

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ-UNIOESTE
CAMPUS DE TOLEDO
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIENCIAS EXATAS-CECE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA - PREP

GUILHERME RODRIGO FREI

**Digestibilidade aparente de ingredientes proteicos de origem animal
para o jundiá *Rhamdia voulezi***

TOLEDO
2015

GUILHERME RODRIGO FREI

Digestibilidade aparente de ingredientes proteicos de origem animal para o
jundiá *Rhamdia voulezi*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca - Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Altevir Signor

TOLEDO
2015

Dedico
A minha família, alicerce do meu ser.

A vida é como andar de bicicleta. Para ter equilíbrio você tem que se manter em movimento...(Albert Einstein)

DIGESTIBILIDADE APARENTE DE INGREDIENTES PROTEICOS DE ORIGEM ANIMAL PARA O JUNDIÁ *RHAMDIA VOULEZI*

Resumo

Existem várias espécies nativas brasileiras com potencial para a piscicultura, entre as quais se destaca o jundiá, pois continua se alimentando e ganhando peso mesmo em baixas temperaturas, aceita dietas variadas, além de ser uma espécie com facilidade de reprodução e larvicultura. Entretanto, para que a produção comercial dessa espécie seja bem-sucedida, o conhecimento dos diferentes aspectos relacionados a sua nutrição e alimentação é fundamental, pois possibilita que dietas balanceadas específicas, nutricionalmente completas e ambientalmente corretas sejam formuladas e fornecida aos peixes. Neste sentido, grande parte dos ingredientes utilizados em rações para aquicultura é oriunda de subprodutos da agricultura, abate de animais terrestres ou pesca, sendo um desses subprodutos as farinhas. Conhecer a digestibilidade dos nutrientes dessas matérias prima, é o primeiro passo quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão em rações para peixes. A digestibilidade de uma ração é definida como a habilidade com que o animal digere e absorve os nutrientes e a energia contidos no mesmo. O objetivo foi determinar os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) de ingredientes proteicos de origem animal para o jundiá *Rhamdia voulezi*. Foram distribuídos, inteiramente ao acaso, 288 jundiás com peso médio inicial de $285 \pm 44,02\text{g}$ em 24 aquários cônico-cilíndrico com volume útil de 500L. Elaborou-se uma dieta referência (controle) e os ingredientes à serem testados foram incluídos na proporção de 30% do ingrediente teste e 70% da dieta controle. Como marcador utilizou-se óxido de crômio na concentração de 0,2%. O material fecal foi coletado através de copos coletores. Foram avaliados os CDAs de Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE), Energia Bruta (EB), Matéria Mineral (MM), Fósforo (P), Magnésio (Mg), Cálcio (Ca), Zinco (Zn) e Ferro (Fe). Os CDAs foram submetidos a análise estatística ANOVA ($p < 0,05$) quando significativo, aplicou-se o teste de média Tukey ($p < 0,05$). Em geral, os ingredientes que apresentaram os melhores CDAs foram a farinha de vísceras e a de salmão. Esses resultados demonstram que o jundiá aceita muito bem os ingredientes proteicos de origem animal e tem boa capacidade de digeri-los e aproveitar seus nutrientes.

Palavras-chave: peixe nativo; disponibilidade; ração; nutriente; ingredientes proteicos

APPARENT DIGESTIBILITY OF PROTEINACEOUS INGREDIENTS OF ANIMAL ORIGIN FOR THE JUNDIÁ *RHAMDIA VOULEZI*

Abstract

There are several native Brazilian species with potential for fish farming, among which silver catchfish stands out, continues to feed and gain weight even at low temperatures, accepts varied diets, besides being a species with ease of reproduction and larviculture. However, for the commercial production of this species to be successful, the knowledge of the different aspects related to its nutrition and feeding is fundamental, as enables specific, nutritionally complete and environmentally correct balanced diets to be formulated and supplied to fish. In this sense, most of the ingredients used in aquaculture feeds are derived from agricultural by-products, slaughtering of terrestrial animals or fishing, one of these by-products being flours. Knowing the nutrient digestibility of these raw materials is the first step when evaluating its potential for inclusion in fish feed. The digestibility of a feed is defined as the ability with which the animal digests and absorbs the nutrients and energy contained in it. The aim was to determine the apparent digestibility coefficients (CDA) of protein ingredients of animal origin for jundiá *Rhamdia voulezi*. A total of 288 jundies with an initial mean weight of 285 ± 44.02 g were distributed in 24 randomized, conical-cylindrical aquariums with a useful volume of 500L. A reference diet (control) was prepared and the ingredients to be tested were included in the proportion of 30% of the test ingredient and 70% of the control diet. Chromium oxide at 0.2% concentration was used as the marker. Fecal material was collected through collecting cups. It was evaluated the Crude Protein (PB), Ethereal Extract (EE), Crude Energy (EB), Mineral Matter (MM), Phosphorus (P), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Zinc (Faith). The CDAs were submitted to ANOVA statistical analysis ($p < 0.05$) when significant, the Tukey mean test ($p < 0.05$) was applied. In general, the ingredients that had the best CDAs were viscera meal and salmon meal. These results demonstrate that jundiá accepts very well the protein ingredients of animal origin and has good capacity to digest them and to take advantage of its nutrients.

Key Words: native fish; disponibility; meal; nutrient; protein ingredients

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária
UNIOESTE/Campus de Toledo.
Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB - 9/924

F862d

Frei, Guilherme Rodrigo

Digestibilidade aparente de ingredientes potêicos de
origem animal para o jundiá (*Rhamdia voulezi*) / Guilherme
Rodrigo Frei. -- Toledo, PR : [s. n., 2015.

55 f: il., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Altevir Signor

Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e
Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do
Paraná. Campus de Toledo. Centro de Engenharias e
Ciências Exatas.

1. Aqüicultura 2. Jundiá (Peixe) — Nutrição 3. Nutrição
animal 4. Jundiá (*Rhamdia voulezi*) - Alimentação com
proteína animal 5. Digestibilidade e nutrição I. Signor,
Altevir, orient. II. T.

CDD 20. ed. 639.3752

FOLHA DE APROVAÇÃO

GUILHERME RODRIGO FREI

“Digestibilidade aparente de ingredientes proteicos de origem animal para o jundiá
Rhamdia voulezi.”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela Comissão Examinadora composta pelos membros:

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Altevir Signor
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

Prof. Dr. Fábio Bittencourt
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Leandro Portz
Universidade Federal do Paraná

Aprovada em: 02 de março de 2015, 10h.

Local de defesa: Sala 15/Bloco E – UNIOESTE/*campus* de Toledo

Sumário

1.	INTRODUÇÃO GERAL.....	6
2.	OBJETIVO GERAL.....	7
2.1	Objetivos Específicos.....	7
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	8
3.1	Situação da Aquicultura.....	8
3.2	Especie estudada: jundiá (<i>Rhamdia voulezi</i>).....	8
3.3	Ensaio de Nutrição.....	9
3.4	Alimentos proteicos de origem animal.....	10
3.4.1	Farinha de peixe.....	10
3.4.2	Farinha de vísceras.....	11
3.4.3	Farinha de penas hidrolisadas.....	12
3.4.4	Farinha de sangue.....	13
3.4.5	Farinha de carne e ossos.....	13
3.4.6	Farinha de salmão.....	14
3.4.7	Farinha de resíduos de tilápia.....	14
3.5	Digestibilidade.....	15
3.6	Referências.....	18
	CAPITULO I.....	27
	Resumo.....	27
	Palavras-chave.....	27
	Abstract.....	27
	Keywords.....	27
4.	INTRODUÇÃO.....	28
5.	MATERIAL E MÉTODOS.....	29
6.	RESULTADOS.....	33
7.	DISCUSSÃO.....	36
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
8.	REFERÊNCIAS.....	46

1. INTRODUÇÃO GERAL

A Aquicultura é um dos setores de produção animal que mais cresce e em 2012 alcançou um recorde histórico em que produziu 66,6 milhões de toneladas de peixe, impulsionando o consumo mundial para 19,2 kg de peixe por pessoa (FAO, 2014). Entretanto no Brasil, que possui grande potencial para aquicultura, o consumo é de apenas 6 kg de peixe/ano por indivíduo (Cyrino e Fracalossi, 2013).

Neste contexto, os peixes nativos são importantes para alavancar a aquicultura nacional, pois apresentam resistência ao manejo, rápido crescimento, adaptação aos sistemas de cultivo, com carne de excelente qualidade e aceitação pelo consumidor (Signor et al., 2013).

Existem várias espécies nativas brasileiras com potencial para a piscicultura, entre as quais se destaca o jundiá, especialmente na Região Sul do Brasil, pois continua se alimentando e ganhando peso mesmo em baixas temperaturas, aceita dietas variadas, além de ser uma espécie com facilidade de reprodução e larvicultura (Fracalossi et al., 2007; Salhi et al., 2004).

Entretanto, para que a produção comercial dessa espécie seja bem sucedida e consolidada, o conhecimento dos diferentes aspectos relacionados a sua nutrição e alimentação é fundamental, pois possibilita que dietas balanceadas específicas, nutricionalmente completas e ambientalmente corretas sejam formuladas e fornecida aos peixes (Radunz Neto e Borba, 2013).

A formulação de rações tem como objetivo selecionar ingredientes que atendam às exigências nutricionais da espécie cultivada em determinada fase de desenvolvimento, de modo a maximizar seu desempenho zootécnico e os lucros da produção (Pastore et al., 2012).

Neste sentido, grande parte dos ingredientes utilizados em rações para aquicultura é oriunda de subprodutos da agricultura, abate de animais terrestres ou pesca (Pastore et al., 2013) sendo um desses subprodutos as farinhas.

Todavia, conhecer a digestibilidade dos nutrientes de uma matéria prima, é o primeiro passo quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão em rações para peixes (Cho, 1987).

A digestibilidade de uma ração é definida como a habilidade com que o animal digere e absorve os nutrientes e a energia contidos no mesmo (Andrigueto et. al., 1982).

Estudos para determinar as exigências nutricionais do jundiá foram feitos e contribuíram para o crescimento da produção desta espécie. Contudo, pesquisas com digestibilidade para o jundiá apresentam enfoque na avaliação de ingredientes proteicos de origem vegetal (Radunz Neto e Borba, 2013), evidenciando a necessidade de estudos que avaliem a digestibilidade de ingredientes de origem animal.

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar a digestibilidade e disponibilidade de nutrientes de alimentos proteicos de origem animal (farinha de peixes marinhos, farinha de resíduos de tilápia, farinha de vísceras de aves, farinha de penas, farinha de sangue, farinha de carne e ossos e farinha de salmão) para o jundiá *R. voulezi*.

2.1 Objetivos Específicos

- a) Determinar os coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes proteicos de origem animal (farinha de peixes marinhos, farinha de resíduos de tilápia, farinha de vísceras de aves, farinha de penas, farinha de sangue, farinha de carne e ossos e farinha de salmão) pelo jundiá *R. voulezi*;
- b) Avaliar a disponibilidade de minerais presentes nos alimentos de origem animal (farinha de peixes marinhos, farinha de resíduos de tilápia, farinha de vísceras de aves, farinha de penas, farinha de sangue, farinha de carne e ossos e farinha de salmão) para o jundiá *R. voulezi*;

- c) Verificar se há diferenças na capacidade de digestibilidade dos nutrientes de alimentos de origem animal (farinha de peixes marinhos, farinha de resíduos de tilápia, farinha de vísceras de aves, farinha de penas, farinha de sangue, farinha de carne e ossos e farinha de salmão) pelo jundiá *R. voulezi*.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Situação da Aquicultura

Em 2010 a aquicultura obteve produção que excedeu 60 milhões de toneladas (excluindo as plantas aquáticas), e gerou um montante de aproximadamente 119 bilhões de dólares FAO (2012). No ano de 2012 alcançou um recorde histórico com produção atingindo 90,4 milhões de toneladas, destes 66,6 milhões de toneladas de peixe e 23,8 milhões de toneladas de plantas aquáticas FAO (2014).

O consumo de peixes per capita mundial aumentou de 9,9 kg em 1960 para 19,2 kg em 2012 e este impressionante crescimento tem sido impulsionado pela combinação do aumento da renda e a urbanização, expansão da produção de peixes, crescimento populacional e canais de distribuição mais eficientes (FAO, 2014).

A Aquicultura é um dos setores de produção animal que mais cresce e segundo a FAO (2014), acredita-se que as atividades pesqueira e aquícola em 2021 sejam de 172 milhões de toneladas de peixes sendo, a maior parte proveniente da aquicultura, podendo, na próxima década, ultrapassar a produção de carne bovina, suína e avícola.

