

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DE ALIMENTOS PARA
TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)**

Monaliza Freitas Sena

Orientador: Prof. Dr. José Henrique Stringhini

GOIÂNIA

2012

MONALIZA FREITAS SENA

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DE ALIMENTOS PARA
TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)**

Dissertação apresentada para obtenção
do grau de Mestre em Ciência Animal
junto à Escola de Veterinária e
Zootecnia da Universidade Federal de
Goiás.

Área de concentração:

Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. José Henrique Stringhini - UFG

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Igo Gomes Guimarães – UFG

Profa. Dra. Delma Cantisani Padua – PUC - GO

GOIÂNIA

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**GPT/BC/UFG**

Sena, Monaliza Freitas.

S474d Digestibilidade aparente de alimentos para Tambaqui
(Colossoma macropomum) [manuscrito] / Monaliza Freitas Sena.
– 2012.

vi, 56 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. José Henrique Stringhini;

Coorientador: Prof. Dr. Igor Gomes Guimarães

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás,
Escola de Veterinária e Zootecnia, 2012.

Bibliografia.

Anexos.

1. Piscicultura – Alimentação. 2. Tambaqui – Análise. 3.
Digestibilidade – Peixes. I. Título.

CDU: 639.3.043

Dedico este trabalho a minha família pelo apoio, incentivo e auxílio durante esses dois anos distante, pois sei que sem eles nada disso seria possível.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I. Considerações iniciais.....	1
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	2
2.1 A Piscicultura no Brasil.....	2
2.2 Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>)	3
2.3 Digestibilidade	4
3 OBJETIVOS	8
4 REFERÊNCIAS.....	9
CAPÍTULO II. DIGESTIBILIDADE APARENTE DE ALIMENTOS PROTEICOS PARA O TAMBAQUI (<i>COLOSSOMA MACROPOMUM</i>).....	14
ABSTRACT	15
1 INTRODUÇÃO	16
2. MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1 Área de estudo e animais experimentais.....	17
2.2 Dietas experimentais	18
2.3 Procedimento adotado para arraçamento e coleta de fezes	20
2.4 Coeficiente e digestibilidade aparente.....	21
2.5 Análise estatística dos dados	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4 CONCLUSÃO.....	28
5 REFERÊNCIAS.....	28
CAPÍTULO III. DIGESTIBILIDADE APARENTE DE INGREDIENTES ENERGÉTICOS PARA O TAMBAQUI (<i>Colossoma macropomum</i>)	32
ABSTRACT	32

1 INTRODUÇÃO	33
2 MATERIAL E MÉTODOS	35
2.1 Área de estudo e animais experimentais.....	35
2.2 Dietas experimentais	35
2.3 Procedimento adotado para arraçamento e coleta de fezes	37
2.4 Coeficiente e digestibilidade aparente.....	38
2.5 Análise estatística dos dados	39
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4 CONCLUSÃO.....	43
5 REFERÊNCIAS.....	44
CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
ANEXO	48

CAPÍTULO I. Considerações iniciais

1 INTRODUÇÃO

A piscicultura é atualmente a atividade que mais se desenvolve no Brasil. Isso se deve, principalmente, ao fato de que o país é rico em recursos hídricos, apresenta clima altamente favorável à atividade, além de ser grande produtor de grãos.

Várias espécies de peixes são cultivadas no Brasil destacando-se o tambaqui, que é um peixe de piracema muito cultivado em cativeiro pela facilidade de produção de alevinos, rápido crescimento e rusticidade, se adaptando bem a ambientes com baixa concentração de oxigênio dissolvido. Apesar de possuir boa aceitabilidade no mercado devido ao sabor e o alto valor nutricional da sua carne, os estudos sobre a nutrição dessa espécie ainda são muito incipientes.

Na piscicultura intensiva, a alimentação constitui aproximadamente 70% do custo de produção total sendo que a formulação de rações para peixes é constituída basicamente por milho, quirera de arroz, farelo de soja e farinha de peixe, os quais em função da grande variabilidade de preço e dependendo da oferta no decorrer do ano e da dificuldade de transporte para as regiões não produtoras desses alimentos, torna muitas vezes a produção de peixes inviável.

