UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ

FILIPE DOS SANTOS CIPRIANO

DIGESTIBILIDADE DE INGREDIENTES POR JUVENIL DE PIRARUCU,*Arapaima gigas*(Schinz, 1822)

ILHÉUS – BAHIA

2013

FILIPE DOS SANTOS CIPRIANO

DIGESTIBILIDADE DE INGREDIENTES POR JUVENIL DE PIRARUCU,*Arapaima gigas*) (Schinz, 1822)

Dissertação apresentada à Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Santa Cruz,como parte das exigências para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dsc. Luís Gustavo Tavares Braga

ILHÉUS – BAHIA

2013

C577 Cipriano, Filipe dos Santos.
Digestibilidade de ingredientes por juvenil de Pirarucu, Arapaima gigas (Schinz, 1822) / Filipe dos Santos Cipriano. – Ilhéus, BA: UESC, 2014.
ix, 39 f. ; anexo.

Orientador: Luís Gustavo Tavares Braga.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.
Inclui referências.

1. Pirarucu (Peixe). 2. Peixe – Alimentação e rações. 3. Nutrição animal. 4. Pirarucu (Peixe) – Alimentos. I. Título.

CDD 597

FILIPE DOS SANTOS CIPRIANO

DIGESTIBILIDADE DOS INGREDIENTES POR JUVENIL DE PIRARUCU,*Arapaima gigas*(Schinz, 1822)

Ilhéus-BA, 01/02/2013.

_____

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

_____

Fábio Flores-Lopes - Dr.
UESC/DCB

_____

Wilson Rogério Boscolo - Dr.
UNIOESTE

ILHÉUS – BAHIA

2013

DEDICATÓRIA

Aos meus pais: Ozes Largura Cipriano e Tania Maria dos Santos Cipriano pelo incentivo e dedicação ao longo dos anos na minha formação acadêmica e moral,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela proteção e pelas oportunidades concedidas para o meu crescimento.

Àminha mãe, que esta sempre me apoiando e me incentivando a prosseguir.

À Kauana Lima sou grato pelo carinho, companheirismoe auxilio em todas as fases do mestrado.

Aomeu orientador Gustavo Braga pela orientação, consideraçãoe pelos valiosos ensinamentos.

Ao Ricardo Bastos pelo exemplo de dedicação e responsabilidade, pelo auxilio na estatística, mas principalmente pela amizade.

À Cláudia Araujo por ter sido minha família durante todo o período em que estive por Ilhéus.

À Dona Antônia pela amizade e pelos chazinhos.

À Coopecon, na pessoa de Gustavo Marinho pelos peixes.

À Piscicultura Canta Galo por disponibilizar os peixes.

Aos colegas de laboratório Willian Tonini, Francisco Junior, Érica Passinato,Danielle Ferreira, Milane Ribeiro, Driele Ventura, Fernanda Borges, Jhon Mike, Vinícius Gallo, Bruno Laurindo, Hortência Mazzo. Aprendi muito com cada um de vocês.

Ao professor Raildo Mota e aos integrantes doGrupo de Pesquisa em Química Analítica do Sul da Bahia – GPQAS, pelo auxilio nas análises de cromo.

Aos professores José Augusto Azevêdo e Guisla Boehs pela consideração e conhecimento transmitido.

A CAPES pela concessão da bolsa.

DIGESTIBILIDADE DE INGREDIENTES POR JUVENIL DE PIRARUCU, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822)

RESUMO

Foi determinado o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, proteína bruta e energia bruta de quatro ingredientes proteicos de origem animal (farinha de peixe, farinha de carne e ossos, farinha de pena hidrolisada, farinha de vísceras), dois protéicos de origem vegetal (glúten de milho e farelo de soja) e quatro energéticos (fubá de milho, amido de milho, farelo de trigo e farelo de arroz) por juvenil de pirarucu. Foi formulada uma ração referência (432,4 g kg^{-1} de proteína bruta e 4690 kcal kg^{-1} de energia bruta). As rações testes continham 70% da ração referência e 30% de cada ingrediente testado. Foi adicionado 1 g kg^{-1} de óxido de cromo (Cr_2O_3) como indicador externo. Foram utilizados 18 juvenis de pirarucu (235 ± 36 g) estocados em seis caixas de fibra de vidro (310 L) onde eram alimentados cinco vezes ao diae após a última alimentação, transferidos para aquários de digestibilidade (200 L) cônicos com coletor acoplado. Na manhã do dia seguinte era realizada a coleta das fezes que eram processadas para posterior análise laboratorial. Os ingredientes que apresentaram os melhores CDA da matéria seca foram as farinhas de vísceras de aves (93,46%) e de peixe (89,19%), para o CDA da proteína bruta destacaram-se a farinha de peixe (97,64%) e fubá de milho (93,44%), e os maiores CDA da energia bruta foram encontrados para as farinhas de vísceras (96,25%), peixe (89,05%) e pena (83,34%). A partir dos resultados de CDA encontrados foi verificado que todos os ingredientes de origem animal testados podem ser utilizados na formulação de rações para o pirarucu, visto que apresentaram CDA superiores a 70%. Entre os ingredientes vegetais, o farelo de arroz e o farelo de trigo devem ser utilizados com restrições, pois apresentaram digestibilidades inferiores.

Palavras-chave: Carnívoro, valor biológico, alimentos.

DIGESTIBILITY OF INGREDIENTS FOR JUVENILEPIRARUCU, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822)

ABSTRACT

We determined the apparent digestibility coefficients (ADC) of dry matter, crude protein and gross energy of four protein ingredients of animal origin (fish meal, meat and bone meal, hydrolyzed feather meal, poultry by-product meal), two protein vegetable (corn gluten and soybean meal) and four energy (corn meal, wheat bran meal, wheat bran meal and ground rice meal) by juvenile pirarucu. Made up a basal diet (432.4 g kg^{-1} crude protein and 4690 kcal kg^{-1} gross energy). The test diets contained 70% of basal diet and 30% of each ingredient tested. Was added 1 g kg^{-1} of chromium oxide (Cr_2O_3) as external indicator. The pirarucu juveniles (235 ± 36 g) were stocked in six boxes fiberglass (310 L), where they were fed daily and after the last feeding, transferred to digestibility aquaria (200 L) conical with collector coupled. On the morning of the following day occurred the collection of feces that were processed for subsequent laboratory analysis. The ingredients that presented the best ADC of dry matter were the poultry by-product meal (93.46%) and fish (89.19%) for the ADC of crude protein stood out fishmeal (97.64%) and corn (93.44%) and higher ADC gross energy were found to poultry by-product (96.25%), fish (89.05%) and feather (83.34%). From the ADC results found it appears that all tested ingredients of animal origin can be used in formulating diets for the pirarucu, since ADC showed greater than 70%. Among the vegetable ingredients, the ground rice and wheat should be used with restrictions, since they showed lower digestibility.

Keywords: Carnivore, biological value, foods, aquaculture.

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1 -	Composição da ração referência utilizada para a determinação da digestibilidade de ingredientes para pirarucu *Arapaima gigas*	23
2 -	Composição bromatológica dos ingredientes avaliados na determinação da digestibilidade por pirarucu *Arapaima gigas*	25
3 -	Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, energia bruta dos ingredientes de origem animal e vegetal avaliados	26
4 -	Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, energia bruta por espécies brasileiras de peixes ornamentais	28

SUMÁRIO

Página

1 - Introdução 10
2 - Revisão de literatura 11
2.1 - Pirarucu 11
2.2 - Digestibilidade 14
3 - Referências 15
4 - Artigo - Digestibilidade de ingredientes por juvenil de pirarucu (*Arapaima gigas*) 20
5 - Introdução 20
6 - Material e métodos 21
6.1 - Peixes 21
6.2 - Rações experimentais 21
6.3 - Procedimento experimental 23
6.4 - Análises químicas 23
6.5 - Análises de água 24
6.6 - Cálculos de digestibilidade 24
6.7 - Análise estatística 24
7 - Resultados 25
8 - Discussão 26
8.1 - Coeficientes de digestibilidade da matéria seca 27
8.2 - Coeficientes de digestibilidade da proteína bruta 28
8.3 - Coeficientes de digestibilidade da energia bruta 29
9 - Referências 30
10 - Anexo 1 – Normas do artigo científico 35

1 - INTRODUÇÃO

Dentro dos setores da agropecuária a aquicultura é o que mais cresce no mundo, saindo de menos de 1 milhão de toneladas em 1950 para 63,6 milhões de toneladas em 2011, com crescimento anual médio de 3,2%,tornando evidente o importante papel dos avanços tecnológicos e a adaptação do setor para atender as constantes mudanças (FAO, 2012).

