
- SAMPAIO, A. M. B. M. KUBITZA, F. e CYRINO, J. E. P. Relação energia: proteína na nutrição do tucunaré. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 2, p. 213-219, 2000.
- SANTOS, E. L. *et al.* Considerações sobre o manejo nutricional e alimentar de peixes carnívoros. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 11, n. 2, p. 2314-2351, 2013.
- SEIXAS FILHO, J. T. Revisão sobre as enzimas digestivas nos peixes teleostei e seus métodos de determinação. **Augustus**, v.08, n.17, p.30-45, 2003.
- SILVA, T. S. C. *et al.* Digestibility of feed ingredients for the striped surubim *Pseudoplatystoma reticulatum*. **Aquaculture Nutrition**, v. 19, n. 4, p. 491-498, 2013.
- SILVA, E. M. *et al.* Crescimento e metabolismo do nitrogênio em juvenis de *Trachinotus marginatus* alimentados com diferentes níveis proteicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.1, p.131-139, 2015.
- SOUZA, S. A. *et al.* Relação proteína: carboidrato no desempenho e no metabolismo de híbridos de *Pseudoplatystoma fasciatum* (fêmea) X *Leiarius marmoratus* (macho). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n.3, p. 879-886, 2014.
- TEIXEIRA, E. A. *et al.* Performance and nutrient utilization in South American juvenile catfish *Pseudoplatystoma spp.* weighting 89-170g, fed at different energy and protein levels. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 5, p. 1500-1508, 2013.
- VASQUEZ-TORREZ, W *et al.* Estudos para composição de uma dieta referência sem purificada para avaliação de exigência nutricionais em juvenis de pirapitinga, *Piaractus brachypomus* (Curier, 1818). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n. 1, p. 283-292, 2002
- TOLEDO-FILHO, S. A. *et al.* Programas genéticos de seleção, hibridação e endocruzamento aplicados à piscicultura. **Cadernos de ictiogenética**, v. 35, n. 4, p. 1-56, 1998.
- WEISS, D.J. **Schalm`s Veterinary Hematology**. 6.ed. Iowa: Blackwell Publishing, 2010. 1206p.