Para que se tenha uma boa produção e um bom desempenho da espécie cultivada, é importante o fornecimento de uma dieta balanceada, de modo que a exigência da espécie seja atendida baseando-se na quantidade de nutrientes digestíveis dos alimentos para a espécie. Sendo assim a digestibilidade é um fator preponderante para uma adequada formulação. A determinação da digestibilidade dos nutrientes de ingredientes utilizados na formulação de dietas é essencial antes da formulação para avaliação dos

valores nutricionais desses ingredientes. Esse é um fator primordial para avaliação da capacidade de determinada espécie em utilizar os nutrientes de um alimento, entre outros aspectos como, indicar os níveis de nutrientes indigestíveis para avaliação de resíduos aquaculturais e seu impacto ambiental.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A Piscicultura no Brasil

A produção global de peixes a partir da aqüicultura é uma atividade que tem crescido e se desenvolvido muito nos últimos tempos, especialmente no Brasil. A produção brasileira de pescado aumentou 25% nos últimos oito anos, sendo que o setor de aquicultura como um todo apresentou elevação de 43,8%, passando de 289.050 toneladas/ano para 415.649 toneladas/ano. Com isso obteve ganho relativo de produção acima do crescimento da produção de outras espécies animais de importância no país, especialmente bovinos, suínos e aves. Com relação à piscicultura, esta atividade atingiu índice de crescimento relativo em torno de 60% sendo que a produção de tambaqui passou de 30.598 toneladas para 46.454 toneladas/ano. Assim, a produção total de pescado (tanto cultivado como capturado) subiu de 990.272 mil toneladas em 2003 para 1.240.813 mil toneladas em 2009 (BOLETIM..., 2009).

Essa atividade vem se profissionalizando, o que é justificado pelo potencial verificado nas diferentes regiões brasileiras, o que inclui condições climáticas favoráveis à atividade e também se constata a disponibilidade abundante de recursos hídricos (MEURER et al. 2002). Além disso, em virtude da sua grande extensão territorial, o Brasil possui alta produção de grãos que abastecem o mercado interno e gera lucros com exportação.

A demanda crescente por alimentos de alta qualidade e a necessidade de produção cada vez maior de fontes protéicas para nutrição humana, também favorecem a ascensão desta atividade no Brasil, pois os produtos gerados apresentam características que os colocam como destaque entre os alimentos com potencial de produção em países tanto em

desenvolvimento como os mais desenvolvidos (ZIMMERMANN & FITZSIMMONS, 2004).

A zona de maior diversidade de peixes de água doce do mundo é a região neotropical entre a América do Sul e a América Central (CRESCÊNCIO, 2005). Assim, outra característica importante da piscicultura brasileira é a diversidade de espécies criadas. Nas bacias hidrográficas distintas do Brasil ocorrem inúmeras espécies distribuídas. Atualmente, utiliza-se comercialmente mais de 30 espécies, com os mais variados hábitos alimentares e ambientes de vida (SCORVO-FILHO, 2003).

As espécies que mais se destacam em termos de produção de pescado no país são a tilápia (*Oreochromis niloticus*), a carpa (*Cyprinus carpio*) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*).

2.2 Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Entre as espécies cultivadas, o tambaqui, *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818), é um peixe de piracema nativo das bacias dos rios Amazonas e Orinoco, podendo ser encontrado na América do Sul e Amazônia Central (ARAÚJO-LIMA & GOMES, 2005). É o segundo maior peixe de escamas do Brasil, e é a principal espécie da Amazônia cultivada no país, cuja produção nacional em 2009 chegou a mais de 46.000 toneladas/ano (BOLETIM... 2009, KUBITZA, 2004).

Nos últimos anos, desponta como o primeiro entre as espécies mais produzidas nacionalmente. No cenário regional do Centro-Oeste, essa espécie continua sendo a primeira mais produzida, sendo o estado de Goiás o segundo maior produtor regional, atrás apenas do Mato Grosso (IBAMA, 2007).

Conforme VAL et al. (2000), o tambaqui é considerado uma das espécies mais importantes para a economia da Amazônia, possuindo ótima aceitação no mercado devido ao sabor da sua carne a qual possui alto valor nutricional. A popularidade do tambaqui é atribuída à facilidade de produção de alevinos e rápido crescimento (ARAÚJO-LIMA & GOMES, 2005; PORTO, 2005).

Segundo WOYNAROVICH (1986), no habitat natural, o tambaqui se alimenta de frutos e sementes de tamanhos diversos entre outros alimentos, sendo então uma espécie de hábito alimentar onívoro com tendência a herbívoros (NUNES et al., 2006).