As expectativas do setor aquícola no Brasil para os próximos anos são promissoras, devido ao fato do país possuir uma costa marítima de aproximadamente 8,5 mil km e 12% de toda a água doce do mundo. (Flores e Pedroza Filho, 2013).

3.2 Espécie estudada: jundiá (*Rhamdia voulezi*)

Existem várias espécies nativas brasileiras com potencial para a piscicultura, entre as quais se destaca o jundiá, especialmente na Região Sul do Brasil (Baldisserotto e Gomes, 2005; Carneiro et. al., 2002; Fracalossi et. al., 2004).

De acordo com Baldisserotto e Radunz Neto (2004), o nome comum jundiá é dado aos peixes do gênero *Rhamdia*. Há outros nomes vulgares para

denominar esses peixes no Brasil, como jundiá-tinga, jandiatinga, mandi e sapipoca.

A espécie pertence à família *Heptapteridae* e a ordem dos Siluriformes (Bockmann e Guazzelli, 2003). É uma espécie endêmica da região sul da América Latina, sendo encontrada desde o México ao centro da Argentina (Carneiro et. al., 2003; Salhi et. al., 2004).

O jundiá é um peixe de couro, com o corpo alongado e crânio achatado, boca grande sem a presença de dentes com três pares de barbilhões sensitivos. Sua cor pode variar do marrom - avermelhado ao cinza, com a parte ventral do corpo mais clara (Gomes et. al., 2000). Suportam grandes variações de oxigênio, pH e temperatura da água, aceitam bem induções à desova com diversos tipos de hormônios, os ovos dos jundiás são demersais e não aderentes e cada quilo de peso vivo de fêmea produz em média 216.000 óvulos, que depois de fertilizados devem ser mantidos em incubadoras com renovação constante de água. O crescimento dos alevinos em viveiros é rápido, pois atingem 5 cm de comprimento em menos de 30 dias (Gomes et. al., 2000).

Quanto à qualidade como pescado, sua carne é de excelente sabor e não apresenta espinhas intramusculares, que são características desejadas pelo mercado consumidor (Fracalossi et. al., 2004). Esta espécie, apresenta hábito alimentar onívoro com tendência carnívora (Oliveira Filho e Fracalossi, 2006; Rodrigues et. al., 2012).

3.3 *Ensaio de Nutrição*

Para aproveitar o potencial produtivo do jundiá, além do conhecimento da biologia e do manejo, estudos sobre sua nutrição são essenciais para se intensificar e consolidar seu cultivo.

Nos últimos anos vários estudos estão sendo realizados com o jundiá, dentre os quais destacam-se os realizados por Moro et al., (2010), Pedron et al., (2011), Rodrigues et al., (2012), Rossato et al., (2013), Goulart et al., (2013), Martinelli (2013), Mombach et al., (2014), Pretto et al., (2014) Gominho-Rosa et al., (2014), Lovatto et al., (2014) entre outros.

A formulação de rações tem como objetivo selecionar ingredientes que atendam às exigências nutricionais da espécie cultivada em determinada fase de desenvolvimento, de modo a maximizar seu desempenho zootécnico e os lucros da produção (Pastore et. al., 2012).

Segundo Burkert et al. (2008) quando a ração é formulada e fornecida adequadamente, possibilita maior eficiência no uso de seus nutrientes tornando a composição química do corpo e da carne dos peixes mais apropriada para conservação e consumo humano. A ração pode representar entre 50 e 80% do custo operacional da piscicultura (Cyrino et al., 2010) e escolher ingredientes com maior digestibilidade possibilita melhora no crescimento e ganho em peso.

Neste sentido, grande parte dos ingredientes utilizados em rações para aquicultura é oriunda de subprodutos da agricultura, abate de animais terrestres ou pesca (Pastore et al., 2013) sendo um desses subprodutos as farinhas.

Os subprodutos de origem animal mais utilizado na formulação de rações para cultivo de organismos aquáticos no Brasil, são: a farinha de vísceras de aves, farinha de penas, farinha de sangue, farinha de carne e ossos e farinha do resíduo da filetagem de peixes marinhos capturados ou de peixes cultivados de água doce (Pastore et. al., 2012).

3.4 Alimentos proteicos de origem animal

3.4.1 Farinha de Peixe

A farinha de peixe é o principal ingrediente proteico de origem animal utilizado na fabricação de rações para peixes, devido a sua ótima palatabilidade e ao bom balanço de aminoácidos (Tacon, 1987; Liu et al., 2012), apresenta teores elevados de proteína, gordura e energia, nenhuma fibra e ainda, é rica em minerais (Pastore et. al., 2013).

Geralmente, é proveniente da pesca extrativa, em especial do grupo das anchovetas, sendo que a produção mundial flutua de acordo com a captura desta espécie (FAO, 2014). Entretanto, no Brasil, a farinha de peixe é

comumente produzida a partir de resíduos da filetagem (Boscolo et al., 2001) e da captura marginal da pesca marinha (Pastore et al., 2013).

No entanto, o rápido crescimento da aquicultura aliado a estabilização da captura de peixes utilizados na produção de farinha tem ocasionado um desequilíbrio na demanda e oferta no mercado internacional, levando a indústria de rações a buscar ingredientes alternativos com oferta mais previsível, sustentável e econômica (Pastore et al., 2013).

Neste sentido, muitos estudos têm sido realizados na tentativa de substituir a farinha de peixe por outros ingredientes proteicos como os realizados por Kitagima e Fracalossi (2011) para o bagre do canal, Silva et al., (2013) com a cachara, Schwertner et al., (2013) para o piavuçu, Bittarello et al., (2013) para a tilápia, Rossato et al., (2013) com o jundiá, entre outros.

3.4.2 Farinha de vísceras

O Brasil é o terceiro maior produtor avícola do mundo e produziu, no ano de 2009, cerca de 71,715 milhões de toneladas (UBA, 2009), gerando uma grande quantidade de resíduos que podem ser aproveitados pela indústria (Nunes et al., 2005).

De acordo com Miller e Boer (1988) 23,5% do peso vivo do frango é destinado a produção de farinhas para a alimentação animal, essa fração é composta pela cabeça (3,6%), pés (3,4%), e vísceras (12,0%).

A farinha de vísceras não deve conter penas, exceto aquelas que podem ocorrer de forma não intencional, resíduos de incubatórios e de outras matérias estranhas e ainda, não deve apresentar contaminação com casca de ovo (Bellaver, 2005).

Segundo Hertrampf e Piedad-Pascual (2000) a produção da farinha de vísceras é feita através de cocção pressurizada a vapor com temperaturas de 110 a 130 °C por 3 a 6 horas. Em seguida, a gordura é removida, o material residual é seco e posteriormente moído. Pastore et al., (2012) afirmam que a farinha de vísceras deve receber um tratamento com antioxidantes para garantir sua qualidade e estabilidade perante a oxidação da gordura.

De acordo com Rostagno et al., (2005) as farinhas de vísceras de aves devem conter $58,00 \pm 4,59\%$; $1,97 \pm 0,42\%$; $3,24 \pm 0,028\%$; $4,40 \pm 1,85\%$; $2,60 \pm 0,76\%$ de proteína bruta, metionina, lisina, cálcio e fósforo, respectivamente.

A inclusão de farinha de vísceras recomendada para rações de peixes onívoros e carnívoros segundo Hertrampf e Piedad-Pascual (2000), pode variar de 20 a 35%. Nos últimos anos, alguns trabalhos vem sendo realizados com a farinha de vísceras e entre eles destacam-se os desenvolvidos por Quintero-Pinto, (2008) para a tilápia, Schwertner et al., (2013) com piavuçu, Donadelli (2014) com o dourado e Portelina (2011) com o peixe rei.

3.4.3 Farinha de penas hidrolisadas

A farinha de penas hidrolisada é resultante da cocção sob pressão de penas limpas e não decompostas, obtidas no abate de aves, sendo permitida a participação de sangue desde que a sua inclusão não altere significativamente sua composição (Bellaver, 2005).

Segundo Pastore et al. (2012) as penas possuem 90% de proteína bruta, no entanto, devido ao alto teor de queratina, apresentam baixa digestibilidade.

A farinha de penas é rica em lisina e contém alto teor de proteína bruta, de 85% a 90% da proteína é queratina, que, em virtude da sua estrutura e da grande quantidade de aminoácidos sulfurosos, possui baixa solubilidade e elevada resistência a ação de enzimas, devendo então ser hidrolisada, a fim de ser metabolizada pelos animais (Scapim et al., 2003). Entretanto, Hertrampf e Piedad-Pascual (2000) salientam que a mesma é deficiente em histidina, metionina e triptofano.

A farinha de penas pode substituir parcialmente a farinha de peixes (Pastore et al., 2012). Em rações comerciais pode ser usada em níveis de inclusão entre 5 e 10%, sendo necessária a suplementação de aminoácidos (Hertrampf e Piedad-Pascual, 2000). A substituição da farinha de peixe pela farinha de penas foi avaliada por Guimarães et al., (2008) com a tilápia, Graeff e Mondardo (2006) com a carpa comum, Kitajima e Fracalossi (2011) com o bagre do canal, entre outros.

3.4.4 *Farinha de sangue*

A farinha de sangue é produzida a partir do sangue bovino e de aves secos (Pastore et al., 2013). O produto obtido é insolúvel em água, de cor vermelho escuro tendendo ao preto (Bellaver, 2005).

Segundo Pastore et al. (2012) a farinha de sangue possui alta velocidade de degradação e em apenas três meses a disponibilidade média de lisina pode diminuir de 65 para 25%. E ainda, de acordo com os autores, as inclusões não devem ultrapassar 5% para as fases iniciais e 10% para as fases de crescimento e terminação. É um produto que apresenta problemas de palatabilidade se usado em grandes quantidades (Bellaver, 2005).

Estudos avaliando a disponibilidade de nutrientes da farinha de sangue foram realizados por Portelinha (2011) com o peixe rei, Narvaez-Solarte (2006) para a tilápia, Silva et al. (2013) com a cachara e por Abmorad e Carneiro (2004) com o pacu.

3.4.5 *Farinha de Carne e Ossos*

Produto obtido em unidades industrializadoras de subprodutos de frigoríficos após a desossa parcial ou completa de carcaça de bovinos e suínos, bem como da coleta de resíduos em casas de carne, as quais podem ser processadas por fábricas de farinhas independentes (Eying et al., 2011).

É composta de ossos e resíduos de tecidos dos animais e não deve conter cascos, chifres, pelos, conteúdo estomacal, sangue e outras matérias-primas (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) - Instrução Normativa N° 34 de 28/05/2008). São classificadas de acordo com a proteína bruta; 35, 40 ou 45% (Pastore et al., 2012).

Segundo Hertrampf e Piedad-Pascual (2000) devido a alta concentração de matéria mineral, a inclusão da farinha de carne e ossos deve estar limitada a um máximo de 15%. A disponibilidade dos nutrientes da farinha de carne e ossos foi avaliada por Coldebela e Radunz Neto (2002) e Lazzari et al., (2006) para o jundiá e Silva et al., (2013) para a cachara.

3.4.6 Farinha de Salmão

Embora a farinha de salmão seja confeccionada com resíduos da filetagem, devido ao processamento e manuseio pode alcançar perfil nutricional semelhante a farinha de peixes inteiros (Pastore et al., 2013).

O processamento é realizado por extração mecânica do tecido limpo, seco e moído de peixes inteiros e em pedaços, com ou sem a extração de óleo (Olsen e Hassan, 2012).

A farinha de resíduos de salmão é um alimento com alto teor proteico (68,83%) com bons índices de disponibilidade de seus nutrientes. E pelo fato de ser um produto concentrado apresentando níveis de proteína, umidade, cinzas, pH e acidez mais relevantes que o pescado *in natura* (Lima et al., 2014).

A qualidade da farinha depende de vários fatores, tais como: temperatura na hora da captura, temperatura e tempo de armazenagem do peixe capturado precedendo seu processamento, tipo ou composição do peixe e método de pesca (Hertrampf e Piedad-Pascual, 2000).

Atualmente não há trabalhos que avaliem a utilização da farinha de salmão para peixes nativos, evidenciando a necessidade de pesquisa-la.

3.4.7 Farinha de resíduos de Tilápia

Segundo Boscolo et al., (2001) os resíduos da filetagem de tilápia podem atingir 66,5% da matéria-prima que é desperdiçada. Além disso, a transformação destes resíduos em farinha é uma opção de renda para as indústrias, podendo aumentar sua lucratividade (Boscolo et al., 2004).