A América Latina destacou-se como a região de maior crescimento anual na produção de organismos aquáticos no período de 1970-2008, seguida pelo Oriente Médio com 14,1% (FAO, 2010). Dos países que compõe a América Latina, o Chile apresenta a maior produção, seguido do Brasil (FAO, 2012).

Os dados mais recentes divulgados pelo Ministério da Pesca e Aquicultura mostraram que a produção nacional de pescado em 2010 foi de 1.264.764,9 t, sendo aproximadamente 38% proveniente da aquicultura (MPA, 2012).

O Brasil se destaca pelo potencial para a produção de organismos aquáticos, principalmente no que se refere à produção de peixes, devido à grande variedade de espécies tanto marinhas quanto continentais, disponibilidade de recursos hídricos e a relevante produção de alimentos, propiciando facilidade na obtenção de matérias primas e coprodutos para fabricação de rações.

Apesar da grande variedade de espécies nativas,as principais espécies produzidas pela aquicultura brasileira são exóticas, com as tilápias e as carpas representando 63,4% do montante produzido. Entre as espécies nativas produzidas, destacam-se o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) que somados chegam a 24,6% da produção (MPA, 2012).

Situação semelhante é verificada na produção de peixes carnívoros, onde opeixe nativo de maior expressão é o pintado (*Pseudoplastystoma* sp.) com 2.486,5 t, ficando atrás da truta (*Oncorhynchus mykiss*) com 5.122,7 t,sendo uma espécie exótica (MPA, 2012).

Uma espécie nativa que tem despertado o interesse de pesquisadores e produtores é o pirarucu (*Arapaima gigas*).Conhecido como o gigante das águas amazônicas é o maior peixe de escamas de água doce do mundo, sendo encontrado em

ambiente natural exemplares com mais de 200 Kg e 3 m de comprimento. Apresenta características atrativas para o desenvolvimento do seu cultivo, pois pode atingir mais de 10 kg em um ano de cultivo, respiração aérea, bom rendimento de carcaça, além de sua carne ser muito apreciada (Imbiriba, 2001).

Apesar das características positivas,a produção do pirarucu no Brasil ainda é modesta. Em 2010 foi de 1.263,5 t, sendo 1.253,1 t resultante da pesca extrativista e apenas 0,8% provenientes da aquicultura (MPA, 2012), ressaltando assim, a necessidade de elucidar os entraves dessa atividade, com a geração de conhecimentos nas diversas área, à exemplo da nutrição e manejo alimentar.

Sabendo-se que a alimentação representa grande fração dos custos operacionais do sistema de criação e a busca pela formulação de rações eficientes, ou seja, que supra as necessidades nutricionais dos animais com menor gasto é fundamental. Com isso torna-se necessário o conhecimento da digestibilidade dos ingredientes utilizados, pois representa a fração que está disponível ao animal para manutenção dos seus processos vitais e produtivos.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 –PIRARUCU

O pirarucu *Arapaima gigas*, pertence a ordem dos Osteoglossiformes e a família dos Arapaimatidae. É uma espécie endêmica da bacia Amazônica e conhecida como o gigante da Amazônia por ser um dos maiores peixes de água doce do mundo, podendo atingir em ambiente natural mais de 200 kg (Imbiriba, 2001).

Quando juvenil em ambiente natural alimenta-se principalmente de insetos como coleópteros, hemípteras e dípteras e consomem também pequenos peixes. Quando adulto apresenta preferência alimentar piscívora (Oliveira et al., 2005).Devido a essa característica, os primeiros esforços de criação de pirarucu em cativeiro foram por meio da utilização de peixes forrageiros como fonte de alimento (Bard e Imbiriba, 1986), porém, para produção intensiva essa estratégia não é a mais indicada, visto que os peixes não expressam o seu potencial zootécnico, resultando em longos períodos de engorda para atingirem o tamanho mínimo de abate aceito pelo mercado.

A inclusão de rações na alimentação dessa espécie é realizada mediante o treinamento dos juvenis (Crescêncio, 2001). Existem basicamente três formas de treinamento alimentar: a transição súbita das rações, a transição gradual das rações e a transição gradual dos ingredientes nas rações (Kubitza, 1995).

A transição súbita consiste na substituição direta do alimento natural pela ração, enquanto que a transição gradual das rações consiste na substituição progressiva do alimento natural pela ração final seca, até o ponto em que apenas a ração final é oferecida, podendo esse ser associada a uma terceira forma de treinamento alimentar que à substituição gradual dos ingredientes nas rações, onde o alimento inicial é substituído por sequência de rações formuladas de forma a conter níveis decrescentes do alimento inicial em sua composição (Kubitza, 1995).

Crescêncio (2001), trabalhando com juvenis de pirarucu, utilizando a substituição dos ingredientes da ração por 20 dias, obteve resultado de68,7% dos juvenis adaptados e sobrevivência de 68,8%. Já Cavero et al.(2003) utilizando artêmia e zooplâncton em substituição gradual por ração, em um período de 9 dias, obtiveram índice de 99,0% de juvenis de pirarucu adaptados a ração com 99,8% de sobrevivência. Quando bem manejados, os juvenis de pirarucu não apresentam canibalismo, qualidade que não é observada em muitas espécies de peixes carnívoros.

A produção de pirarucu pode ser realizada em diferentes sistemas de cultivo, como em viveiros escavados, povoando o viveiro com peixes forrageiros ou empregando-se rações balanceadas (Imbiriba, 2001). Outra possibilidade é a utilização de tanques-rede, podendo dividir a produção em duas etapas o que possibilita a utilização de tanques-rede de pequeno volume na primeira fase, necessitando de posterior transferência, alojando os peixes em tanque rede de grande volume (Cavero et al. 2003b, Oliveira et al. 2012).

A utilização de tanques-rede de pequeno volume, por um período de pré-engorda, parece ser uma boa estratégia. Cavero et al. (2003b), utilizando tanques-rede de 1m³, na densidade de 23 peixes / m³ com peso inicial de 10 g verificaram que aos 140 dias os peixes apresentaram peso médio de 1,06 kg, e conversão alimentar de 1,12. Após os 140 dias apresentaram desaceleração do crescimento.

Em um segundo momento, esses peixes podem ser transferidos para tanques-rede maiores como sugerido pela pesquisa de Oliveira et al. (2012), que avaliaram os índices zootécnicos de pirarucus criados em tanques redes de 4 m³ em duas densidades 10 e 12,5 peixes/m³. Os peixes iniciaram com peso médio de 33 g e após 140 dias, apresentaram o peso final de 2630 e 2138g para os tratamentos com menor e maior densidade, respectivamente, com a taxa de conversão alimentar em ambos os tratamentos de 1,2.

A produção do pirarucu também pode ser realizada utilizando viveiros escavados. Pereira-Filho et al. (2003) utilizaram pirarucu com peso inicial de 133,3 g e após o período de 12 meses observaram o peso final de 7Kg e a conversão alimentar de 1,12.

O período de preferência alimentar e melhores índices produtivos são variáveis de acordo com a espécie. Para o bagre africano *Clarias gariepinus* o período de alimentação noturno proporciona melhor ganho de peso e conversão alimentar, quando comparado ao período diurno (Hossain et al., 2001). Com o pirarucu, observa-se que possui preferência alimentar noturna, porém a alimentação diurna proporciona melhor conversão alimentar, enquanto o ganho de peso não é alterado em função do período de alimentação (Crescêncio et al., 2005).

O volume de informações disponíveis sobre a nutrição do pirarucu em confinamento é modesto, representando um contra ponto ao crescente interesse de piscicultores na produção intensiva. São necessários esforços por grupos de pesquisas para o levantamento de dados referentes ao aproveitamento dos alimentos e necessidades nutricionais para essa espécie (Fracalossi e Cyrino, 2012).