No entanto, apesar de ser uma espécie brasileira com grande potencial para cultivo, ainda são escassas as informações sobre as exigências nutricionais, digestibilidade dos nutrientes dos alimentos e manejo alimentar desta espécie, o que dificulta o adequado crescimento de sua produção nos sistemas intensivos de produção.

2.3 Digestibilidade

Quando se pensa em alimentar um animal com uma dieta balanceada e de baixo custo, deve se preocupar não só com a exigência nutricional do animal, mas, principalmente, na absorção e digestão desse alimento, portanto a determinação da digestibilidade dos nutrientes de uma matéria prima é o primeiro cuidado quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão numa ração para peixes (CHO, 1987). Este é um dos aspectos mais relevantes para avaliar a capacidade de uma determinada espécie em utilizar os nutrientes de um alimento (HANLEY, 1987), além de ser um indicador potencial da energia e nutrientes disponíveis para crescimento, manutenção e reprodução do animal, bem como dos níveis de nutrientes indigestíveis para avaliação de resíduos aquaculturais (CHO, 1993).

O conceito de digestibilidade possui duas subclassificações: a digestibilidade verdadeira ou total, a qual leva em consideração as perdas endógenas do peixe durante a excreção, como produtos da oxidação de lipídios, proteínas (enzimas digestivas, muco e células da parede intestinal, além de substâncias presente na bile) (LOVELL, 1998). Por outro lado, a digestibilidade aparente é a diferença entre a quantidade de nutrientes ingeridos e a quantidade de nutrientes excretados. Uma vez que tais perdas possuem um percentual considerado pequeno, próximo a 5% (NRC, 1993), e de difícil quantificação, visto que os peixes vivem em ambiente aquático, a aparente é mais utilizada nos estudos relacionados à digestibilidade em peixes.

A digestibilidade dos alimentos em peixes pode ser obtida pelo método direto, medida pela quantidade de fezes excretadas e quantificação da quantidade de nutrientes ingeridos (porém é pouco utilizada devido à difícil coleta total das fezes por serem animais aquáticos) ou pelo método indireto, utilizando marcadores (não digestível). Existem várias metodologias para coleta de fezes em estudos de nutrição com peixes e, de acordo com SALLUM (2000), o seu desenvolvimento visa, principalmente, contornar situações tais como o estresse dos animais pelo manuseio nos métodos de pressão abdominal, sucção anal, contenção em câmara metabólica ou alimentação forçada, o sacrifício dos animais do método de dissecação intestinal e a lixiviação de nutrientes, principalmente das fezes.

Neste sentido, ABIMORAD & CARNEIRO (2004) avaliaram o efeito de diferentes métodos de coleta de fezes (dissecação, extrusão das fezes, Guelph e Guelph modificado) sobre o coeficiente de digestibilidade da proteína e da matéria seca em pacu e concluíram que todos os métodos de coleta de fezes estudados podem ser adotados com segurança para determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica dos alimentos para o pacu, na fase de crescimento, desde que usados de forma criteriosa. Esses autores ressaltam, ainda, que o intervalo das coletas de fezes para o estudo de digestibilidade, utilizando os sistemas de Guelph, não deve ultrapassar 30 minutos devido a problemas com a lixiviação das fezes. Porém, as informações obtidas com uma espécie, não devem ser generalizadas para todas, vistos que existem fatores específicos que as diferenciam, como comportamento e consistência das fezes.

Ingredientes de baixo valor nutricional e de baixa digestibilidade aumentam a perda de matéria indigerível e nutrientes pelas fezes, sendo essa uma das razões para avaliação da digestibilidade dos ingredientes. Essa avaliação fornece, em geral, uma boa indicação da disponibilidade de energia e nutrientes, proporcionando assim uma base racional sobre a qual as dietas podem ser formuladas para atender as exigências dos animais (SENA & TREVOR, 1995).

Vários fatores afetam a digestibilidade dos nutrientes nos alimentos. O tipo de secagem e as técnicas utilizadas durante o processamento, e a

composição da fração protéica são os fatores que têm efeito determinante na digestibilidade da proteína dos ingredientes (CHO et al., 1993). A espécie, a idade, as condições fisiológicas, a temperatura da água, a salinidade, a quantidade de alimento ingerido e o tamanho das partículas também influenciam a digestibilidade dos alimentos nos peixes (HEPHER, 1988).