A farinha de resíduos de tilápia é obtida a partir do cozimento, da prensagem e da moagem de vísceras, nadadeiras, cabeça e pele com escamas (Boscolo et al., 2005).

Boscolo et al., (2008) afirmaram que a farinha de resíduos da indústria de filetagem da tilápia, apresenta 50,37% de proteína bruta; 21,77% extrato etéreo; 18,75% de matéria mineral e também um excelente perfil de

aminoácidos, sendo classificada pelos mesmos autores como farinha de segunda qualidade por ser constituída por resíduos da indústria de filetagem ao contrário daquelas que são de primeira qualidade que atingem teores acima de 60% de proteína bruta e são obtidas a partir de peixes inteiros.

3.5 Digestibilidade

Ensaio de digestibilidade revelam dados sobre a disponibilidade dos nutrientes e energia de ingredientes e dietas utilizados na alimentação de peixes (Fracalossi et al., 2013).

Segundo Cho (1987), conhecer a digestibilidade dos nutrientes de uma matéria prima, é o primeiro passo quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão em rações para peixes. Sendo um importante indicador do valor nutricional dos alimentos e potencial indicador de efluentes no meio aquático (Boscolo et al., 2002) e fundamental para melhoria de sua eficiência alimentar (Biudes et al., 2009).

A digestibilidade de uma ração é definida como a habilidade com que o animal digere e absorve os nutrientes e a energia contidos no mesmo (Andrigueto et al., 1982). Segundo Santos (2007), a digestibilidade engloba dois processos: a digestão, onde ocorre a hidrólise das moléculas complexas dos alimentos, e a absorção de pequenas moléculas como aminoácidos e ácidos graxos, ocorrendo no intestino dos peixes.

Alguns fatores podem influenciar a digestibilidade de um ingrediente ou de uma dieta, como hábito alimentar, anatomia do sistema digestivo e metabolismo da espécie em estudo, além de características dos ingredientes, como origem (animal ou vegetal) e processamento (Cho e Bureau, 2001 e Cyrino et al., 2010).

O coeficiente de digestibilidade pode ser calculado por dois métodos, o indireto, em que a coleta de excretas é parcial, utilizando-se indicadores como substância referência, e o direto, no qual a quantificação do alimento ingerido e a coleta de excretas são totais (Pezzato et al., 1988; NRC, 1993).

O óxido de crômio é o indicador inerte mais usado em experimentos para a determinação da digestibilidade aparente em peixes (Smith e Lovell, 1973 e Degani et al., 1997). Em estudos utilizando óxido crômico como indicador, o nutriente componente da dieta é calculado por intermédio da taxa do indicador para o nutriente no alimento e nas fezes (Hanley, 1987). No entanto, também podem ser usados areia lavada em ácido, polietileno, carbonato de bário, entre outros (Tacon e Rodrigues, 1984).

Dado o pequeno número de trabalhos avaliando a digestibilidade de ingredientes pelo jundiá, uma área importante é a determinação da capacidade de aproveitamento dos ingredientes convencionais e não convencionais pela espécie (Radunz-Neto e Borba, 2013).

Teixeira et al., (2010) determinaram o coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos energéticos (fubá de milho, sorgo, farelo de arroz integral e quirera de arroz) para juvenis de surubim (*Pseudoplatystoma* sp), encontraram maior digestibilidade da matéria seca, da proteína bruta e energia bruta para o farelo de arroz (59,7%, 83,8%, 66,4%) e menor digestibilidade para o sorgo (38%, 81,1%, 47,8%).

Ono et al., (2008) estudaram a digestibilidade aparente de dietas práticas com diferentes relações energia:proteína (11, 10,1, 9, 8 kcal/energia digestível por grama de proteína bruta) e duas fontes de energia não-protéica (óleo de soja e gordura de aves) em juvenis de pirarucu (*Arapaima gigas*), observaram que a relação entre energia e proteína afeta a digestibilidade dos nutrientes e que juvenis de pirarucu digerem melhor o óleo de soja comparado a gordura de aves.

Gonçalves e Carneiro (2003) determinaram os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*), concluíram que a farinha de peixe foi o melhor ingrediente para o pintado (45,38% PD e 2790,42kcalED/kg), seguido do farelo de soja (30,86% PD e 2708,45 kcal ED/kg), da soja integral tostada (18,34% PD e 3121,06 kcal ED/kg), do milho (5,86% PD e 2691,53 kcal ED/kg) e do farelo de trigo (8,08% PD e 2265,13 kcal ED/kg).

Silva et al., (2013) avaliaram a digestibilidade de alguns ingredientes para o surubim *Pseudoplatistoma reticulatum*, entre os de origem animal, encontraram maiores valores de digestibilidade para proteína na farinha de vísceras (99,36%), carne e osso (87,36%) e farinha de peixe (82,84%) seguidas pelas farinhas de sangue (59,98%) e penas (19,75%).

Balen et al., (2014) avaliando a energia digestível do glicerol bruto para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e o jundiá (*Rhamdia quelen*) observaram que a digestibilidade e o conteúdo de energia digestível do glicerol bruto podem ser considerados excelentes, apresentando para energia CDA de 0,97 e 0,89, e 15,2 e 13,95MJ kg⁻¹ de energia digestível para o pacu e o jundiá, respectivamente.

Em relação aos trabalhos de digestibilidade específicos com o jundiá destacam-se os de Bergamin et al. (2013) que avaliaram a digestibilidade aparente de farelos vegetais (farelo de soja, farelo de canola e farelo de girassol), submetidos ou não a tratamento químico para extração de fatores antinutricionais. Observaram que a remoção dos fatores antinutricionais não afeta a digestibilidade aparente de proteína bruta, matéria seca e matéria orgânica dos farelos de soja e girassol, mas melhora a digestibilidade da matéria seca do farelo de canola pelo jundiá.

Similarmente, Oliveira Filho e Fracalossi (2006) avaliaram os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e energia de cinco ingredientes (farelo de soja, glúten de milho, farinha de resíduo de peixe, quirera de arroz e milho) para juvenis de jundiá e inferiram que, apesar do hábito alimentar onívoro, tem grande capacidade de digerir ingredientes proteicos e relativa dificuldade de digerir ingredientes energéticos, sugerindo que este peixe é onívoro com tendência a carnívora.

Coldebella e Radunz-Neto (2002) testaram diferentes fontes proteicas na alimentação de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) concluíram que o uso da farinha de carne e ossos é dispensável para os alevinos e que o farelo de soja usado em combinação com a levedura de cana, nos mesmos níveis, proporciona um bom desenvolvimento dos peixes.

Martinelli (2013) avaliou a dinâmica digestiva proteica e resposta de desempenho em jundiá (*Rhamdia quelen*) da farinha de peixe, farelo de soja, farelo de canola e ainda, adicionou o tanino como fonte proteica de rápida digestão e observou que a adição de tanino piorou a digestibilidade aparente dos nutrientes da ração.

Estudos para determinar as exigências nutricionais do jundiá foram feitos e contribuíram para o crescimento da produção desta espécie. Contudo, pesquisas com dietas práticas para o jundiá apresentam enfoque na avaliação de ingredientes proteicos de origem vegetal (Radunz Neto e Borba, 2013), evidenciando a necessidade de estudos que avaliem a digestibilidade de ingredientes de origem animal.

3.6 Referências

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. A. As bases e os fundamentos da nutrição animal. In: ANDRIGUETTO, J.M. (Ed.). *Nutrição animal*. São Paulo: Nobel. v.1,1982.

BALDISSEROTTO, B.; RADUNZ NETO, J. Criação do jundiá. Santa Maria: UFSM, 232p. 2004.

BALDISSEROTTO, B.; RADUNZ NETO, J. Jundiá (*Rhamdia sp.*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria: UFSM, p.303-325. 2005.

BOCKMANN, F. & GUAZZELLI, A.Y.G.M. Heptapteridae. In Check list of the freshwater fishes of South and Central America. (R.E. Reis, S.O. Kullander & C.J Ferraris Jr., orgs). EDIPUCRS, Porto Alegre, p. 406-431. 2003.

BALEN, Rafael Ernesto et al . Digestible energy of crude glycerol for pacu and silver catfish. Cienc. Rural, Santa Maria , v. 44, n. 8, 2014 .

BELLAVER, C. Limitações e vantagens do uso de farinhas de origem animal na alimentação de suínos e de aves. Versão atualizada para o 2º Simposio Brasileiro Alltech da Indústria de Alimentação Animal. Curitiba, Parana, 28 a 30 de agosto de 2005.

BERGAMIN, G. T. Digestibilidade aparente de farelos vegetais tratados para remoção de antinutrientes em dietas para jundiá. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 48, n. 8, Aug. 2013 .

BITTARELLO, A. C.; FRIES, E. M.; FINFLER, J. K.; SIVIDANES, V. P.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A. Farinha de minhoca para alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) *Agrarian*, 6(21), 2013.

BIUDES, J. F. V.; PEZZATO, L. E.; CAMARGO, A. F. M. Digestibilidade aparente da farinha de aguape em tilapias-do-nilo. *R. Bras. Zootec.*, v.38, n.11, p.20792085, 2009.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. et al. Farinhas de peixe, carne e ossos, vísceras e crisalida como atractantes em dietas para alevinos de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(5):1397-1402, 2001.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Vigosa, v. 31, n. 2, p. 539-545, 2002.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; BOMBARDELLI, R. A. Digestibilidade Aparente da Energia e Proteína das Farinhas de Resíduo da Filetagem da Tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da Corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e Farinha Integral do Camarão Canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a Tilapia do Nilo. *Revista Brasileira Zootecnia*, v.33, n.1, p.8-13, 2004.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; BOMBARDELLI, R. A.; REIDEL, A. Farinha de Resíduos da Filetagem de Tilapias na Alimentação de Tilapia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) na Fase de Reversão Sexual. *R. Bras. Zootec.*, v.34, n.6, p.1807-1812, 2005.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; FEIDEN, A.; MEURER, F.; SIGNOR, A.A. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da

farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilapias, para a tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Ciencia Rural*, v.38, n.9, p.2579-2586, 2008.

BURKERT, D. et al. Rendimentos do processamento e composição química de files de surubim cultivado em tanques-rede. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Vigosa, 37(7): 1137-1143,2008.

CARNEIRO, P.C.F.; BENDHACK, F.; MIKOS, J.D. et al. Jundia: um grande peixe para a região sul. *Panorama da Aquicultura*,v.12, n.69, p.41-46, 2002.

CARNEIRO, P.C.F.; MIKOS, J.D.; BENDHACK, F. 2003. Processamento: o jundia como matéria-prima. *Panorama da Aquicultura*, 13(78): 17-21. 2003.

CHO, C. H. La energía en la nutrición de los peces. In: *Nutrición en Acuicultura II*. ESPINOSA DE LOS MONTEROS, J.; LABARTA, U. (Ed.). *Nutrición en acuicultura I*. Madrid-España: 97-237. 1987.

CHO, C.Y.; BUREAU, D. A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. *Aquaculture Research*, v.32, p.349-360, 2001.

COLDEBELLA, I.J.; RADUNZ NETO, J. Farelo de soja na alimentação de alevinos de jundia, *Rhamdia quelen*. *Ciencia Rural*, v.32, n.3, p.499-503, 2002.

CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A. L. de A.; SADO, R. Y., BORGHESI, R. DAIRIKI, J. K. A piscicultura e o ambiente - o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. *R. Bras. Zootec.*, v.39, p.68-87, 2010.

DEGANI, G.; VIOLA, S.; YEHUDA, Y. Apparent digestibility of protein and carbohydrate in feed ingredients for adult tilapia (*Oreochromis aureus* X *O. niloticus*). *The Israeli Journal Aquaculture*, v.49, n.3, p.115-123, 1997.

DONADELLI, Renan Antunes. Farinha de vísceras de aves como fonte proteica alternativa na nutrição do dourado, *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816). 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo, Piracicaba, 2014.

EYNG, C.; NUNES, C. G. V.; NUNES, R. V.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F.

T.; VIEITES, F. M.; POZZA P. C. Composição química, valores energeticos e digestibilidade verdadeira dos aminoacidos de farinhas de carne e ossos e de peixe para aves. Revista Brasileira de Zootecnia, 40(3):575-580, 2011.

FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations). The state of World Fisheries and Aquaculture. Roma SOFIA, p. 24 - 26, 2012.

FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations). The state of World Fisheries and Aquaculture. Roma SOFIA, p. 3 - 26, 2014.