2.2 -DIGESTIBILIDADE

Para a formulação de rações preconiza-se o conhecimento da digestibilidade dos ingredientes que serão utilizados, pois através desta informação é possível elaborar rações que serão melhores aproveitadas, otimizando os custos com alimentação, elevando a produtividade e lucratividade além de reduzir o impacto ambiental gerado pela liberação das excretas (Cho, 1987).

Os coeficientes de digestibilidade dos ingredientes podem ser influenciados por diversos fatores, como a espécie utilizada, a idade, condições ambientais e fisiológicas, além de aspectos relacionados ao ingrediente como quantidade, qualidade e processamento (Bomfim & Lanna, 2004).

A digestibilidade de um ingrediente pode ser determinada pelos métodos direto, com coleta total das fezes ou indireto, com coleta parcial das fezes em conjunto com a utilização de marcadores que são classificados em internos e externos. Os marcadores internos são componentes não digestíveis da própria ração, enquanto os marcadores externos são substâncias indigestíveis adicionadas à ração (Timpone et al., 2008).

Vidal Jr et al. (2004) utilizaram o óxido de cromo III é o carbonato de bário com indicador externo e concluíram que ambos são efetivos para estimar os coeficientes de digestibilidade dos alimentos por tambaqui (*Colossoma macropomum*). Esses pesquisadores também avaliaram os marcadores internos, cinza insolúvel em ácido, cinza insolúvel em detergente ácido, fibra bruta e fibra em detergente ácido e verificaram que apenas os dois primeiros marcadores internos poderiam ser utilizados na predição dos coeficientes de digestibilidade para essa espécie.

Botelho et al. (2012) avaliaram a digestibilidade de duas rações, uma semipurificada e outra prática, para tilápias. Os pesquisadores compararam os coeficientes de digestibilidade obtidos com a utilização de óxido de cromo III com os obtidos utilizando-se os marcadores internos: fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose e matéria orgânica resistente a hidrólise e constataram que os marcadores internos não foram confiáveis para a definição da digestibilidade da ração semipurificada, já para a ração prática, os marcadores internos fibra em detergente ácido e celulose apresentaram valores que não diferiram do cromo.

Em diversos trabalhos o óxido de cromo III foi utilizado como marcador para estimar a digestibilidade de ingredientes para espécies nativas como o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (Albimorad et al., 2007,Oliveira et al., 1997), tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Silva et al., 2007,Vidal Jr et al., 2004), jundiá (*Rhamdia quelen*) (Oliveira Filho e Fracalossi, 2006), pintado (*Pseudoplatystoma coruscans* (Gonçalves e Carneiro,2003), surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum*) (Silva et al., 2012), dourado (*Salminus brasiliensis*) (Braga et al., 2008, Borguesi et al., 2009), piavuçu

(*Leporinus macrocephalus*) (Gonçalves e Furuya, 2004) e matrinchã (*Brycon cephalus*) (Sallun et al., 2002).

Embora tenham sido realizados alguns trabalhos sobre alimentação e nutrição do pirarucu como digestibilidade de rações com diferentes relações de energia e proteína (Ono et al., 2008), níveis de proteína (Ituassú et al., 2005), período de alimentação (Crescêncio et al., 2005) e treinamento alimentar (Cavero et al., 2003), não foram definidos a digestibilidade dos ingredientes por essa espécie, o que possibilitaria a formulação de rações mais precisas. Com isso, objetivou-se avaliar a digestibilidade pelo pirarucu de ingredientes usualmente utilizados na formulação de rações para peixes.

3 - REFERÊNCIAS

Abimorad, E.G., Squassoni, G.H., Carneiro, D.J., 2007. Apparent digestibility of protein, energy and amino acids in some selected feed ingredients for pacu Piaractus mesopotamicus. Aquaculture nutrition 14, 374-380.

Bard, J., Imbiriba, E.P., 1986. Piscicultura do pirarucu, *Arapaima gigas*. Circular Técnica Embrapa, Brasília, 52, 1-17.

Bomfim, M.A.D., Lanna, E.A.T., 2004. Fatores que afetam os coeficientes de digestibilidade nos alimentos para peixes. Revista Eletrônica Nutritime 1, 20-30.

Borghesi, R., Dairiki, J.K., Cyrino, J.E.P., 2009. Apparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for dourado Salminus brasiliensis. Aquaculture Nutrition, 15, 453–458.

Botelho, R.M., Silva, R.L., Rocha, M.K.H.R., Carvalho, P.L.P.F., Damasceno, F.M., Muller, H.C., Gonçalves, H.C., Pezzato, L.E., 2012.Marcadores internos como alternativa ao óxido de crômio-III na determinação da digestibilidade aparente em tilápia do Nilo. Veterinária e Zootecnia19, 539-547.

Braga, L.G.T., Borghesi, R., Cyrino, J.E.P., 2008. Apparent digestibility of ingredients in diets for *Salminus brasiliensis*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 43, 271-274.

Cavero, B. A. S., Ituassu, D. R. O., Pereira-Filho, M., Roubach, R., Bordinhon, A. M., Fonseca, F. A. L., Ono, E. A., 2003. Uso de alimento vivo como dieta inicial no treinamento alimentar de juvenis de pirarucu. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 38, 1011-1015.

Cavero, B.A.S., Pereira-Filho, M., Roubach, R., Ituassú, D.R., Gandra, A.L., Crescêncio, R., 2003. Biomassa sustentável de juvenis de pirarucu em tanques-rede de pequeno volume. Acta Amazônica 33, 723–728. b

CHO, C.Y., 1987. La energia en La nutrición de los peces. In: Nutrición em Acuicultura II. Ed. J. Espinosa de los Monteros y U.Labarta, Madrid- Espanã, 197-237.

Crescêncio, R., 2001. Treinamento alimentar de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), utilizando atrativos alimentares. [Dissertação de Mestrado]. Manaus (AM). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas.

Crescêncio, R., Ituassú, D.R., Roubach, R., Pereira-Filho, M., Cavero, B.A.S., Gandra, A.L., 2005. Influência do período de alimentação no consumo e ganho de peso do pirarucu. Pesquisa Agropecuária Brasileira 40, 1217–1222.

Food And Agriculture Organization Of The United Nations. FAO. Fishery and aquaculture statistics, 2010.

Food And Agriculture Organization Of The United Nations. FAO. Fishery and aquaculture statistics, 2012.

Fracalossi, D.M., Cyrino, J.E.P., 2012. Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira, Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Florianópolis, 375.

Gonçalves, E.G., Carneiro, D.J., 2003. Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). Revista Brasileira de Zootecnia 32, 779-786.

Gonçalves, G.S.,Furuya, W.M., 2004. Digestibilidade aparente de alimentos pelo piavuçu, *Leporinus macrocephalus*. Acta Scientiarum 26, 165-169.

Hossain, M.A.R.,Haylor, G.S.,Beveridge, M.C.M., 2001. Effect of feeding time on the growth and feed utilization of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) fingerlings. Aquaculture Research 32, 999-1004.

Imbiriba, E.P., 2001. Potencial da criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. Acta Amazônica, Manaus 31,299-316.

Ituassu, D.R., Pereira Filho, M., Roubach, R., Crescêncio, R., Cavero, B.A.S., GANDRA, A. L., 2005. Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 40, 255-259.

Kubitza, F., 1995. Preparo de rações e estratégias de alimentação no cultivo intensivo de peixes carnívoros. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS, Campos do Jordão. Anais. Campos do Jordão: CBNA, 91-115.

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. 2012. Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2010. Brasília, DF, 129.

Oliveira, A.C.B., Cantelmo, O.A., Pezzato, L.E., Ribeiro, M.A.R., Barros, M.M., 1997. Coeficiente de digestibilidade aparente da torta de dendê e do farelo de coco em pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Acta Scientiarum, Marigá 19, 897-903.

Oliveira, V., Poleto, S e Venere, P.C., 2005. Feeding of juvenile pirarucu (*Arapiama gigas*, Arapaimidae) in their natural environment, lago Quatro Bocas, Araguiana – MT, Brazil. Neotropical Ichthyology 3(2), 312-314.

Oliveira Filho, P.R.C., Fracalossi, D.M., 2006. Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. Revista Brasileira de Zootecnia 35, 1581-1587.