As espécies animais aproveitam de forma diferente os alimentos, sendo essa variação quantificada através da determinação dos coeficientes de digestibilidade (SENA & TREVOR, 1995). Entretanto, muitas vezes, para a formulação de rações para peixes, são utilizados valores de proteína e energia bruta ou digestível de alimentos determinados para outras espécies de peixe. (BOSCOLO et al., 2002), o que não é nutricionalmente adequado, além de provocar maior impacto tanto à criação quanto ao ambiente, pois os nutrientes não digeridos e absorvidos serão excretados (SUGIURA et al., 1998).

FURUYA et al. (2004) determinaram os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da energia e proteína da silagem de sorgo com alto e baixo tanino para tilápia do Nilo obtendo CDA da energia bruta de 70,17% (3049,81kcal de energia digestível kg⁻¹) e proteína bruta de 84,94% (8,81% de proteína digestível) para o sorgo baixo tanino, e 68,37% (2954,75kcal de energia digestível kg⁻¹) e 82,40% (7,58% de proteína digestível) para o sorgo alto tanino.

PEZZATO et al. (2002) também trabalharam com a tilápia do Nilo obtendo os melhores CDAs dos ingredientes energéticos para o farelo de trigo (66,05% MS; 3126kcal ED /kg; 91,13% PB) e farelo de arroz (59,29% MS; 3577 kcal ED /kg; 94,86% PB). Já entre os protéicos de origem vegetal analisados, o glúten de milho 60 (91,96% MS; 95,96% PB; 3564 kcal ED /kg), o farelo de soja (71,04% MS; 91,56% PB; 3064 kcal ED/kg) e o glúten de milho 21 (48,84% MS; 89,88% PB; 3193 kcal ED/kg) apresentaram melhores coeficientes de digestibilidade aparente. Entre os protéicos de origem animal, a farinha de vísceras de aves (73,87% MS; 87,24% PB; 3543 kcal ED/kg), seguida da farinha de peixes (57,46% MS; 78,55% PB; 3138 kcal ED/kg) apresentaram, destacadamente, melhores coeficientes de digestibilidade aparente. Porém, os piores resultados foram encontrados para a farinha de penas (37,39% MS;

29,12% PB; 3544; kcal ED /kg) e farinha de sangue (53,30% MS; 50,69% PB; 3093 kcal ED /kg).

GUIMARÃES et al. (2008), avaliando a digestibilidade dos nutrientes de alimentos protéicos extrusados para a tilápia do Nilo, afirmaram que não houve diferença significativa entre os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína (CDaPB) do farelo de soja (92,0%) e do glúten de milho (91,39%). Entretanto o farelo de soja apresentou o maior CDaPB, enquanto o farelo de algodão com 28%PB apresentou o pior CDaPB entre os alimentos de origem vegetal utilizados. Os maiores CDaPB dos alimentos de origem animal foram apresentados pela farinha de vísceras de aves (89,73%) e pela farinha de peixe (88,60%), enquanto os menores CDaPB foram obtidos para a farinha de penas (78,52%) e farinha de carne e ossos (78,44%).

SOUSA & HAYASHI (2003) avaliaram o coeficiente de digestibilidade aparente do farelo de algodão pela tilápia do Nilo e piavuçu e encontraram para tilápia o valor de 70,23% da matéria seca e para o piavuçu 58,38%. O coeficiente de digestibilidade da energia bruta e o valor de energia digestível foram de 71,76% e 3.076,82 kcal/kg, respectivamente, para a tilápia do Nilo e de 59,33% e 2.544,02, respectivamente, para o piavuçu. Em relação ao coeficiente de digestibilidade da proteína bruta e ao conteúdo de proteína digestível, os valores para a tilápia do Nilo foram de 88,70 e 35,77%, respectivamente. Para o piavuçu, os valores foram de 77,95% de proteína bruta e 31,44% de proteína digestível. Os autores mostraram com isso que a tilápia do Nilo aproveita melhor os nutrientes presentes no farelo de algodão em comparação ao piavuçu.