FLORES, Roberto Manolio Valladao; PEDROZA FILHO, Manoel Xavier. Como multiplicar os peixes? Perspectivas da aquicultura brasileira. Cienc. Cult., Sao Paulo, v. 65, n. 2, June 2013.

FRACALOSI, D.M.; MEYER, G.; WEINGARTNER, M. et al. Criação do jundia, *Rhamdia quelen*, e dourado, *Salminus brasiliensis* em viveiros de terra na regio Sul do Brasil. Acta Scientiarum, 26(3): 345-352. 2004.

GOMES, L.C.; GOLOMBIESKI, J.I.; GOMES, A.R.C.; BALDISSEROTTO, B. Biologia do jundia *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). Ciencia Rural, 30(1): 179-185. 2000.

GONÇALVES, E.G.; 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.779786, 2003.

GOULART, F. R.; SPERONI, C. S.; LOVATTO, N. M.; LOUREIRO, B. B.; CORREA, V.; RADUNZ-NETO, J.; SILVA, L. P. Atividade de enzimas digestivas e parametros de crescimento de juvenis de jundia (*Rhamdia quelen*) alimentados com farelo de linhaça in natura e demucilada. Semina:ciencias agrarias, 34(6), 2013.

GUEDES, D.S. Contribuição ao estudo da sistemática e alimentação de jundias (*Rhamdia spp*) na regio central do Rio Grande do Sul (Pices, Pimelodidae). Santa Maria. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia. Universidade Federal de

Santa Maria), 100 p. 1980.

GUIMARAES, I.G.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. et al. Amino acid availability and protein digestibility of several protein sources for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Nutrition*, v.14, p.396-404, 2008.

GRAEF, A.; MONDARDO, M. Substituição da farinha de peixes pela farinha de penas hidrolisada na alimentação da carpa comum (*Cyprinus carpio L*) na fase de recria. *Revista Ceres* 2006.

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

HERTRAMPF, J. W.; PIEDAD-PASCUAL, F. Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. 573 p.

KITAGIMA, R.E.; FRACALLOSSI, D.M. Digestibility of alternative protein-rich feedstuffs for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, v.42, p.306-312, 2011.

KIRSCHNIK, P. G. Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). 2007. 102 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura da UNESP, Campus Jaboticabal, 2007.

KUBITZA, F. Aproveitamento dos subprodutos do processamento de pescados. *Panorama da Aquicultura*, 16(94): 23-29, 2006.

LIU, X.; YE, J.; WANG, K.; KONG, J.; YANG, W.; ZHOU, L. Partial replacement of fish meal with peanut meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Research*, v. 43, p. 745-755, 2012.

LOVATTO, N. M.; SILVA, L. P.; LOUREIRO, B. B.; RODRIGUES, F.; GOULART, F. R.; PRETTO, A.; SPERONI, C. S.; RADUNZ-NETO, J.; LORO, V. Efeitos de dietas contendo concentrados proteicos vegetais no desempenho e atividade de enzimas digestivas de jundiá (*Rhamdia quelen*) Semina:

Ciencias Agrarias, Londrina, 35(2): 1071-1082, 2014.

GOMINHO-ROSA, M. DO C.; RODRIGUES, A.P. O.; MATTIONI, B.; FRANCISCO, A. DE; MORAES, G.; FRACALLOSSI, D. M. Comparison between the omnivorous jundia catfish (*Rhamdia quelen*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on the utilization of dietary starch sources: Digestibility, enzyme activity and starch microstructure. *Aquaculture*, 435:92-99, 2015.

MARTINELLI, S. G. 2013 Dinamica digestiva proteica resposta de desempenho de jundia. Dissertação de Mestrado em Zootecnia. Universidade Federal de Santa Maria), 63 p. 2013.

MILLER, E. L. & de BOER, F. Feedstuffs. 6. By-products of animal origin. *Livest. Prod. Sci.*, 19:159-195, 1988.

MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO - MAPA. Instrugao normativa no 34, de 28 de maio de 2008.

MOMBACH, P. I.; PIANESSO, D.; ADORIAN, T. J.;2, UCZAY, J.; LAZZARI, R.; Farinha de minhoca em dietas para juvenis de jundia. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiania, 44(2):151-157, 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1993. Nutrient Requirements of warm water fishes na shellfishes. Washington: National Academy Press. 102p.

NARVAEZ-SOLARTE, W.V. Avaliação nutricional de farinhas de sangue como alimento para a tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). 2006. Tese de Doutorado, Faculdade de Medicina Veterinaria e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, Brasil.

NUNES, R. V.; POZZA, P. C.; NUNES, C. G. V.; CAMPSTRINI, E.; KUHL, R.; ROCHA, L.; COSTA, F. G. P. Valores Energeticos de Subprodutos de Origem Animal para Aves. *Revista Brasileira de Zootecnia*.34(4):1217-1224, 2005.

OLIVEIRA FILHO, P.R.C.; FRACALLOSSI, D.M. Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.4, p. 1581-1587, 2006.

OLSEN, R. L.; HASAN, M. R. A limited supply of fishmeal: Impact on future increases in global aquaculture production. *Trends in Food Science & Technology*, v.27, p. 120 -128, 2012.

ONO, E. A.; NUNES, E. da S. S.; CEDANO, J. C. C.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Digestibilidade aparente de dietas praticas com diferentes relações energia:proteína em juvenis de pirarucu. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.43(2): 249-254, 2008.

PASTORE, C. G. S.; GAIOTTO, J. R.; RIBEIRO, F. A. S.; NUNES, J. P. FRACALOSSI, D. M.; CYRINO, J.E.P. (Org.). Formulação de rações e boas praticas de fabricação. In: *Nutriaqua: Nutrição e alimentação de especies de interesse para aquicultura brasileira*. Ed. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquatica, Florianopolis, Brasil, p. 295-345, 2012.

PASTORE, S. C. G.; GAIOTTO, J. R.; RIBEIRO, F. A. S.; NUNES, A. J. P. Formulação de Rações e Boas Praticas de Fabricação, *in*: FRACALOSSI, D. M.; CYRINO, J. E. P. *NUTRIAQUA: Nutrição e alimentação de especies de interesse para a aquicultura brasileira*. 1ª edição ampliada, Florianopolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquatica, 375 p. 2013.

PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C.; SILVEIRA, A.C. et al. Digestibilidade aparente de fontes proteicas pela tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), In: *SIMPOSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA*, 5., 1988, Florianopolis. Anais... Florianopolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1988. p.373-378.

PORTELINHA, Mauro Kaster. Substitution of fish meal by alternative sources of animal protein in the growing of peixe- rei (*Odontesthes bonariensis*) FINGERLINGS.. 2011. 53 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

QUINTERO-PINTO, L.G. Digestibilidade aparente de nutrientes e disponibilidade de fosfatos inorganicos, pela tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tres fases de desenvolvimento. 2008. Tese de Doutorado, Faculdade de Medicina Veterinaria e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

RADUNZ-NETO, J.; BORBA, M. R. Exigencias nutricionais e alimentação do jundia, *in*: FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. NUTRIAQUA: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. 1ª edição 24 ampliada, Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 375 p. 2013.

RODRIGUES A.P.O., GOMINHO-ROSA M.D.C., CARGNIN-FERRIRA E., DE FRANCISCO A. & FRACALOSSO D.M. Different utilization of plant sources by the omnivores jundia catfish (*Rhamdia quelen*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Nutrition*, 18: 65-72. 2012.

ROSSATO, S.; PRETTO, A.; FREITAS, I. L. de; BATTISTI, E. K.; LAZZARI, R.; RADUNZ-NETO, J. Addition of Jundia waste meal in diet: plasmatic biochemistry, hepatic and digestive parameters. *Cienc. Rural*, Santa Maria, 48(6), 2013.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S. & BARRETO, S.L.T. Tabelas Brasileiras para Aves e Sufnos. Composição de Alimentos e Exigencias Nutricionais. 3ª ed. Editora UFV/DZO, Minas Gerais, 186p. 2005.

SALHI, M.; BESSONART, M.; CHEDIAK, G. Growth, feed utilization and body composition of black catfish, *Rhamdia quelen*, fry fed diets containing different protein and energy levels. *Aquaculture*, 231(1): 435-444. 2004.

SANTOS, F. W. B. 2007. Nutrição de peixes de agua doce: definições, perspectivas e avanços científicos. I Simposio de Nutrição e Alimentação Animal, Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, Fortaleza, Ceara.

SCAPIM, M. R. S.; Loures, E. G.; Rostagno, H.; Cecon, P. R.; Scapim, C. A. Avaliação nutricional da farinha de penas e de sangue para frangos de corte submetida a diferentes tratamentos termicos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringa*, 25,(1):91-98, 2003.

SCHWERTNER, V.; DIEMER, O.; HIGUCHI, L. H.; KLEIN, S.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Substituição da farinha de peixe por farinha de vísceras de aves

na alimentação do piavugu *Leporinus macrocephalus*. *Cienc. anim. bras.*, Goiania, 14(3):318-322,2013.

SIGNOR, A., FEIDEN, A., BOSCOLO, W.R., SIGNOR, A.A., SARY, C., KLEIN, S. Eventos reprodutivos do jundia *Rhamdia voulezi* cultivados em tanques-rede. *Rev. Bras. Reprodução Anim.* 37, 272-277. 2013.

SILVA, T.S.C., Moro, G.V., Silva, T.B.A., Dairiki, J.K. and Cyrino, J.E.P. (2013), Digestibility of feed ingredients for the striped surubim *Pseudoplatystoma reticulatum*. *Aquaculture Nutrition*, 19: 491-498, 2013.

SMITH, B.W.; LOVELL, R.T. Determination of apparent protein digestibility in feeds for channel catfish. *Transaction of the American Fisheries Society*, v.4, p.831-835, 1973.

TACON, A.G.J. Nutrition and feeding of farmed fish and shrimp: a training manual. Redmond: Argent Laboratories Press, 1987. 454p

TACON, A.G.J.; RODRIGUES, A.M.P. Comparison of chromic oxide, crude fibre, polyethylene and acid-insoluble ash as dietary markers for the estimation of apparent digestibility coefficients in rainbow trout. *Aquaculture*.v.31: 391-399, 1984.

TEIXEIRA, E.A. et al. Coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos energeticos para juvenis de surubim. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.6, p.1180-1185, 2010.

UBA - Uniao Brasileira de Avicultura. Relatorio anual 2009. Brasilia 2009. Disponível em: <<http://www.uba.org.br>>.

CAPITULO I: Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes proteicos de origem animal para o jundiá *Rhamdia voulezi*

Resumo: O objetivo do presente estudo foi determinar os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE), do Cálcio (Ca), fósforo (P), Magnésio (Mg), Ferro (Fe) e do Zinco (Zn) foram determinados para farinha de resíduos de tilápia (FT), farinha de peixes marinhos (FPM), farinha de salmão (FS), farinha de vísceras (FV), farinha de carne e ossos (FCO), farinha de penas (FP) e farinha de sangue (FSG) para o jundiá, *Rhamdia voulezi* (285 ± 44,02g). A digestibilidade foi estimada pelo método indireto, utilizando-se óxido de crômio na concentração de 0,2% da dieta como indicador, efetuando-se a coleta de fezes por sedimentação. Entre os ingredientes testados, a farinha de vísceras (82,15%), de salmão (83,07%) e de sangue (77,36%), apresentaram semelhantes CDA da MS. Para PB os maiores CDAs foram apresentados pelas farinhas de vísceras (93,08%) e salmão (92,76%). Verificou-se que as farinhas de vísceras e de salmão apresentaram semelhante coeficiente para a fração ED e EE. Para a fração da MM, o alimento que apresentou o maior coeficiente de digestibilidade foi a farinha de penas (80,71%). Com relação a disponibilidade dos minerais, os ingredientes apresentaram CDAs intermediários. Os resultados deste estudo demonstram que o jundiá tem grande capacidade de digerir ingredientes proteicos de origem animal, principalmente a farinha de vísceras e farinha de salmão.

Palavras-chaves: peixe nativo, disponibilidade, ingredientes proteicos de origem animal

Abstract: The aim of this study was to determine the apparent digestibility coefficients of dry matter (DM), crude protein (CP), gross energy (GE), ether extract (EE) and mineral matter (MM) of seven ingredients: tilapia waste meal (FT), marine fish meal (FPM), salmon meal (FS), poultry meal (POM), meat and bone meal (MBM), feather meal (FM) and blood meal (FSG), were determined for silver catfish, *Rhamdia voulezi* (285 ± 44,02g). The digestibility was estimated by the indirect method using chromium oxide at a concentration of 0.2% of the diet as an indicator, we performed feces collection by sedimentation. Among the tested ingredients, the guts of the poltry meal (82.15%), salmon (83.07%) and feathers and blood (77.36%), showed similar MS CDA. PB for the largest CDAs were presented by the poltry meal (93.08%) and salmon (92.76%). It was found that the powders of poltry and salmon were similar coefficient for the ED and ES fraction. Regarding MM, food test that showed the highest digestibility coefficient was feather meal (80.71%). Regarding the availability of minerals, the ingredients showed intermediate CDAs. The results of this study demonstrate that the silver catfish has great ability to digest protein ingredients of animal origin, mainly poltry and salmon meal.