Oliveira, E.G., Pinheiro, A.B., Oliveira, V.Q., Silva, A.R.M., Moraes, M.G., Rocha, I.R.C.B., Sousa, R.R., Costa, F.H.F., 2012. Effects of stocking density on the performance of juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*) in cages. Aquaculture 370/371, 96-101.

Ono, E.A., Nunes, E.S.S., Cedano, J.C.C., Pereira Filho, M., Roubach, R., 2008. Digestibilidade aparente de dietas práticas com diferentes relações energia: proteína em juvenis de pirarucu. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 43, 249-254.

Pereira-Filho, M., Cavero, B.A.S., Roubach, R., Ituassú, D.R., Gandra,A.L., Crescêncio, R., 2003. Cultivo do Pirarucu (*Arapaima gigas*) em viveiro escavado. Acta Amazonica 33, 715–718.

Sallum, W.B., Bertechini, A.G., Cantelmo O. Â., Pezzato L. E., Logato, P.V.R., 2002. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo de ingredientes de ração para o matrinchã (*Brycon cephalus*, gunther 1869). Ciência e Agrotecnologia, 26, 174-181.

Silva, J.A.M., Pereira-Filho, M., Cavero, B.A.S., Oliveira-Pereira, M. I., 2007. Apparent digestibility of nutrients and crude energy in diets with addition of exogenous digestive enzymes in tambaqui juveniles (*Colosssoma macropomum*, Cuvier, 1818). Acta Amazônica 37, 157-164.

Silva, T.S.C., Moro, G.V., Silva, T. B. A., Dairiki, J.K., Cyrino, J.E.P., 2012. Digestibility of feed ingredients for the striped surubim. Aquaculture Nutrition, 18, 1-8.

Timpone, I.T., Fernandes, J.B.K., Schorer, M., Fabregat, T. H. P.,2008. Digestibilidade aparente da casca de soja e da polpa cítrica para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) utilizando dois marcadores internos. Revista Acadêmica. Ciências Agrárias e Ambientais 6, 465-473.

Vidal JR., M.V., Donzele, J.L., Andrade, D.R., Santos, L. C., 2004. Determinação da digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta do fubá de milho e do farelo de soja para tambaqui (*Colossoma macropomum*), utilizando-se técnicas com uso de indicadores internos e externos. Revista Brasileira de Zootecnia 33, 2193-2200.

Os resultados obtidos serão apresentados em forma de artigo científico, o qual será submetido ao periódico Aquaculture. Desta forma, a formatação do manuscrito aqui apresentado seguirá as normas da Revista que está disponível no Anexo 1.

4 - DIGESTIBILIDADE DE INGREDIENTES POR JUVENIL DE PIRARUCU *Arapaima gigas*(Schinz, 1822)

5 – INTRODUÇÃO

O pirarucu *Arapaima gigas* é um peixe carnívoro endêmico da bacia amazônica, pertencente à ordem dos Osteoglossiformes e a família dos Arapaimatidae. Conhecido como o gigante da Amazônia, é um dos maiores peixes de água doce do mundo, podendo atingir em ambiente natural mais de 200 kg. Apresenta elevado potencial para a aquicultura, em função de sua carne ser muito apreciada e de algumas características como respiração aérea, bom rendimento de carcaça, rápido crescimento, podendo atingir mais de 10 kg em um ano de cultivo (Imbiriba, 2001).

A produção do pirarucu no Brasil ainda é pequena, sendo que em 2010 do total produzido (1.263,5 t), apenas 0,8% foi resultante da aquicultura (MPA, 2012). Portanto é necessário elucidar aspectos referentes à nutrição em cativeiro, visto que o volume de informações que permitam a formulações de rações ajustadas às exigências nutricionais é escasso.

Para o desenvolvimento do cultivo do pirarucu é necessário a utilização de rações, entretanto deve ocorrer mediante treinamento alimentar, pois esses peixes possuem habito alimentar carnívoro, alimentando-se principalmente de peixes, não aceitando rações sem treinamento prévio, com isso, Cavero et al. (2003) desenvolveram uma melhor metodologia para o treinamento alimentar de juvenis dessa espécie utilizando *Artemia* sp.e zooplâncton nativo no momento inicial, sendo posteriormente substituídos de forma gradual por ração.

O conhecimento da digestibilidade dos ingredientes utilizados nas rações para peixes é de fundamental importância, pois permite elaborar rações mais eficientes, ou seja, resultando em melhor aproveitamento, levando a uma redução no impacto ambiental gerado pela liberação das excretas, além de otimizar os custos com a alimentação, elevando a produtividade e lucratividade ao produtor (Cho, 1987).

Estudos recentes com pirarucu foram conduzidos sobre parasitologia (Santos e Moravec, 2009, Menezeset al., 2011), aspectos reprodutivos (Núñez et al., 2011,

Monteiro et al., 2010) e ecológicos (Hrbek et al., 2005, Castelho e Stewart, 2005); densidade de estocagem (Oliveira et al., 2012, Cavero et al., 2003), anestesia (Honczaryk e Inoue 2009)e nutrição (Cavero et al., 2003, Ituassú et al., 2005, Gandra et al., 2006, Crescência et al., 2005, Ono et al., 2008),entretanto, não foram realizadas pesquisas com digestibilidade de ingrediente, sendo passo primordial para a confecção de rações eficientes.

Objetivou-se determinar o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e energia de ingredientes de origem animal e vegetal para juvenil de pirarucu.

6 - MATERIAL E MÉTODOS

6.1- PEIXES

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição e Alimentação de Peixes (AQUANUT), na Universidade Estadual de Santa Cruz, no período de outubro e novembro de 2012, com duração de 36 dias de experimento. Foram utilizados 18 juvenis de pirarucu, previamente treinados ao consumo de ração, com peso vivo médio de 235 ± 36 g, cedidos pela Fazenda Canta Galo, Ibirataia-Ba. Foram alojados três indivíduos por tanque, em seis tanques (310L) que posteriormente foram utilizados como tanques de alimentação. Os tanques são dispostos em sistema de circulação fechada, utilizando bomba dágua (Dancor®, RJ, Brazil - ¾ cv), com filtro biológico e aeração constante através de soprador (WEG de 1 cv).

Os juvenis passaram por período de adaptação às condições laboratoriais e ao manejo de rotina durante dez dias, onde receberam a ração referência quatro vezes ao dia. Durante o período de adaptação e o período experimental foram realizadas sifonagens diárias dos tanques para retirada de fezes e possíveis sobras de rações.

6.2- RAÇÕES EXPERIMENTAIS

A ração referência (Tabela 1) foi formulada utilizando o programa computacional SUPER CRAC®, sendo observado os níveis de proteína bruta testados por Ituassu et al., (2005). Foi adicionado 1g Kg^{-1} de óxido de cromo (Cr_2O_3) como

indicador externo nas rações para a determinação da digestibilidade. Para a confecção das rações, os ingredientes utilizados foram moídos em moinho tipo faca, passados em peneira de 0,5 mm e posteriormente homogeneizados, de acordo com a formulação de cada ração.

As rações foram processadas em moedor de carne com reversor utilizando matriz de 2 mm. Foi realizado umedecimento prévio da mistura utilizando água 40°C. Posteriormente os grânulos de ração foram secos em estufa (55°C) de ventilação forçada por 24 horas e desintegrados de modo a apresentarem tamanho adequado para ingestão dos peixes.