MEURER et al. (2003) trabalharam com digestibilidade de alguns alimentos protéicos pela tilápia do Nilo e concluíram que a melhor digestibilidade encontrada foi do glúten de milho, seguido da farinha de peixe. A Farinha de vísceras apresentou boa digestibilidade apenas da proteína e regular da MS e energia digestível. Finalmente, a Levedura spray dried apresentou digestibilidade apenas regular dos itens avaliados,

ABIMORAD & CARNEIRO (2004) determinaram o CDA de ingredientes protéicos e energéticos para o pacu, concluindo que os valores médios de digestibilidade da proteína dos alimentos, de maneira geral,

apresentaram-se altos, não variando estatisticamente (entre 93,89 e 75,73% para o farelo de trigo e a farinha de penas, respectivamente). Foi observado também que as médias dos CDA da energia dos alimentos variaram consideravelmente tendo o sorgo (93,36%), a levedura (45,77%), o milho (86,69%) e o farelo de trigo (81,16%) obtido os melhores resultados. O farelo de arroz (92,73%) e a farinha de carne e ossos (83,98%) apresentaram também altos coeficientes de digestibilidade da energia. Já entre os alimentos protéicos de origem animal as maiores médias de digestibilidade da proteína e da energia foram observadas, respectivamente, para a farinha de carne e ossos (88,60 e 83,98%) e a farinha de peixe (88,40 e 78,14%). Para o farelo de soja foi observado alto valor de digestibilidade para a fração protéica (81,14%) e baixa para a energia (63,68%).

RODRIGUES et al. (2010) avaliaram a digestibilidade de dietas contendo níveis crescentes de fibra bruta para pacu e encontraram que o coeficientes de digestibilidade aparente da proteína, da energia, da matéria seca e extrato etéreo da dieta apresentaram redução significativa em função dos níveis de inclusão da fibra, concluindo que a utilização de até 9% de fibra bruta na dieta, não houve alteração significativa na digestibilidade das dietas.

ABIMORAD et al. (2008) obtiveram a digestibilidade aparente da proteína, energia e aminoácidos para pacu e encontraram que entre os ingredientes estudados o glúten de milho (95,6%) e o farelo de soja (90,6%) tiveram os maiores coeficiente de digestibilidade aparente para proteína e o pior valor foi da levedura alcoólica (81,5%), já em relação ao coeficiente de digestibilidade da energia o maior valor foi do glúten de milho (86%) sendo que os outros ingredientes tiveram valores entre 73% a 78%. Porém, os autores concluíram que em geral, todos os ingredientes avaliados foram bem digeridos pelos juvenis de pacu, e podem ser usados, dentro de seus próprios limites, em dietas práticas para esta espécie.

3 OBJETIVOS

Determinar o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, da matéria seca e da energia dos seguintes ingredientes de origem

vegetal: milho, sorgo, farelo de trigo, farelo de arroz e quirera de arroz; farelo de soja, farelo de algodão e glúten de milho.

Determinar o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, da matéria seca e da energia dos seguintes ingredientes de origem animal: farinha de peixe, farinha de vísceras de frango, farinha de carne e ossos.

4 REFERÊNCIAS

1. ABIMORAD, E.G.; SQUASSONIN, ; CARNEIRO, D.J. Apparent digestibility of protein, energy, and amino acids in some selected feed ingredients for pacu *Piaractus mesopotamicus*, **Aquaculture Nutrition**, viçosa, v. 14, p. 374-380, 2008.
2. ABIMORAD, E.G.;CARNEIRO, D.G. Métodos de Coleta de Fezes e determinação dos Coeficientes de Digestibilidade da Fração Protéica e da Energia de Alimentos para o Pacu, *Piaractus mesopotamicus* , **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa v.33, n.5, p.1101-1109, 2004.
3. ANDRIGUETO, M.J.; PERLY, L.; MINARDI,I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J.S.; SOUZA, G.A.; FILHO, A.B. Nutrição Animal. As Bases e os Fundamentos da Nutrição Animal. Os alimentos Ed. da Universidade Federal do Paraná, São Paulo:Nobel, 1982. 395p.
4. ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; GOMES, L. C. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Editora UFMS, 2005. p.175-202.
5. BOLETIM ESTATÍSTICO DA PESCA E AQUICULTURA, Brasil 2008-2009, Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura, 2009. 100p.
6. BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p. 539-545, 2002.
7. BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; SOARES, C.M. Farinhas de peixe, carne e ossos, vísceras e crisálida como atractantes em dietas para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.5, p.1397-1402, 2001.
8. BREMER NETO, GRANER, C.A.F; PEZZATO, L.E.; PADOVANI, C.R. Determinação de rotina do crômio em fezes, como marcador biológico, pelo método espectrofotométrico ajustado da 1,5-difenilcarbazida. **Ciência Rural** 35,Santa Maria,v.35 n.3, p.691-697, 2005.