Keywords: native fish, disponibility, protein ingredients of animal origin

4. INTRODUÇÃO

A produção mundial de pescado tem crescido constantemente nas últimas cinco décadas com incremento médio anual de 3,2%. Dos 66,6 milhões de toneladas de peixes cultivados em 2012, dois terços foram produzidos a partir da aquicultura de água doce (FAO, 2014).

Na região sul do Brasil destaca-se o jundiá, um peixe nativo de água doce bastante apreciado para o consumo humano devido sua carne de excelente sabor e sem espinhas intramusculares (Salhi et al., 2004).

O jundiá tem despertado interesse de pesquisadores e piscicultores por apresentar boa taxa de crescimento, facilidade na reprodução e larvicultura, ampla adaptabilidade aos sistemas de cultivo e por aceitar rações artificiais (Fracalossi et al., 2004).

No entanto, para melhor aproveitar o potencial produtivo de espécies nativas como o jundiá e assegurar o cultivo sustentável são necessários estudos que avaliem seu desenvolvimento quanto a utilização de alimentação artificial, suas necessidades nutricionais e formas alternativas de dietas que melhor disponibilizem os nutrientes a estes (Gomes et al., 2000).

Neste sentido, conhecer a digestibilidade dos nutrientes de uma matéria prima, é o primeiro passo quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão em rações para peixes (Cho, 1987). Sendo um importante indicador do valor nutricional dos alimentos e potencial indicador de efluentes no meio aquático (Boscolo et al., 2002) e ainda, fundamental para melhoria de sua eficiência alimentar (Biudes et al., 2009).

Similarmente, estudar os minerais é de extrema importância, pois a ocorrência desses elementos, em quantidades necessárias, na dieta e/ou na água é essencial para o funcionamento do metabolismo dos peixes (Lovell, 1998).

No organismo animal, os minerais participam da formação dos ossos e de diferentes compostos orgânicos, tais como proteínas e lipídeos. Atuam na

manutenção da homeostase osmótica e o equilíbrio ácido-base e ainda, trabalham na contratilidade de músculos e transmissão dos impulsos nervosos (Guillaume et al., 1999).

Segundo Radunz-Neto e Borba (2013) as exigências em vitaminas e minerais ainda não são conhecidas para o jundiá e, até o presente, são poucos os estudos encontrados na literatura envolvendo a avaliação desses compostos na sua nutrição.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi determinar o valor nutritivo de alimentos de origem animal para o jundiá *Rhamdia voulezi* por meio da determinação do coeficiente da digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), cálcio, fósforo, ferro, zinco e magnésio da farinha de peixes marinhos, farinha de vísceras, farinha de resíduos de tilápia, farinha de salmão, farinha de carne e ossos, farinha de penas e farinha de sangue.

5. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, no Laboratório de Aquicultura do Grupo de Estudos em Manejo na Aquicultura-GEMAQ durante 70 dias e as análises das dietas e fezes foram realizadas no LQA -Laboratório de Qualidade de Alimentos do GEMAQ da Universidade Estadual do Oeste do Paraná UNIOESTE.

Para a realização do estudo foram utilizados 288 jundiás *R. voulezi* com peso médio de $285 \pm 44,02$ g e comprimento médio de $30,28 \pm 1,96$ cm, que foram distribuídos em tanques cônicos afunilados com capacidade de 500 litros, equipados com copos coletores na sua parte inferior, para acúmulo do material fecal. A unidade experimental foi constituída de um tanque cônico com 12 peixes.

Em cada tanque cônico, foi acoplado um tanque-rede circular, fabricado com tela de polietileno de malha de 2,5 cm entre nós e com 75,0 cm de altura por 78,0 cm de diâmetro. Os peixes foram alimentados três vezes ao dia até próximo à saciedade, as 11, 14 e 18 horas. Após a última alimentação, foi

acoplado o copo coletor de fezes por gravidade, onde permaneceram até a manhã do dia seguinte, quando foram realizadas as coletas das fezes de acordo com a metodologia indicada por Boscolo et al. (2002) e Pezzato et al. (2002).

Os tanques cônicos permaneceram interligados em um mesmo sistema de recirculação com filtragem biológica da água, durante todo o período experimental. O sistema de recirculação de água era composto por caixas de fibra de vidro com capacidade para 1.000L, onde foi instalado um termostato de 300 watts, regulado para manter a temperatura da água em 24,0 °C. O bombeamento da água para o sistema foi realizado por meio de bomba d'água de alta pressão.

Foram avaliados sete ingredientes proteicos de origem animal: farinha de vísceras de aves (FV), farinha de peixes marinhos (FPM), farinha de resíduos de tilapia (FT), farinha de salmão (FS), farinha de carne e ossos (FCO), farinha de penas (FP) e farinha de sangue (FSG) (Tabela 1). Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente, foi elaborada uma ração referência (Tabela 2). Desta ração derivaram-se mais sete rações contendo os ingredientes a serem testados. As sete dietas experimentais foram compostas de 30% do ingrediente teste e de 70% da dieta referência e como marcador inerte foi utilizado o óxido de cromo na proporção de 0,2% (Tabela 3).

Os ingredientes selecionados para a elaboração das rações foram moídos individualmente em moedor tipo martelo com peneira de malha 0,5 mm, pesados e homogêneos a seco em um misturador automático em "Y", acrescido o suplemento mineral e vitamínico. Para a mistura do óxido de cromo, foi realizada uma pré-mistura desse componente com os demais ingredientes e, posteriormente, homogêneo com o restante da dieta. A dieta farelada foi umedecida com 22% de água, extrusada com matriz de 3,0 mm e, em seguida, os peletes foram desidratados em estufa com ventilação forçada a 55,0 °C por 24 horas. A extrusão da ração foi realizada no laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos do Gemaq/Unioeste.

Tabela 1- Composição química dos alimentos utilizados nas rações experimentais (material seca)

Alimentos	MS (%)	PB (%)	EB (Kcal kg ⁻¹)	EE (%)	MM (%)	P (%)
Farinha de vísceras	92,83	58,31	4923	18,74	15,98	2,61
Farinha de peixes marinhos	92,27	58,49	4083	11,86	25,43	3,11
Farinha de salmão	90,40	72,43	4334	9,61	17,25	3,62
Farinha de penas	92,97	85,72	5232	4,64	2,57	0,64
Farinha de carne e ossos	94,04	47,95	4034	17,01	28,16	6,44
Farinha de resíduos de tilapia	94,27	55,45	5090	11,21	29,71	4,34
Farinha de sangue	94,04	85,81	3791	12,05	2,95	0,37

MS=materia seca; PB=protelna bruta; EB=energia bruta; EE=extrato etéreo; MM=matéria mineral e P=fosforo

Tabela 2 – Composição percentual e valores nutricionais da dieta referência e das dietas teste

INGREDIENTES	Quantidade (%)							
	RR	RFV	RFPM	RFT	RFCO	RFP	RFSG	RFS
Farelo de soja	48,92	34,24	34,24	34,24	34,24	34,24	34,24	34,24
Milho grão	22,19	15,53	15,53	15,53	15,53	15,53	15,53	15,53
Quirera de arroz	15,01	10,51	10,51	10,51	10,51	10,5	10,5	10,5
Farinha de peixes marinhos	2	1,4	31,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Farinha de vísceras de aves	3	32,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Óleo de soja	2,91	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04
Premix-APP	1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Calcário	0,8	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Sal comum	0,3	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Antifúngico	0,1	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Antioxidante	0,2	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Fósforo	0,6	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Cálcio	2,74	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92
Magnésio	0,14	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zinco	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Ferro	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Farinha de carne e ossos	-	-	-	-	30	-	-	-
Farinha de penas	-	-	-	-	-	30	-	-
Farinha de resíduos de tilápia	-	-	-	30	-	-	-	-
Farinha de salmão	-	-	-	-	-	-	-	30
Farinha de sangue	-	-	-	-	-	-	30	-
Total	100	100	100	100	100	100	100	100
NUTRIENTES								
Proteína bruta	31,58	43,51	38,97	47,1	38,07	36,95	48,29	40,96
Lipídeos	3,97	7,4	7,32	5,88	8,17	4,01	6,72	6,63
Matéria mineral	7,32	10,16	13,37	14,6	14,04	5,89	6,09	10,66
Matéria seca	91,9	91,87	91,81	92,66	91,98	90,29	91,49	91,45
Energia bruta (Kcal/kg-1)	4189	4489	4234	4508	4070	4175	4490	4332

RR= ração referência; RFPM= ração farinha de peixes marinhos; RFT= ração de farinha de resíduos de tilapia; RFCO= ração de farinha de carne e ossos; RFP= ração de farinha de penas e RFSG= ração de farinha de sangue. ^aNíveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 1.750.000UI; Vit. D3, 375.000UI; Vit. E, 20.000UI; Vit. K3, 500mg; Vit. B1, 2.000mg; Vit. B2, 2.500mg; Vit. B6, 2.500mg; Vit. B12, 5.000mg; Ac. Fólico, 625mg; Pantotenato Ca, 7.500mg; Vit. C, 37.500mg; Biotina, 50mg; Inositol, 12.500mg; Niacina, 8.750mg; Colina, 100.000mg; Co, 50mg; Cu, 1.250mg; Fe, 15.000mg; I, 100mg; Mn, 3.750mg; Se, 75mg; Zn, 17.500mg.

Tabela 3 - Composição química da ração referência e dietas teste com base em matéria seca.

DIETAS	MS (%)	PB (%)	EB (Kcal/kg-1)	EE (%)	MM(%)
Ração Referência	91,9	31,58	4189,5	3,97	7,32
Farinha de vísceras	91,87	43,51	4489	7,4	10,16
Farinha de peixes marinhos	91,81	38,97	4234	7,32	13,37
Farinha de salmão	91,45	40,96	4332	6,63	10,66
Farinha de resíduos de tilapia	92,66	47,1	4508,5	5,88	14,6
Farinha de carne e ossos	91,98	38,07	4070,5	8,17	14,04
Farinha de penas	91,49	48,29	4490	4,01	6,09
Farinha de sangue	90,29	36,95	4175	6,72	5,89

MS=materia seca; PB=proteína bruta; EB=energia bruta; EE=extrato etéreo e MM=matéria mineral

A temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica, da água das incubadoras durante o período experimental, foram aferidos diariamente e os valores médios foram $23,30 \pm 1,2$ °C; $7,88 \pm 0,5$; $5,23 \pm 0,50$ mg L⁻¹ e $13,68 \pm 0,12$ μS cm⁻¹, respectivamente, os quais permaneceram dentro dos valores recomendados para o jundiá (Maffezzoli e Nuner, 2006; Piedras et al., 2004).

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, energia e proteína das dietas-teste foram calculados segundo a fórmula descrita por Nose (1960):

CDA da dieta = $100 [1 - (\% \text{ Cr}_2\text{O}_3 \text{ na dieta} / \% \text{ Cr}_2\text{O}_3 \text{ nas fezes}) \times (\% \text{ nutriente ou energia nas fezes} / \% \text{ nutriente ou energia na dieta})]$.

No entanto, os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, energia e proteína dos alimentos foram calculados de acordo com a fórmula descrita por Cho e Slinger (1979):

CDA do alimento = $(\text{CDA da dieta-teste} - \text{CDA da dieta-referência}) \times (\% \text{ dieta-referência} / \% \text{ do ingrediente avaliado})$.

As avaliações físicas e químicas e de energia dos alimentos, rações experimentais e fezes foram realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade de Alimentos - LQA, da UNIOESTE, Toledo-PR, de acordo com os protocolos

aprovados pela AOAC (2005). O teor de matéria seca foi calculado usando estufa a 105 °C até peso constante, a matéria mineral por meio da calcinação das amostras a 550 °C enquanto que o teor de lipídeos foi acurado pela extração por meio de solvente (éter de petróleo) em aparelho específico para determinação de lipídeos. O teor de proteína foi aferido por meio do método Kjeldahl através de aparelho digestor e destilador.