Tabela 1 – Composição da ração referência utilizada para a determinação da digestibilidade de ingredientes para pirarucu *Arapaima gigas*

Ingredientes	g Kg $^{-1}$
Farelo de soja - 45%	188,00
Farelo de trigo	140,00
Glúten de milho - 22%	105,00
Fubá de milho	90,03
Farinha de peixe- 55%	370,00
Farinha de vísceras de aves	55,88
Amido de milho	27,00
Óleo de soja	8,45
Suplemento mineral e vitamínico[1]	7,00
Sal comum	3,50
Celulose	2,15
Óxido de cromo III	1,00
Antioxidante (BHT)	0,20
Composição bromatológica (g Kg $^{-1}$)	
Matéria seca	944,00
Proteína bruta	432,40
Energia bruta (Kcal Kg^{-1})	4690
Matéria mineral	143,00

[1] Composição do premix mineral e vitamínico por Kg: vit. A = 6.000.000 UI; vit. D3 = 2.250.000 UI; vit. E = 75.000mg; vit. K3 = 3.000mg; vit. tiamina= 5.000mg; riboflavina = 10.000mg; vit.pirodoxina = 8.000mg; biotina = 2.000mg; vit. C = 192.500mg; niacina = 30.000mg; ácido fólico = 3.000mg; Fe = 100.000mg; Cu = 600mg; Mn = 60.000mg; Zn = 150.000mg; I = 4.500mg; Cu = 15.000mg; Co = 2.000mg; Se = 400mg.;

As rações testes foram confeccionadas utilizando a mistura de 70% da ração referência com 30% do ingrediente a ser testado. Foram avaliados o coeficiente de

digestibilidade aparente de dez ingredientes comumente utilizados na fabricação de rações para peixes, sendo quatro proteicos de origem animal (farinha de peixe, farinha de carne e ossos, farinha de pena hidrolisada, farinha de vísceras), dois proteicos de origem vegetal (glúten de milho e farelo de soja) e quatro energéticos (fubá de milho, amido de milho, farelo de trigo, e farelo de arroz). Para cada ingrediente testado foram utilizadas três repetições.

6-3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Em cada tratamento, os peixes permaneceram nos tanques de alimentação (310 L) durante o período diurno e recebiam cinco alimentações por dia, sendo duas pela manhã (08h00 e 10h00) e três alimentações a tarde (12h00, 14h00 e 16h00).

Após uma hora do último arraçoamento, os peixes foram transferidos para os aquários de digestibilidade (200L) para realização da coleta das fezes. Os aquários de digestibilidade possuíam formato cônico, sistema com aeração constante e eram equipados com coletores na parte inferior, esse era submerso em água e gelo durante os períodos de coletas de fezes. Às 7 horas da manhã do dia seguinte os peixes eram transferidos para os tanques de alimentação e, posteriormente, os coletores eram desacoplados e o material coletado. Para cada ração testada, os peixes passaram por período de adaptação de três dias e posteriormente três dias de coleta de fezes.

6.4- ANÁLISES QUÍMICAS

Após a coleta das fezes, foi desprezada a água contida no terço superior do coletor e acondicionou o volume restante em recipientes descartáveis de alumínio para serem secos em estufa de ventilação forçada a 55 ºC por 24 horas.

Após a secagem e verificação da possível presença de escamas, as amostras foram armazenadas em recipientes plásticos identificados e mantidas em refrigerador (4°C) para posteriores análises laboratoriais de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), energia bruta (EB) e concentrações de cromo.

As análises da composição bromatológica das rações referência e teste e das fezes (matéria seca, proteína bruta e energia bruta) foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal e no Laboratório de Nutrição e Alimentação de Peixes da

Universidade Estadual de Santa Cruz, segundo a metodologia de AOAC (2000). As concentrações de cromo foram analisadas no Laboratório do ICP OS do Centro de Microscopia Eletrônica utilizando o espectrômetro de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICPOES), modelo Varian 710-ES series, utilizando a metodologia da Agência Ambiental Norte Americana (U.S. EPA 6010C).

6.5- ANÁLISES DE ÁGUA

As variáveis físico-químicas da água, pH, temperatura (ºC) e oxigênio dissolvido (mg/L) foram monitoradas diariamente durante todo o período experimental utilizando equipamento multiparâmetro YSI Professional Plus e apresentaram os valores de 6,8 – 7,0; 26,8 ±0,43ºC e 7,2 ±1,43 mg/L, respectivamente.

6.6- CÁLCULOS DE DIGESTIBILIDADE

A determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente das rações e dos alimentos testados foi realizada pelo método indireto, com a utilização do óxido de cromo como indicador externo, sendo os teores desse elemento determinado nas rações e nas excretas. Os coeficientes de digestibilidade aparente das rações (CDA_{ra}) foram calculados segundo Nose (1966), utilizando a fórmula:

CDA_{ra} (%) = 100 – 100 * (% indicador na ração/ % indicador nas fezes*% nutriente nas fezes/% nutriente na ração)

Os coeficientes de digestibilidade dos ingredientes (CDA_{ing}) foram calculados utilizando a metodologia empregada por Cho et al. (1982) com a seguinte fórmula:

CDA_{ing} (%) = 100/30 * (teste - 70/100 * referência)

Onde teste equivale ao valor de digestibilidade encontrado para a ração teste e referência o valor de digestibilidade verificado para a ração referência.

6.7- ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância e as diferenças entre as médias, quando verificadas, foram submetidas ao teste Scott-Knott 5% de probabilidade, com utilização do programa estatístico SISVAR versão 4.0.

7- RESULTADOS

Tabela 2 – Composição bromatológica dos ingredientes avaliados na determinação da digestibilidade por pirarucu *Arapaima gigas*

Ingredientes	MS g Kg^{-1}	PB g Kg^{-1}	EB Kcal Kg^{-1}	EE g Kg^{-1}	MM g Kg^{-1}
Amido	88,62	14,35	4083	87,14	1,60
Arroz	91,72	138,06	5097	217,90	100,34
Carne e ossos	93,19	437,47	3719	168,01	380,43
Glúten	88,95	275,25	4163	95,82	60,54
Milho	88,62	80,75	4033	85,56	8,65
Peixe	92,44	578,34	4592	229,90	218,79
Pena	90,27	757,78	5501	170,26	49,78
Soja	88,27	508,71	4362	107,59	64,85
Trigo	88,56	177,86	4311	116,11	50,36
Vísceras	97,17	604,47	5688	200,17	66,69

MS = matéria seca, PB = proteína bruta, EB = emergia bruta, EE = extrato etéreo, MM = matéria mineral

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, proteína bruta e energia dos ingredientes avaliados para juvenil de pirarucu apresentaram diferenças estatísticas (tabela 2).

Tabela 3. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, energia bruta dos ingredientes de origem animal e vegetal avaliados

Alimentos	CDAMS%	CDAPB %	CDAEB%
Farinha de vísceras de aves	$93,46^{a}$±0,58	$90,31^{b}$± 2,14	$96,25^{a}$± 1,84
Farinha de peixe 55%	$89,19^{a}$± 0,18	$97,64^{a}$± 2,00	$89,05^{a}$± 8,70
Farinha de penas hidrolisada	$79,49^{b}$± 0,47	$80,39^{c}$± 2,76	$83,34^{a}$± 1,25
Farelo de soja 45%	$76,71^{b}$± 0,38	$83,84^{b}$± 1,61	$58,00^{c}$± 5,47
Fubá de milho	$76,37^{b}$± 0,42	$93,44^{a}$± 3,44	$40,10^{d}$± 5,42
Farinha de carne e ossos	$70,76^{b}$± 0,43	$89,38^{b}$± 2,82	$75,36^{b}$± 6,07
Amido de milho	$70,66^{b}$± 6,54	$90,94^{b}$± 7,00	$47,87^{d}$±5,37
Glúten de milho 20%	$61,18^{c}$± 0,38	$74,22^{c}$± 2,88	$59,76^{c}$± 1,26
Farelo de arroz	$46,23^{d}$± 2,79	$68,23^{c}$± 6,27	$42,23^{d}$± 2,35
Farelo de trigo	$45,13^{d}$± 0,08	$68,58^{c}$± 2,25	$47,37^{d}$± 3,67
	CV% = 7,21	CV% = 4,47	CV% = 7,42

Médias, na coluna, seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente (P>0,05) pelo teste Scott-Knott.

Os melhores coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) foram encontrados para farinha de vísceras de aves e farinha de peixe93,46 e 89,19%, respectivamente. Os CDAMS da farinha de penas, farelo de soja, fubá de milho, farinha de carne e ossos e amido de milho não apresentaram diferenças estatísticas ($p > 0,05$), variando entre 70,7 e 79,5%. O glúten de milho apresentou o CDAMS superior ($p \leq 0,05$) apenas o farelo de arroz e ao farelo de trigo, que não diferiram entre si e apresentaram os piores CDAMS.