Todas as determinações de minerais foram realizadas no Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências da UNESP, Botucatu-SP. Para determinação da concentração dos minerais contidos nos alimentos, rações e fezes, realizou-se a digestão nitroperclórica para posterior quantificação. O magnésio, cobre, zinco e ferro foram determinados por Espectrometria de Absorção Atômica em Chama (FAAS) segundo os procedimentos recomendados no manual do equipamento (Cookbook Shimadzu, 2002).

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, proteína bruta, do cálcio, ferro, zinco, magnésio, e fósforo dos ingredientes foram submetidos a análise de variância ANOVA. As médias dos CDA foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6. RESULTADOS

Diferenças estatísticas foram observadas entre todos os alimentos avaliados e as médias de digestibilidade aparente (%) e os valores nutricionais dos alimentos analisados referentes às frações de matéria seca (MS), matéria seca disponível (MSD), proteína bruta (PB), proteína bruta disponível (PBD), extrato etéreo (EE), extrato etéreo disponível (EED), matéria mineral (MM), matéria mineral disponível (MMD), energia bruta (EB em kcal ED/kg) e energia bruta disponível (EBD), são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Coeficiente de digestibilidade aparente e valores nutricionais de alimentos de origem animal para *R. voulezi*

	Alimentos						
	FV	FCO	FT	FPM	FS	FP	FSG
MS	82,15a	48,13c	64,81b	63,02b	83,07a	50,32c	77,36a
MSD	76,26a	45,26c	61,10b	58,15b	75,10a	46,78c	72,75a
PB	93,08a	78,27c	72,66c	82,35b	92,76a	83,71b	84,34b
PBD	54,27c	37,53d	40,29d	48,17d	67,19b	71,76a	72,37a
EB	87,47a	61,00c	70,26b	77,93b	79,76b	75,94b	76,85b
EBD	4306,15a	2460,74c	3576,23a	3181,88a	3456,80a	3973,18a	2913,38c
EE	91,54a	86,11b	68,12c	89,17b	93,19a	71,23c	84,68b
EED	17,15a	14,65b	7,64c	10,58bc	8,96c	3,31d	10,20bc
MM	38,33b	23,41d	80,71a	20,18d	48,89b	44,26b	46,90b
MMD	6,13bc	6,59bc	23,98a	5,13c	8,43b	1,14d	1,38d
PD	1,36c	3,59a	2,06b	1,47c	2,32b	0,42d	0,22d

FV: farinha de vísceras; FCO: farinha de carne e ossos; FT: farinha de tilápia; FPM: farinha de peixes marinhos; FS: farinha de salmão; FP: farinha de penas; FSG: farinha de sangue. MS: matéria seca; MSD: matéria seca digestível; PB: proteína bruta; PBD: proteína bruta digestível; EB: energia bruta digestível; EBD: energia bruta digestível; EE: extrato etéreo; EED: extrato etéreo digestível; MM: matéria mineral; MMD: matéria mineral digestível; Fósforo digestível. Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey 5%.

Com relação aos coeficientes de digestibilidade aparente dos ingredientes avaliados, pode-se inferir que as farinhas de vísceras (82,15%), salmão (83,07%) e sangue (77,36%), apresentam semelhantes CDAs da MS.

Os maiores valores de disponibilidade da MS foram observados para a farinha de vísceras (76,26), farinha de salmão (75,10) e farinha de sangue (72,75).

Pode-se verificar que as melhores médias de coeficiente de digestibilidade para a fração PB, foram apresentadas pelas farinhas de vísceras (93,08%) e salmão (92,76%) enquanto as piores foram observadas pelas farinhas de carne e ossos (78,27%) e farinha de resíduos de tilápia (72,66%). Entretanto, quando analisadas as frações de proteína bruta disponível observou-se que os maiores valores foram encontrados para a farinha de penas (71,76) e para a

farinha de sangue (72,37).

Houve diferença estatística para os CDAs entre todos os ingredientes testes analisados para energia bruta e os maiores valores foram observados para a farinha de vísceras de aves 87,47%.

Com exceção da farinha de sangue e da farinha de carne e ossos as farinhas de vísceras (4306,15), farinha de resíduos de tilápia (3576,23), farinha de peixes marinhos (3181,88), farinha de salmão (3456,80) e a farinha de penas (3973,18) apresentaram excelentes valores nutricionais de energia bruta disponível.

Com relação à matéria mineral, o alimento que apresentou o maior coeficiente de digestibilidade foi a farinha de resíduos de tilápia (80,71%) enquanto que a farinha de carne e ossos (23,41%) e de peixes marinhos (20,18%) apresentaram os menores valores ($p < 0,05$).

A matéria mineral foi melhor disponibilizada pela farinha de tilápia (23,98) e os ingredientes teste que apresentaram os menores valores de disponibilidade foram as farinhas de penas (1,14) e de sangue (1,38).

Conforme demonstrado na Tabela 5, entre os ingredientes testados, a maior digestibilidade do Mg (75,50%) foi obtida na farinha de resíduos de tilápia e a menor (44,87%), na farinha de carne e ossos.

Tabela 5 – Coeficientes de digestibilidade aparente dos minerais

Alimento	CDA%				
	Mg (%)	Ca(%)	Zn(%)	Fe(%)	P(%)
Farinha Peixe	49,83cd	58,80a	44,27bc	35,78b	51,99bc
Farinha Vísceras	64,42b	60,08a	50,22b	44,01a	55,71b
Farinha Tilápia	75,50a	56,69a	23,11d	34,74b	47,44c
Farinha Carne e ossos	44,87d	52,47ab	36,68c	15,67c	47,36c
Farinha Penas	52,23c	45,21b	39,39c	46,29a	63,97a
Farinha Sangue	56,40c	53,85ab	62,77a	38,68ab	65,05a
Farinha Salmão	65,52b	52,67ab	45,87bc	33,07b	58,39ab

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Para a digestibilidade do cálcio, as farinhas de peixe (58,80%), vísceras (60,08%) e tilápia (56,69%) foram as mais digestíveis e a de penas (45,21%) a menos digestível para esse mineral.

Os coeficientes de digestibilidade aparente quanto ao Zinco variaram de 23,11% (farinha de tilápia) a 62,77% (farinha de sangue).

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente do Ferro indicam que a farinha de vísceras e a de penas são os alimentos que melhor disponibilizaram esse mineral para o jundiá, 44,01 e 46,29% respectivamente.

Quanto à digestibilidade do fósforo, as farinha de penas (63,97%) e de sangue (65,05%) foram as mais digestíveis, enquanto a farinha de tilápia (47,44%) e a de carne e ossos (47,36%) foram as que menos disponibilizaram esse mineral para o jundiá.

7. DISCUSSÃO

Digestibilidade dos nutrientes

A digestibilidade da MS, foi estudada por Gonçalves e Furuya (2004) para outra espécie nativa, o piavuçu (*Leporinus Macrocephalus*) que observaram para a farinha de peixe 66,75% de digestibilidade sendo esse valor, similar ao encontrado nesse trabalho para farinha de peixes marinhos, sugerindo que como o piavuçu e o jundiá são espécies onívoras, elas aproveitam esse alimento de forma semelhante.

Comparando três diferentes fontes proteicas para alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*), Coldebella e Radunz Neto (2002) constataram que a farinha de carne e ossos foi o ingrediente que propiciou o menor CDA da MS (58,6%), fato que também ocorreu nesse trabalho. Os baixos CDAs da farinha de carne e ossos podem estar relacionados a qualidade desse ingrediente, o qual pode conter frações elevadas de ossos, um material muito menos digestível do que as proteínas musculares (NCR, 2011).

Entretanto, Lazzari et al., (2006) avaliaram diferentes ingredientes na alimentação de jundiá, entre eles, a farinha de carne e ossos, que mostrou-se eficiente quando combinada com o farelo de soja, proporcionando bom desenvolvimento e maior deposição de proteína e gordura no filé.

Oliveira Filho e Fracalossi (2006) trabalhando com *Rhamdia quelen* e Boscolo et al., (2008) estudando a tilápia (*Oreochromis niloticus*), avaliaram o potencial da inclusão da farinha de resíduos da filetagem da tilápia na alimentação dessas duas espécies e observaram coeficientes de digestibilidade da MS de 70,3 e 83,55% respectivamente, sendo esses valores, superiores aos encontrados nesse estudo. Esse resultado pode ser justificado pelo fato de que nesse trabalho a quantidade de MM da farinha de resíduos de tilápia (29,71%) foi maior que a encontrada por Oliveira e Fracalossi (25,20%) e Boscolo et al., (2008) (18,75%), sugerindo que maiores níveis de MM podem ter prejudicado os CDAs da MS.

Similarmente, Kitajima e Fracalossi (2011) trabalhando com bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), encontraram maiores valores de digestibilidade da farinha de penas para a fração da MS (88,3%), quando comparado a este estudo, sugerindo que essa espécie aproveita a farinha de penas de forma mais eficiente que o jundiá. Entretanto, os autores indicam cautela na inclusão da farinha de penas pois, mesmo apresentando bons valores de CDA, possui baixa palatabilidade e possui défices em histidina e lisina.

O CDA da PB da farinha de peixe deste trabalho (82,35%) foi similar ao encontrado por Gonçalves e Furuya (2004) com 80,38%, Silva et al., (2013) 82,84% e Kitajima e Fracalossi (2011) 89,5% que trabalharam com piavuçu, cachara e bagre do canal, respectivamente. Estes três experimentos, provavelmente, utilizaram farinha de peixe com padrões de qualidade semelhantes a utilizada neste experimento justificando assim a similaridade entre os resultados.

Segundo Boscolo et al., (2001) a produção de resíduos de frigoríficos de peixes principalmente a filetagem da tilápia, representa cerca de 62,5 e 66,5% da matéria-prima que é desperdiçada, sendo importante o processamento desses resíduos. Para esse ingrediente, o CDA da PB foi de (83,71%) sendo semelhante ao encontrado por Boscolo et al., (2008) que trabalharam com resíduos de filetagem de tilápia para a mesma espécie e encontraram CDAs da PB de 88,13 e Oliveira Filho e Fracalossi (2006) encontraram para juvenis de jundiá, valores de PB (85,00%).

Ao analisar o CDA da PB da farinha de vísceras, observa-se que o jundiá apresentou alta digestibilidade para essa fração (93,08%). Esse resultado, corrobora com o encontrado por Kitajima e Fracalossi (2011) que ao avaliarem a digestibilidade aparente de ingredientes de origem animal para o bagre do canal, observaram para farinha de vísceras, os maiores CDAs da proteína (90,6%), sendo similar ao encontrado por Rawles et al., (2010) para o sunshine bass que observaram um CDA para proteína superior a 87% e com o observado por Silva et al., (2013) que avaliaram os CDAs da proteína (99,36%) para a cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e encontraram os maiores

resultados também para esse ingrediente.

Entretanto, os resultados observados nesse estudo para o CDA da PB da farinha de vísceras, são superiores aos encontrados por Gonçalves e Carneiro (2003) que, trabalharam com pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*), encontraram valores de 61,59% e por Abimorad e Carneiro (2004) que trabalharam com pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e relataram 83,4% para o CDA da proteína.

Esses resultados sugerem que o jundiá aproveita a farinha de vísceras de maneira mais eficiente do que o pintado e o pacu, entretanto, segundo Hertrampf e Piedad-Pascal (2000), além das diferenças entre as espécies, a digestibilidade da farinha de vísceras também pode ser influenciada pela alta concentração de gordura, cinzas e fósforo total presente em sua composição.

Silva et al., (2013) observaram alto CDA da PB (87,36%) para a farinha de carne e ossos para a cachara, entretanto, no presente estudo, esse ingrediente apresentou o pior CDA da PB (78,27%) entre os todos alimentos avaliados. Diferenças entre as espécies e na composição do ingrediente como a quantidade de ossos e a quantidade de cinzas podem ter interferido nos valores dos coeficientes de digestibilidade desse nutriente.

A farinha de penas é uma das matérias-primas de origem animal de maior disponibilidade (Pastore et al., 2013). Para a fração da PB os resultados observados nesse trabalho foram superiores aos encontrados por Gonçalves e Carneiro (2003) que trabalhando com pintado encontraram 39,56% para PB e são similares aos encontrados por Abmorad e Carneiro (2004) para o pacu, peixe de mesmo hábito alimentar, os quais observaram 75,73% para proteína. Entretanto, os valores observados foram inferiores aos relatados para o bagre do canal por Kitajima e Fracalossi (2011) que observaram um alto CDA para PB 89,8% para a farinha de penas.

Apesar dos altos níveis de proteína, a farinha de penas possui deficiências nos teores de histidina, lisina, metionina e triptofano porém, pode substituir parcialmente farinha de peixe com níveis de inclusão entre 5 e 10% (Hertrampf e Piedad-Pascual, 2000).

Um ponto crucial da qualidade da farinha de penas e a concentração de gordura, níveis acima de 5% indicam contaminação por outros tecidos animais (Pastore et al., 2013), o que pode afetar os coeficientes de digestibilidade, entretanto, no presente estudo foram encontrados níveis de 4,64% (Tabela 1) evidenciando que a matéria-prima utilizada era de boa qualidade.

Para a fração de PB o jundiá apresentou maior CDA para a farinha de sangue (84,34%) que o pacu (57,72%) avaliado por Abmorad e Carneiro (2004), que a cachara (59,98%) observado por Silva et al., (2013) e que o pintado (73,47%) encontrado por Gonçalves e Carneiro (2003). Além das diferenças em relação a composição química dos alimentos, outro fator que dificulta a comparação dos valores de CDAs com os encontrados na literatura é a variabilidade de metodologias empregadas (Meurer et al. 2003).

A farinha de sangue deve ser utilizada com cautela em rações para peixes sendo recomendado que sua inclusão não ultrapasse 5% para rações iniciais e 10% em rações para crescimento e terminação de peixes pois, pode apresentar problemas de palatabilidade (Pastore et al., 2013).

Em relação a fração energética a farinha de vísceras foi o ingrediente que propiciou o melhor CDA para o jundiá (87,47%) enquanto o pior CDA da EB foi observado para a farinha de carne e ossos (61%), os demais ingredientes apresentaram valores intermediários para EB.

Os resultados encontrados para EB (87,47%) da farinha de vísceras são similares aos encontrados por Kitajima e Fracalossi (2011) (90,07%) para o bagre do canal e por Silva et al., (2013) para a cachara (86,25%). Entretanto, os resultados observados nesse estudo são superiores aos encontrados por Gonçalves e Carneiro (2003) que para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) (48,98%) e também foram superiores aos encontrados por Abimorad e Carneiro (2004) para o pacu (69,99) e esses resultados indicam que o jundiá aproveita a farinha de vísceras de maneira mais eficiente do que o pintado e o pacu.

A EB da farinha de tilápia apresentou um CDA de 75,94%. Oliveira e Fracalossi (2006) encontraram para juvenis de jundiá (78,5 g), valores de 67,40% de EB, sendo esse valor inferior ao encontrado nesse trabalho. Essas

diferenças podem ter sido ocasionadas devido aos diferentes tamanhos dos peixes utilizados.

Boscolo et al., (2008) avaliando os CDAs da farinha de resíduos de tilápia para a tilápia, encontraram valores superiores aos relatados nesse estudo (84,74%). Essa diferença pode ser explicada pelas distintas características morfológicas das espécies pois, de acordo com Pedrotti (2011) o jundiá possui morfologia gastrointestinal semelhante a uma espécie carnívora, com intestino curto. Porém a tilápia, um onívoro típico, possui intestino longo e essa característica favorece a digestibilidade dos alimentos, resultando em melhores coeficientes de digestibilidade aparente.

O resultado observado no presente estudo para a fração EB da farinha de peixes (77,93%) foi similar ao encontrado por Silva et al., (2013) que trabalhando com cachara encontraram CDA próximo para a energia (78,59%), e similar ao encontrado por Kitajima e Fracalossi (2011) que avaliaram a digestibilidade da farinha de peixe, para o bagre do canal encontraram um CDA de 82,01%.

Segundo Pastore et al., (2013) o nível de inclusão da farinha de peixe depende de vários fatores, como estágio de desenvolvimento do peixe, espécie, hábito alimentar e sistema de produção, podendo variar de 2 a 50%.

A farinha de carne e ossos apresentou o pior CDA correspondente a fração energética (61,00%). Entretanto, Silva et al. (2013) encontraram para a cachara altos CDAs (93,63%) para esse mesmo ingrediente. Segundo Cyrino et al. (2010) a digestibilidade de um ingrediente ou de uma dieta pode ser influenciada pelo hábito alimentar, anatomia do sistema digestivo e metabolismo da espécie em estudo e ainda, de acordo com Hertrampf e Piedad-Pascual (2000) devido a alta concentração de matéria mineral, a inclusão da farinha de carne e ossos deve estar limitada a um máximo de 15%. No presente estudo, a taxa de inclusão foi de 30%, o dobro do valor recomendado pela literatura, o que pode ter contribuído para os baixos coeficientes de digestibilidade apresentados pelo jundiá para esse ingrediente.

O resultado observado para a disponibilidade da EB da farinha de penas foi

superior ao encontrado por Gonçalves e Carneiro (2003) que trabalharam com pintado e encontraram para a fração da EB 51,26%. No entanto, é inferior ao encontrado por Abmorad e Carneiro (2004) para o pacu, peixe de mesmo hábito alimentar, os quais observaram 79,52% para energia. E também, inferior ao valor observado para o bagre do canal por Kitajima e Fracalossi (2011) que encontraram um CDA da EB de 87,20%.

O coeficiente de digestibilidade aparente da EB da farinha de sangue, foi relatado por Abmorad e Carneiro (2004) para o pacu (67,41%) sendo esse valor, inferior ao encontrado nesse estudo. Todavia, o pintado parece aproveitar melhor a fração energética desse nutriente que o jundiá (76,85%) pois, Silva et al. (2013) trabalhando com esta espécie, observaram valores para os CDA da EB de 84,61%.

A farinha de sangue é um produto que apresenta problemas de palatabilidade se usado em grandes quantidades (Bellaver, 2005). Sendo a palatabilidade um importante fator a ser considerado, uma vez que, independentemente de quão satisfatória for a digestibilidade do ingrediente, se o mesmo reduz a ingestão alimentar, seu valor e uso devem ser limitados (Fracalossi et al., 2013).

A farinha de Salmão apresentou os melhores CDAs para as frações de MS (83,07%), PB (92,76%), e EE (93,19%) valores semelhantes ao encontrado para farinha de vísceras.

Como são raros os registros sobre digestibilidade da farinha de salmão, as comparações devem ser feitas com a farinha de peixe. Nesse sentido, Oliveira Filho e Fracalossi (2006) encontraram para juvenis de jundiá, valores de PB (85,00%), MS (70,30%) e EB (67,40%), enquanto, Gonçalves e Furuya (2004), trabalharam com o piavuçu, encontraram 66,75% para MS e 80,38% para PB, sendo esses valores inferiores aos encontrados nesse trabalho.

Embora a farinha de salmão seja confeccionada com resíduos da filetagem, devido ao processamento e manuseio pode alcançar perfil nutricional semelhante a farinha de peixes inteiros (Pastore et al., 2013), evidenciando que sua inclusão pode ser uma alternativa a substituição da farinha de peixe,

no entanto, o seu uso deve ser racionado devido ao seu alto custo.

Observa-se na tabela 4 que os coeficientes de digestibilidade aparente nem sempre representam o valor nutricional dos alimentos. Os coeficientes mesmo diferentes entre si podem apresentar semelhantes valores nutricionais bem como coeficientes de digestibilidade semelhantes podem apresentar diferentes valores nutricionais, ou seja, por mais que um alimento possa ter um alto coeficiente de digestibilidade é importante observar sua disponibilidade.

Coeficientes de digestibilidade dos minerais

A importância dos minerais em dietas para peixes foi comprovada através de pesquisas que demonstraram que a deficiência de qualquer um deles na água, ou na dieta, pode causar disfunções biológicas de algum tipo como retardo no crescimento, baixa eficiência alimentar, catarata entre outros.

Entretanto, o excesso de minerais na dieta pode ser tóxico, pois existe uma grande interação entre os minerais que competem entre si por sítios de ligação em moléculas transportadoras, de armazenamento e em enzimas, sendo que essas interações podem ser antagonista ou sinergista, e em alguns casos, para que haja o correto metabolismo de determinado mineral, há exigência nutricional de outro mineral (Borba; Sa e Abreu, 2013).

As exigências em minerais ainda não são conhecidas para o jundiá e, até o presente, são poucos os estudos encontrados na literatura envolvendo a avaliação desses compostos em sua nutrição (Radunz Neto e Borba, 2013). Por esse motivo, de acordo com os mesmo autores, é recomendável que se utilize das exigências apresentadas pelo bagre do canal contidas no NCR, (2011) para esses micronutrientes.

Embora sejam escassas, as pesquisas nessa área, estão concentradas nos macrominerais, como cálcio e fósforo (Boscolo et al., 2011) que são responsáveis pela manutenção do equilíbrio ácido-base dos fluidos corporais (Santos e Oba, 2009).

A quantidade do mineral no alimento que é efetivamente aproveitada pelo organismo animal, ou seja, a sua biodisponibilidade, varia em função de fatores tais como níveis de ingestão, forma química, digestibilidade da dieta, tamanho da partícula, interação com outros nutrientes, presença de ligantes positivos e negativos, estado fisiológico do animal, química da água, processamento da dieta e espécie animal considerada (Borba; Abreu e Sa, 2013).

Segundo a NRC (1993) as exigências de fósforo total pelos peixes variam de 0,24 a 1,2%. No entanto, na prática, é comum utilizar dietas com valores de fósforo disponível acima das exigências, principalmente pelo fato de serem utilizadas fontes proteicas de origem animal com elevado teor de cinzas (Furuya et al., 2008). Assim, informações sobre os requisitos de fósforo dietético para cada espécie de peixe e a disponibilidade desse nutriente nos alimentos são fundamentais para a formulação de dietas de baixo custo e que minimizem a excreção para o meio aquático (Amirkolaie, 2011), visto que o fósforo destaca-se por ser o principal agente eutrofizante (Diemer et al., 2014).

Neste trabalho, a maior disponibilidade de fósforo foi observada para as farinhas de penas (63,97%) e sangue (65,05%) que apresentaram também, as menores quantidades de fósforo total e MM em suas composições (Tabela 1). Entretanto, os menores CDAs do fósforo foram observados nas farinhas de tilápia e carne e ossos que por sua vez, apresentaram as maiores concentrações de Fósforo total e MM. Esse resultado, corrobora com Rodehutscord et al. (2000), os quais observaram que a disponibilidade de P é dependente da concentração da MM e do P no ingrediente, sendo mais elevada em ingredientes de menor teor de MM e P.

Com relação aos CDAs do cálcio, os maiores valores foram observados para as farinhas de peixes marinhos, resíduos de tilápias e vísceras.

Copatti et al., (2005) avaliaram a suplementação de cálcio (0,8; 6,4; 9,5; e 23,9 g Ca^{2+}/kg) na dieta para alevinos de jundiá, expostos a diferentes concentrações de pH (5,5; 7,5; e 9,0). A suplementação de cálcio na dieta não amenizou os efeitos negativos do pH da água, que, mesmo não influenciando na sobrevivência, refletiram em redução do crescimento dos peixes. Esses autores observaram que em pH neutro a exigência de cálcio para alevinos de

jundiá está entre 0,8 e 6,4g/Kg.

A absorção de cálcio pelos peixes pode variar em função da espécie e de alguns fatores ambientais, como o nível de concentração do mineral na água e na dieta, a temperatura e o pH da água (Miranda et al., 2000). Sugiura et al., (1998) ressaltaram ainda que valores baixos de disponibilidade do cálcio, distinto de outros minerais, pode ser em função da regulação da absorção, ou mesmo pelo fato do cálcio precipitar no lumen intestinal na forma de fosfato de cálcio, inibindo sua absorção.

O maior CDA do mineral Magnésio foi encontrado para a farinha de tilápia (75,50%) e o menor foi observado para a farinha de carne e ossos (44,87%). Isso pode estar relacionado com o fato da farinha de carne e ossos apresentar a maior quantidade de fósforo total em sua composição dentre os alimentos avaliados (Tabela 1). Uma vez que, segundo Chamber (2008) o excesso de fósforo interfere negativamente na disponibilidade do magnésio, e ainda, fatores como a baixa palatabilidade e a grande concentração de matéria mineral (28,16%) presente em sua composição, podem também comprometer a disponibilidade dos nutrientes desse alimento.

A maior parte do magnésio presente nos peixes está localizada nos ossos (Ye et al., 2010). Esse mineral participa de diferentes reações no metabolismo intermediário, atuando também no metabolismo do tecido esquelético e na transmissão neuromuscular, e a sua exigência em peixes de água doce esta compreendida entre 400 a 800mg/kg (Borba; Sa e Abreu, 2013).