Observou-se que os ingredientes que apresentaram os melhores coeficientes de digestibilidade aparente para a proteína bruta (CDAPB) foram a farinha de peixe com 97,64% e o fubá de milho (93,4%), seguidos pelo amido de milho, farinha de vísceras de aves, farinha de carne e ossos e o farelo de soja que não diferiram entre si, variando entre 83,84 e 90,94%. Os ingredientes que apresentaram as piores CDAPB foram a farinha de penas, glúten de milho e farelo de trigo, com as médias variando entre 68,2 e 80,39%.

Para o coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta (CDAEB), os ingredientes que apresentaram as melhores digestibilidades foram a farinha de vísceras de aves, farinha de peixe e farinha de penas, variando entre 83,3 e 96,2%, seguidos pela farinha de carne e ossos. O farelo de soja e glúten de milho apresentaram CDAEB intermediários, com 58 e 59,8%, respectivamente, não observando diferença estatística entre os dois ingredientes. Os piores CDAEB foram encontrados nos alimentos: fubá de milho, amido de milho, farelo de arroz e farelo de trigo, variando entre 40,1 e 47,9%.

8- DISCUSSÃO

8.1- COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA SECA

Os melhores CDAMS foram encontrados para a farina de vísceras de aves e farinha de peixe, 93,46 e 89,19%, respectivamente. Peixes carnívoros possuem elevados níveis de lipases e proteases (FURNÉ et al., 2005), beneficiando assim a digestibilidade de ingredientes proteicos de origem animal. Valores semelhantes do CDAMS foram encontrados por Braga et al. (2008) para as farinhas de peixe e de

vísceras, 95,2 e 95,7% respectivamente para juvenis de dourado (33,5 g), entretanto Zhou et al. (2004) encontraram CDAMS semelhante para as farinhas de peixe (87,6%) e inferior para a farinha de vísceras (80,9%) para juvenis de bijupirá (*Rachycentron canadum*) com peso médio de 10 g.

Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, energia bruta por espécies brasileiras de peixes carnívoros continentais

Ingredientes	CDA (%)			Espécie	Peso (g)	Referência
	MS	EB	PB			
Farinha de peixe	89,19	89,05	97,64	*Arapaima gigas*	235,00	Presente trabalho
	-	78,59	82,84	*Pseudoplatystoma reticulatum*	82,40	Silva et al. (2012)
	-	72,80	84,14	*Pseudoplatystoma corruscans*	9,80	Gonçalvez e Carneiro (2003)
	83,90	91,00	94,30	*Salminus brasiliensis*	19,50	Borghesi et al. (2009)
	-	93,86	94,67	*Salminus brasiliensis*	33,51	Braga et al. (2008)
Farinha de carne e ossos	70,76	75,36	89,38	*Arapaima gigas*	235,00	Presente trabalho
	-	93,63	87,36	*Pseudoplatystoma reticulatum*	82,40	Silva et al. (2012)
	-	91,80	88,15	*Salminus brasiliensis*	33,51	Braga et al. (2008)
Farinha de vísceras de aves	93,46	96,25	90,31	*Arapaima gigas*	235,00	Presente trabalho
	-	86,25	99,36	*Pseudoplatystoma reticulatum*	82,40	Silva et al. (2012)
	-	48,98	61,59	*Pseudoplatystoma corruscans*	9,80	Gonçalvez e Carneiro (2003)
	80,30	90,30	91,30	*Salminus brasiliensis*	19,50	Borghesi et al. (2009)
	-	95,33	89,08	*Salminus brasiliensis*	33,51	Braga et al. (2008)
Farinha de penas hidrolisada	79,49	83,34	80,39	*Arapaima gigas*	235,00	Presente trabalho
	-	53,77	19,75	*Pseudoplatystoma reticulatum*	82,40	Silva et al. (2012)
	-	51,26	39,56	*Pseudoplatystoma corruscans*	9,80	Gonçalvez e Carneiro (2003)
Farelo de arroz	46,23	42,23	68,23	*Arapaima gigas*	235,00	Presente trabalho
	59,67	66,41	83,84	*Pseudoplatystoma* sp.	30,00	Teixeira et al. (2010)
	-	51,84	44,21	*Pseudoplatystoma corruscans*	9,80	Gonçalvez e Carneiro (2003)
Farelo de trigo	45,13	47,37	68,58	*Arapaima gigas*	235,00	Presente trabalho
	-	40,45	53,65	*Pseudoplatystoma reticulatum*	82,40	Silva et al. (2012)
	-	53,20	49,47	*Pseudoplatystoma corruscans*	9,80	Gonçalvez e Carneiro (2003)
Glúten de milho	61,18	59,76	74,22	*Arapaima gigas*	235,00	Presente trabalho
	-	47,41	11,48	*Pseudoplatystoma reticulatum*	82,40	Silva et al. (2012)
	84,60	88,80	93,50	*Salminus brasiliensis*	19,50	Borghesi et al. (2009)
	-	95,73	96,93	*Salminus brasiliensis*	33,51	Braga et al. (2008)
Fubá de milho	76,37	40,10	93,44	*Arapaima gigas*	235,00	Presente trabalho
	-	43,24	51,40	*Pseudoplatystoma reticulatum*	82,40	Silva et al. (2012)
	62,30	62,43	87,40	*Pseudoplatystoma* sp.	30,00	Teixeira et al. (2010)
	-	64,95	64,18	*Pseudoplatystoma corruscans*	9,80	Gonçalvez e Carneiro (2003)
	-	80,84	89,65	*Salminus brasiliensis*	33,51	Braga et al. (2008)
Amido	70,66	47,87	90,94	*Arapaima gigas*	235,00	Presente trabalho
Farelo de soja	76,71	58,00	83,84	*Arapaima gigas*	235,00	Presente trabalho
	-	88,89	66,00	*Pseudoplatystoma reticulatum*	82,40	Silva et al. (2012)
	-	61,66	67,10	*Pseudoplatystoma corruscans*	9,80	Gonçalvez e Carneiro (2003)
	84,30	87,70	93,60	*Salminus brasiliensis*	19,50	Borghesi et al. (2009)
	-	85,00	94,51	*Salminus brasiliensis*	33,51	Braga et al. (2008)

Entre os ingredientes de origem animal, a farinha de carne e ossos foi o que apresentou pior digestibilidade da matéria seca, embora a digestibilidade da proteína tenha sido alta (89,38%). A composição desse ingrediente é variável e farinhas com grandes quantidades de ossos tendem a apresentar CDAMS inferiores (SILVA et al., 2012).

Exceto para o glúten de milho, farelo de arroz e farelo de trigo, os CDAMS dos ingredientes testados estão próximos ou superiores a digestibilidade das rações práticas avaliadas por Ono et al. (2008) (59,3 – 68,3%) utilizando juvenis de pirarucu com peso médio de 96,8g.

8.2- COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE DA PROTEÍNA BRUTA

Em estudos com peixes carnívoros observa-se elevados valores de digestibilidade da proteína para farinha de peixe, como o verificado para o oscar (*Astronotus ocellatus*) (92,82%) (Nascimento et al., 2012), dourado (*Salminus brasiliensis*) (94,3%) (Borghesi et al., 2009), pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*)(84,14%) (Gonçalves e Carneiro, 2003) e bijupirá (*Rachycentron canadum*) (96,27%) (Zhou et al., 2004). A qualidade desse ingrediente é variável, podendo ser encontradas farinhas de peixes com excesso de minerais, normalmente pelo material de origem conter grande quantidade de escamas e ossos resultando em reduções no teor de proteína e valor nutritivo (Sampaio et al., 2001).

Valores próximos ao CDAPB do fubá de milho observados neste estudo foram encontrados por Boscolo et al. (2002) (93,40%), Pezzato et al. (2002) (91,66%) e Gonçalves et al. (2005) (91,01%) para a tilápia-do-nilo. Em trabalhos com espécies de peixes carnívoros alguns pesquisadores verificaram valores inferiores de digestibilidade, sendo 51,4% para surubim (*Pseudoplastystoma reticulatun*) (Silva et al., 2012) e 64,18% para pintado (Gonçalves e Carneiro, 2003), porém Nascimento et al. (2012) encontraram valores próximos para oscar (90,21%). O CDAPB do amido de milho, farinha de vísceras de aves, FCO e farelo de soja estão abaixo dos encontrados para farinha de peixe e fubá de milho, porém apresentaram boa digestibilidade, em média 88,6%, demonstrando boa capacidade de digestão de proteína de fontes de origem animal e vegetal pelo pirarucu.