De acordo com Lall (2002), a deficiência de magnésio pode acarretar redução no crescimento, convulsões, anorexia, deformidade do esqueleto e catarata. Entretanto, a alta concentração desse mineral pode interferir negativamente na utilização de outros, tais como cálcio e fósforo (Ye et al., 2010).

O zinco participa como componente ativo ou cofator em importantes sistemas enzimáticos, com função essencial no metabolismo dos lipídios, proteínas e carboidratos, sendo ativo na síntese e metabolismo dos ácidos nucleicos (RNA) e proteínas, e ainda, componente essencial em mais de 80

metaloenzimas (TACON, 1990). A exigência de zinco em dietas para peixes confinados varia entre 15 a 67mg/kg (Borba; Sá e Abreu, 2013).

No presente estudo, a farinha de sangue apresentou os menores valores para o zinco (62,77%) enquanto a farinha de resíduos de tilápia mostrou as menores concentrações para esse mineral (23,11%). Esses valores distintos podem ser justificados de acordo com Chamber (2008) o qual relata que o excesso de fósforo interfere negativamente na disponibilidade do Zinco, o que pode ser observado no presente estudo. Enquanto, a farinha de sangue possui apenas 2,95% de MM e 0,37% de Fósforo total a farinha de resíduos de tilápia possui 29,71% e 4,34% respectivamente.

Porn-Ngam et al., (1993), avaliando juvenis de truta arco íris observaram que o maior crescimento dos peixes ocorreu no grupo que foi alimentado com a dieta com relação Ca;P disponível de 1:1. Quando mais fósforo foi adicionado a dieta houve prejuízo na absorção de zinco, corroborando ao observado nesse estudo.

O ferro destaca-se por sua participação no processo de respiração celular, na cadeia transportadora de elétrons, sendo essencial na produção de ATP (Borba; Breu e Sa, 2013).

A deficiência de ferro não é um problema em sistemas aquáticos, uma vez que a água e os ingredientes da dieta suprem as quantidades de ferro requeridas para as necessidades fisiológicas dos peixes. Por isso, em geral, as dietas comerciais apresentam 150 a 800mg/kg (Lall, 2002).

Para o jundiá, foi observada uma melhor disponibilidade de ferro nas farinhas de vísceras e penas e com exceção da farinha de carne e osso, os demais ingredientes apresentaram CDAs intermediários para o ferro.

Os baixos coeficientes de digestibilidade da farinha de carne e ossos podem estar relacionados a grande quantidade de matéria mineral (28,16%) e fósforo total presentes em sua composição e devido a esse fato Hertrampf e Piedad- Pascual (2000) limitam a sua inclusão a um máximo de 15%.

Na farinha de peixe a concentração de ferro pode variar de 100 a 800mg/kg

(Borba; Abreu e Sa, 2013). Os maiores níveis de ferro na farinha de peixe se devem geralmente a contaminação da farinha durante o processo de fabricação (Maage e Sveier, 1998).

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados observados pode-se inferir que a farinha de vísceras, seguida da farinha de salmão, apresentou os melhores coeficientes de digestibilidade aparente, enquanto a farinha de carne e ossos de maneira geral apresentou os piores CDAs para o jundiá (*Rhamdia voulezi*).

9. REFERÊNCIAS

ABIMORAD, E.; CARNEIRO, D.J. Fecal collection methods and determination of crude protein and of gross energy digestibility coefficients of feedstuffs for pacu, *Piaractus mesopotamicus* (HOLMBERG, 1887). Revista Brasileira de Zootecnia, v.33 n.5, p.1101-1109, 2004.

AMIRKOLAIE, A.K. Reduction in the environmental impact of waste discharged by fish farms through feed and feeding. *Revista. Aquaculture.*, v.3, p.19-26, 2011.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS AOAC Official Method of Analysis, 18 ed. Washington DC, USA, 2005.

BELLAVER, C. Limitações e vantagens do uso de farinhas de origem animal na alimentação de suínos e de aves. Versão atualizada para o 2º Simposio Brasileiro Alltech da Indústria de Alimentação Animal. Curitiba, Parana, 28 a 30 de agosto de 2005.

BIUDES, J. F. V.; PEZZATO, L. E.; CAMARGO, A. F. M. Digestibilidade aparente da farinha de aguapé em tilapias-do-nilo. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.11, p.2079-2085, 2009.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. et al. Farinhas de peixe, carne e ossos, vísceras e crisalida como atractantes em dietas para alevinos de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia, 30(5):1397-1402, 2001.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 539-545, 2002.

CHAMBER, C. R. Exigência de fósforo para tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na terminação. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UEM, Maringá, PR, Brasil, 2005.

CHO, C. H. La energia en la nutricion de los peces. In: Nutricion en Acuicultura II. ESPINOSA DE LOS MONTEROS, J.; LABARTA, U. (Ed.). Nutricion en acuicultura I. Madrid-Espana: 97-237. 1987.

CHO, C.Y.; SLINGER, S.J. Apparent digestibility measurement in feedstuffs for rainbow trout. In: FINFISH NUTRITION AND FISHFEED TECHNOLOGY, 1979, Berlim. Anais... Berlim: 1979. v.2, p.239-247.

COLDEBELLA, I.J.; RADUNZ NETO, J. Farelo de soja na alimentação de alevinos de jundia, *Rhamdia quelen*. Ciencia Rural, v.32, n.3, p.499-503, 2002.

COPATTI, C.E.; COLDEBELLA, I. J.; RADUNZ NETO, J.; GARCIA, L. O.; ROCHA, M. C.; BALDISSEROTTO, B. Effect of dietary calcium on growth and survival of Silver catfish fingerlings, *Rhamdia quelen* (heptapteridae, exposed to different water pH. Aquaculture nutrition v11, 345-350, 2005.

DIEMER, O. et al. Fosforo na alimentação de pacus criados em tanques- rede. Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária Zootecnia, Belo Horizonte , v. 66, n. 4, Aug. 2014.

FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations). The state of World Fisheries and Aquaculture. Roma SOFIA, p. 3 - 26, 2014.

FRACALLOSSI, D.M.; MEYER, G.; WEINGARTNER, M. et al. Criação do jundia, *Rhamdia quelen*, e dourado, *Salminus brasiliensis* em viveiros de terra na região Sul do Brasil. *Acta Scientiarum*, 26(3): 345-352. 2004.

FURUYA, W. M.; FUJII, K. M.; SANTOS, L. D. DOS; SILVA, T. S. DE; SILVA, L. C. DA; MICHELATO, M. Exigência de fósforo disponível para tilápia-do-nylo (35 a 100 g). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.6, p.961-966, 2008.

GONÇALVES, G.S.; FURUYA, W.M. Digestibilidade aparente de alimentos pelo piavuçu, (*Leporinus macrocephalus*). *Acta Scientiarum*. v.26, n.2, p.165-169, 2004.

GOMES, L.C.; GOLOMBIESKI, J.I.; GOMES, A.R.C.; BALDISSEROTTO, B. Biologia do jundia *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). *Ciencia Rural*, 30(1): 179-185. 2000.

GONÇALVES, E.G.; 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.

HERTRAMPF, J. W.; PIEDAD-PASCUAL, F. Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 573 p. 2000.

KAUSHIK, S.J.; SEILIEZ, I. Protein and amino acid nutrition and metabolism in fish: current knowledge and future needs. *Aquaculture Research*, v.41, p.322-332, 2010.

KITAGIMA, R.E.; FRACALLOSSI, D.M. Digestibility of alternative protein-rich feedstuffs for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, v.42, p.306-312, 2011.

LALL, S.P., 2002. The Minerals, in: Halver, J.E., Hardy, R.W. (Eds.), Fish

Nutrition. Academic Press, San Diego, CA, pp. 260-308.

LAZZARI et al 2006 Diferentes fontes proteicas para a alimentação do jundia (*Rhamdia quelen*). Ciencia Rural, v.36, n.1, jan-fev, 2006. Ciencia Rural, Santa Maria, v.36, n.1, p.240-246, jan-fev, 2006.

LIU, X.; YE, J.; WANG, K.; KONG, J.; YANG, W.; ZHOU, L. Partial replacement of fish meal with peanut meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture Research, v. 43, p. 745-755, 2012.

MAFFEZZOLLI, G.; NUNER, A. P. O. Crescimento de alevinos de jundia, *Rhamdia quelen* (Pisces, Pimelodidae), em diferentes concentrações de oxigenio dissolvido. Acta Scientiarum Biology, v.28, p.41-45, 2006.

MAAGE, A.; SVEIER, H. Addition of dietary iron (III) oxide does not increase iron status of growing Atlantic salmom. Aquaculture International, v.6 p. 249-252, 1998.

MIRANDA, E. C. DE.; PEZZATO, A. C.; PEZZATO, L. E.; GRANER, C. F.; ROSA, G. J.; PINTO, L. G. Q. Relação Calcio/Fosforo Disponível em Rações para Tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) Revista brasileira de zootecnia, 29(6):2162-2171, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient Requirements of fish and shrimp. The national academies press, Washington DC, USA. 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient Requirements of warm water fishes na shellfishes. Washington: National Academy Press. 102p. 1993.

NAYLOR, R.L. et al. Effect of aquaculture on world fish supplies. Nature, v.405, n.29, p.1017-1024, 2000.

NOSE, T. On the digestion of food protein by gold-fish (*Carassius auratus* L.) and rainbow trout (*Salmo irideus* G.). Bulletin Freshwater Fish, v.10, p.11-12, 1960.

OLIVEIRA FILHO, P.R.C.; FRACALLOSSI, D.M. Coefi cientes de digestibilidade

aparente de ingredientes para juvenis de jundia. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.4, p. 1581-1587, 2006.

PASTORE, S. C. G.; GAIOTTO, J. R.; RIBEIRO, F. A. S.; NUNES, A. J. P. Formulação de Rações e Boas Práticas de Fabricação, *in*: FRACALOSSI, D. M.; CYRINO, J. E. P. NUTRIAQUA: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. 1ª edição ampliada, Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 375 p. 2013.

PEDROTTI, F. S. Microbiota intestinal de jundia (*Rhamdia quelen*) e tilapia (*Oreochromis niloticus*) alimentados com diferentes fontes de carboidrato. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Florianópolis, 2011.

PIEDRAS, S. R. N.; MORAES, P. R. R.; POUHEY, J. L. O. F. Crescimento de juvenis de jundia *Rhamdia quelen* de acordo com a temperatura da água. Boletim Instituto de Pesca, v.30, p.177-182, 2004.

PEZZATO, L. E., MIRANDA, E. D., BARROS, M. M., PINTO, L. G. Q., FURUYA, W. M., & PEZZATO, A. C. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia, 31(4), 1595-1604, 2002.

PORN-NGAM, N., Satoh, S., Takeuchi, T. & Watanabe, T. Effect of the ratio of phosphorus to calcium on zinc availability to rainbow trout in high phosphorus diet. Fisheries Sci., 59, 2065-2070. 1993.

RAWLES, S.D., THOMPSON, K.R., BRADY, Y.J., METTS, L.S., GANNAM, A.L., TWIBELL, R.G. and WEBSTER, C.D. A comparison of two faecal collection methods for protein and amino acid digestibility coefficients of menhaden fish meal and two grades of poultry by-product meals for market-size sunshine bass (*Morone chrysops* * *M. saxatilis*). Aquaculture Nutrition, 16: 81-90. 2010.

RODEHUTSCORD, M.; GREGUS, Z.; PFEFFER, E. 2000. Effect of

phosphorus intake on faecal and non-faecal phosphorus excretion in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and the consequences for comparative phosphorus availability studies. *Aquaculture*, 188: 383-398.

SALHI, M.; BESSONART, M.; CHEDIAK, G. Growth, feed utilization and body composition of black catfish, *Rhamdia quelen*, fry fed diets containing different protein and energy levels. *Aquaculture*, 231(1): 435-444. 2004.

SANTOS, L. R. B dos; OBA, E. T. Dieta: ferramenta importante para manejo dos peixes no cultivo. Embrapa Amapa, Macapa. P.89-105, 2009.

SILVA, T.S.C., Moro, G.V., Silva, T.B.A., Dairiki, J.K. and Cyrino, J.E.P. (2013), Digestibility of feed ingredients for the striped surubim *Pseudoplatystoma reticulatum*. *Aquaculture Nutrition*, 19: 491-498, 2013.

Sugiura, S.H., Dong, F.M., Rathbone, C.K., Hardy, R.W., 1998. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. *Aquaculture* 159, 177-202. doi:10.1016/S0044-8486(97)00177-4

TEIXEIRA, E.A. et al. Coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos energéticos para juvenis de surubim. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.6, p.1180-1185, 2010.