Observa-se que em comparação com o pirarucu, o surubim apresenta CDAPB do farelo de soja (66%) inferior, da FCO (87,36%) semelhante e da FVA (99,36%) superior (Silva et al., 2012). Para *Sebastes schlegeli*, (Lee, 2002) valores semelhantes de CDAPB da FCO (90%) e farelo de soja (84%) também foram observados e da farinha de vísceras com dourado (91,3%) (Borghesi et al., 2009).

Os ingredientes que apresentaram menores CDAPB foram a farinha de penas, glúten de milho, farelo de trigo e farelo de arroz. O CDAPB da farinha de penas e do glúten de milho foram inferiores aos encontrados para bijupirá (90,24 e 94,42%) (Zhou et al., 2004) e para dourado (91,3 e 93,5%) (Borghesi et al., 2009) e superiores aos encontrados por Gonçalves e Carneiro (2003) para a farinha de penas (39,46), farelo de trigo (49,47%) e farelo de arroz (43,24%), trabalhando com pintado.

8.3- COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE DA ENERGIA BRUTA

Todos os ingredientes de origem vegetal apresentaram CDAEB abaixo de 60%, enquanto os de origem animal apresentaram valores superiores a 75%, demonstrando menor capacidade do pirarucu em digerir a energia contida em ingredientes de fontes vegetais. Maiores CDAEB para ingredientes de origem animal também foram observados para os peixes carnívoros *Rachycentron canadum* (Zhou et al.,2004), *Sebastes schlegeli* (Lee, 2002) e *Pseudoplatystoma coruscans* (Gonçalves e Carneiro, 2003).

Estudos com truta (*Oncorhynchus mykiss*) e enguia européia (*Anguilla anguilla*) demonstram que a produção de α-amilase é reduzida, prejudicando a digestão da energia na forma de carboidratos, já a atividade de lípase pode ser superior ao encontrado em espécies onívoras (Hidalgo et al., 1999,Furné et al., 2005).

Entretanto, os peixes possuem a capacidade de modificar ao longo do tempo sua produção enzimática de acordo com alimentação recebida, sendo variável essa adaptação nas espécies. Lundstedt et al.(2004) avaliaram a resposta no perfil enzimático de *Pseudoplastystoma corruscans* alimentado com diferentes rações e verificaram aumento na produção de amilase com níveis elevados de carboidratos.

Os CDAEB da proteína estão semelhantes aos encontrados por Gonçalves e Carneiro (2003) para o farelo de soja (61,66%), farelo de trigo (53,20), farelo de arroz (47,34%) e milho (64,95%) utilizando *Pseudoplastystoma corruscans* (9,8 g).

Braga et al. (2008) avaliaram a digestibilidade de ingredientes para juvenis (35,51g) de dourado (*Salminus brasiliensis*) e verificaram CDAEB próximos para a farinha de vísceras de aves (95,33%), farinha de peixes (93,86%) e melhores digestibilidade para o milho (80,84%), farinha de carne e ossos (75,36%), farelo de trigo (77,02%) e glúten de milho (95,73%).

Observa-se que os CDAEB da farinha de pena é semelhantes aos encontrados por Zhou et al. (2004) para juvenis de bijupirá (84,25%), por Bureal (1999) (81%) para juvenis (24g) de truta (*Oncorhynchus Mykiss*) e para juvenis (30g) de *Sebastes schlegeli* (85%) por Lee (2002), embora Silva et al. (2012) tenham encontrado pior digestibilidade com surubim (53,77%).

Os CDA encontrados para o pirarucu sugerem que todos os ingredientes de origem animal testados podem ser utilizados na formulação de rações para essa espécie, visto que apresentaram CDA superiores a 70%. Entre os ingredientes vegetais, ofarelo de arroz e o farelo de trigo devem ser utilizados com restrições, pois apresentaram digestibilidades inferiores.

Os melhores CDAPB foram observados para a farinha de peixe e fubá de milho, já para a EB os melhores CDA foram encontrados para a farinha de vísceras de aves, farinha de peixe e farinha de penas hidrolisada.

9- REFERÊNCIAS

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International 17.

Borghesi, R., Dairiki, J.K., Cyrino, J.E.P., 2009. Apparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for dourado *Salminus brasiliensis*. Aquaculture Nutrition, 15, 453–458.

Boscolo, W.R.,Hayashi, C.,Meurer, F., 2002. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionaise alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*,L.). Revista Brasileira de Zootecnia, 31, 539-545.

Braga, L.G.T., Borghesi, R.,Cyrino, J.E.P., 2008.Apparent digestibility of ingredients indiets for *Salminus brasiliensis*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 43, 271-274.

Bureau, D.P., Kaushik, S.J., Cho, C.Y., 1999.Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture, 180, 345–358.

Castello, L., Stewart, D.J., 2010. Assessing CITES non-detriment findings proceduresfor Arapaima in Brazil. Journal of Applied Ichthyology 26, 49–56.

Cavero, B. A. S., Ituassu, D. R. O., Pereira-Filho, M., Roubach, R., Bordinhon, A. M., Fonseca, F. A. L., Ono, E. A., 2003. Uso de alimento vivo como dieta inicial no treinamento alimentar de juvenis de pirarucu. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 38, 1011-1015.

Castello, L. & D.J.Stewart., 2010. Assessing CITES non-detriment findings procedures for Arapaima. Brazilian Journal of Applied Ichthyology, 26: 49-56.

Cavero, B.A.S., Pereira-Filho, M., Roubach, R., Ituassú, D.R., Gandra, A.L., Crescêncio, R.,
2003. Biomassa sustentável de juvenis de pirarucu em tanques-rede de pequenovolume. Acta Amazônica 33, 723–728. b

Crescêncio, R., Ituassú, D.R., Roubach, R., Pereira-Filho, M., Cavero, B.A.S., Gandra, A.L., 2005. Influência do período de alimentação no consumo e ganho de peso do pirarucu. Pesquisa Agropecuária Brasileira 40, 1217–1222.

CHO, C.Y., 1987. La energia en La nutrición de los peces. In: Nutrición em Acuicultura II. Ed. J. Espinosa de los Monteros y U.Labarta, Madrid- Espanã, 197-237.

Furné, M., Hidalgo, M.C., Lopez, A., Garcia-Gallego, M., Morales, A.E., Domerzain, A., Domezaine J., Sanz, A., 2005.Digestive enzyme activities in Adriatic sturgeon*Acipenser naccarii*and rainbow trout*Oncorhynchus mykiss*. A comparative study,Aquaculture, 250, 391–398.

Gandra, A. L., Ituassu, D. R., Pereira Filho, M., Roubach, R., Crescêncio, R., Cavero, B. A. S., 2006.Pirarucu growth under different feeding regimes. Aquaculture International, 10, 01-06.

Goncalves, E.G., Carneiro, D.J., 2003. Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia bruta de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). Revista Brasileira de Zootecnia, 32, 779–786.

Gonçalves, G.S.,Pezzato, L.E.,Barros, M.M.,Kleeman, G.K., Rocha, D.F., 2005. Efeito da suplementação de fitase sobre a disponibilidade aparente de nutrientes em alimentos vegetais pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia, 34, 2155-2163.

Hidalgo, M.C., Urea, E., Sanz, A., 1999. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities. Aquaculture, 170, 267–283.

Honczaryk, A., Inoue, L.A.K.A., 2009. Anestesia do pirarucu por aspersão direta nas brânquias do eugenol em solução aquosa. Cienc. Rural, 39, 577-579.

Hrbek, T., Farias, I. P., Crossa, M., Sampaio, I., Porto, J. I. R., Meyer, A., 2005. Population genetic analysis of Arapaima gigas, one of the largest freshwater fishes of the Amazon basin: implications for its conservation. Animal Conservation, 8, 297–308.

Imbiriba, E.P., 2001. Potencial da criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. Acta Amazônica, Manaus 31, 299-316.

Ituassu, D.R., Pereira Filho, M., Roubach, R., Crescêncio, R., Cavero, B.A.S., GANDRA, A. L., 2005. Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 40, 255-259.

Lee, S.M., 2002. Apparent digestibility coefficients of various feed ingredients for juvenile and grower rockfish (*Sebastes schlegeli*). Aquaculture, 207, 79–95.

Lundstedt, L.M., Melo, J.F.B., Moraes, G., 2004. Digestive enzymes and metabolic profile of *Pseudoplatystoma corruscans* (Teleostei: Siluriformes) in response to diet composition. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology, 137, 331-339.

Menezes, R. C., Santos, S. M. C., Ceccarelli, P. S., Tavares, L. E. R., Tortelly, R., Luque, J. L., 2011. Tissue alterations in the pirarucu, *Arapaima gigas*, infected by

Goezia spinulosa (Nematoda). Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, 20, 207-209.

MPA, 2012. Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2010. Brasília, DF, 129.

Monteiro, L. B. B., Soares, M. C. F., Catanho, M. T. J., Honczaryk, A., 2010. Aspectos Reprodutivos e Perfil Hormonal dos Esteróides Sexuais do Pirarucu, *Arapaima gigas* (SCHINZ,1822), em Condições de Cativeiro.. Revista Acta Amazonica, 40, 435-450.

Nascimento, T.M.T., Fabregat, T.H.P, Rodrigues, Laurindo, A., Sakomura, N.K., Fernandes, J.B.K., 2012.Effects of different sampling intervals on apparent protein and energy digestibility of common feed ingredients by juvenile oscar fish (*Astronotus ocellatus*). Acta Scientiarum. Animal Sciences, 34, 143-147.

Nose, T., 1966. Recents advances in the study of fish digestion in Japan. In: Symposium On Feeding Trout And Salmon Culture, SC II7., 1966, Belgrade. Proceedings, Belgrade: EIFAC, 17.

Núñez, J., Chu-Koo, F., Berland, M., Arévalo, L., Ribeyro, O., Duponchelle, F., Renno, J.F.,2011. Reproductive success and fry production of the paiche or pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz), in the region of Iquitos, Perú. Aquaculture Research 42, 815–822.

Oliveira, E.G, Pinheiro, A.B, Oliveira, V.Q, Silva, A.R.M, Moraes, M.G, Rocha, I.R.C.B, Sousa, R.R, Costa, F.H.F., 2012. Effects of stocking density on the performance of juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*) in cages. Aquaculture 370/371, 96-101.

Ono, E.A.,Nunes, E.S.S.,Cedano, J.C.C.,Pereira Filho, M.,Roubach, R., 2008. Digestibilidade aparente de dietas práticas com diferentes relações energia: proteína em juvenis de pirarucu.Pesquisa Agropecuária Brasileira, 43, 249-254.

Pezzato, L.E.,Miranda, E.C.,Barros, M.M., Pinto, L.G.Q., Furuya, W.M., Pezzato, A.C., 2002. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia, 31, 1595-1604.

Santos C.P., Moravec F., 2009. *Camallanus tridentatus* (Drasche) (Nematoda: amallanidae): new taxonomically important morphological data. Mem Inst Oswaldo Cruz, 104, 93-99.

Sampaio, F.G.,Hisano, H.,Yamaki, R.A., Kleemann, G.K., Pezzato, L.E., Barros M.M., 2001. Digestibilidade aparente das farinhas de peixe nacional e importada e das farinhas de sangue tostada e *spray-dried*, pela tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus*(L.). Acta Scientiarum, 23, 891-896.

Silva, T.S.C.,Moro, G.V.,Silva, T. B. A.,Dairiki, J.K.,Cyrino, J.E.P., 2012. Digestibility of feed ingredients for the striped surubim. Aquaculture Nutrition, 18, 1-8.

Zhou, Q.C., Tan, B.P., Mai, K.S., Liu, Y.J., 2004. Apparentdigestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. Aquaculture, 241, 441–451.

10 - ANEXO 1 – NORMAS DO ARTIGO CIENTÍFICO

Types of paper

Original Research Papers should report the results of original research. The material should not have been previously published elsewhere. Articles are expected to contribute new information (e.g. novel methods of analysis with added new insights and impacts) to the knowledge base in the field, not just to confirm previously published work. *Review Articles* can cover either narrow disciplinary subjects or broad issues requiring interdisciplinary discussion. They should provide objective critical evaluation of a defined subject. Reviews should not consist solely of a summary of published data. Evaluation of the quality of existing data, the status of knowledge, and the research required to advance knowledge of the subject are essential.

Short Communications are used to communicate results which represent a major breakthrough or startling new discovery and which should therefore be published quickly. They should not be used for preliminary results. Papers must contain sufficient data to establish that the research has achieved reliable and significant results.
Technical Papers should present new methods and procedures for either research methodology or culture-related techniques. The *Letters to the Editor* section is intended to provide a forum for discussion of aquacultural science emanating from material published in the journal.

Contact details for submission

Papers for consideration should be submitted via the electronic submission system mentioned below to the appropriate Section Editor:

Nutrition:
D.M. Gatlin

The Nutrition Section welcomes high quality research papers presenting novel data as well as original reviews on various aspects of aquatic animal nutrition relevant to aquaculture. Manuscripts addressing the following areas of investigation are encouraged:

1) determination of dietary and metabolic requirements for various nutrients by representative aquatic species. Studies may include environmental/stress effects on animal's physiological responses and requirements at different developmental stages,
2) evaluation of novel or established feedstuffs as well as feed processing and manufacturing procedures with digestibility and growth trials. Such studies should provide comprehensive specifications of the process or evaluated ingredients including nutrients, potential anti-nutrients, and contaminants,
3) comparison of nutrient bioavailability from various ingredients or product forms as well as metabolic kinetics of nutrients, food borne anti-nutrients or toxins,

4) identification of key components in natural diets that influence attractability, palatability, metabolism, growth reproduction and/or immunity of cultured organisms,
5) optimization of diet formulations and feeding practices,
6) characterization of the actions of hormones, cytokines and/or components in intracellular signaling pathway(s) that influence nutrient and/or energy utilization.
7) evaluation of diet supplementation strategies to influence animal performance, metabolism, health and/or flesh quality.

Manuscripts concerning other areas of nutrition using novel or advanced methods are also welcome. Please note that in regard to various diet additives such as probiotics, prebiotics, herbal extracts, etc., a very large number of papers have already been published. Therefore, Aquaculture will not continue to accept manuscripts that present initial and preliminary investigations of such additives. Manuscripts addressing these and other feed additives will be accepted for review only if they are of the highest scientific quality and they represent a significant advance in our knowledge of the mechanisms involved in their metabolism. Manuscripts may also be considered if they present clinical efficacy data generated in large-scale trials and economic cost-benefit analysis of these applications.

Conflict of interest

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See alsohttp://www.elsevier.com/conflictsofinterest.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see http://www.elsevier.com/postingpolicy), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service CrossCheck http://www.elsevier.com/editors/plagdetect.

If the manuscript to be submitted was previously rejected by Aquaculture or another journal, it is necessary to specify what substantive new work and/or revisions have been included to elevate the manuscript’s quality for consideration by Aquaculture.

Contributors

Each author is required to declare his or her individual contribution to the article: all authors must have materially participated in the research and/or article preparation, so roles for all authors should be described. The statement that all authors have approved the final article should be true and included in the disclosure.

Changes to authorship

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts:
Before the accepted manuscript is published in an online issue: Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that: (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed. After the accepted manuscript is published in an online issue: Any requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's WebShop http://webshop.elsevier.com/languageediting/ or visit our customer support sitehttp://support.elsevier.com for more information.

Submission

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts source files to a single PDF file of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF files at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail removing the need for a paper trail.

Authors should avoid responding by messages received from the system using the 'Reply' button on their e-mail message, this will send the message to the system support and not to the editorial office, and will create unnecessary load of sorting out and forwarding. Please submit your article via http://ees.elsevier.com/aqua/

Referees

Please submit, with the manuscript, the names, addresses and e-mail addresses of three potential referees. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: http://www.elsevier.com/guidepublication). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.
To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your wordprocessor.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

Theory/calculation

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc., in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1, Fig. A.1, etc.