9. CARTER, C.G.; HAULER, R.C. Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. **Aquaculture**, Amsterdam, v.185, p.299-311, 2000.
10. CHO, C. Y. Digestibility of feedstuffs as a major factor in aquaculture waste management. In: KAUSHIK, S.J.; LAQUET, P. (Eds.) **Fish nutrition practice**. Paris: INRA, p. 363-374, 1993.
11. CHO, C. Y. La energia en la nutrición de los peces. In: J. ESPINOSA DE LOS MONTEROS LABARTA, Y U. **Nutrición en Acuicultura II**. Madrid-España, 1987. p. 197-237.
12. CHOW, K.W.; SCHELL, W.R.. The Minerals. In: **Fish Feed Tecnology** [on line]. Rome: FAO, 1980. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/x5738e/x5738e00.htm#Contents>. Acesso em: 28 de maio de 2011.
13. CONTE.A.J.; TEIXEIRA, A.S.; FIALHO, E.T.; SCHOULTEN, N. A.; BERTECHINI, A.G. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 5, p.1147-1156, 2003.
14. CRESCÊNCIO, R. Ictiofauna Brasileira e seu potencial para criação. In: BALDISSEROTTO, B., GOMES, L.C. (Org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Editora UFMS, 2005, p. 23-36. Disponível em: http://WWW.acap.org.br/arquivos/Panorama_aquicultura_nacional.PDF. Acesso em: 18 de maio de 2010.
15. EL-SAYED, A.F.M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis niloticus* spp. **Aquaculture Research**, Amsterdam v.179, p.149-168, 1999.
16. FURUYA, W.M. **Tabela Brasileira para Nutrição de Tilápia** -- Toledo: GFM, 2010. 100 p.
17. FURUYA, W. M.; SILVA,L.C.R.; NEVES,P.R.; BOTARO,D.; HAYASHI,C. FURLAN,A.C.; SANTOS,V.G. Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e da proteína da silagem de sorgo com alto e baixo tanino pela tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n.4, p.1213-1217, 2004.
18. GUIMARÃES, PEZZATO, L.E.; BARROS,M.M.; TACHIBAMA,L. Nutrient digestibility of cereal grain products and by-products in extruded diets for Nile tilapia. **Journal World Aquaculture Society**, v. 39, n.6, 781-789, 2008.
19. HANLEY, F. The digestibility of foodstuffs and the effects of feeding selectivity determinations in Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) **Aquaculture**, Amsterdam , v.66, n.2, p. 163-179, 1987.
20. HEPHER, B. **Nutrition of pond fishes**. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press, 1988. 406 p.
21. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA: Estatística da Pesca 2006 Brasil: grandes regiões e unidades de federação. Brasília: IBAMA, 2008. 174p.

22. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA: Diretoria de fauna e recursos hídricos pesqueiros. Estatística da Pesca 2005 [on-line], 2005. Disponível em: [http://200.198.202.145/seap/Dados_estatísticos/boletim2005a\(tabela\).pdf](http://200.198.202.145/seap/Dados_estatísticos/boletim2005a(tabela).pdf). Acesso em: 08 mai. 2007.
23. KUBITZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. **Panorama da Aqüicultura**. Rio de Janeiro, v.14, n.82, p. 49-55, 2004.
24. KUBITZA, F. Nutrição e alimentação dos peixes cultivados. 1ed. Jundiaí:F. Kubitza,1999, 123p.
25. KUBITZA, F.; LOVSHIN, L.L. Pond production of pellet-fed advanced juvenile and food-size largemouth bass. **Aquaculture**, Amsterdam v. 149,p.253-262,1997.
26. LOVELL, R.T. Practical fish diets. In: **Fish Feed Technology**. Cap.22. [on line]. Rome: FAO, 1980. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/x5738e/x5738e00.htm#Contents>. Acesso em: 28 de maio de 2010.
27. LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998. 267p.
28. LOVELL, R. T. Diet and fish husbandry. In: HALVER, J.E. (Ed.). **Fish nutrition**. 2. ed. New York: Academic Press1989. , p. 549-603.
29. MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. Digestibilidade Aparente de Alguns Alimentos Protéicos pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.1801-1809, 2003 (Supl. 2).
30. MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO,W. R.; SOARES, C. M. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p. 566-573, 2002.
31. MUKHOPADHYAY, N.; RAY, A. K. The apparent total and nutrient digestibility of sai seed (*Shorea robusta*) meal in rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. **Aquaculture Research**, Amsterdam, v.28, p.683-689, 1997.
32. NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes**: nutrient requirements of domestic animals. Washington, D.C.: 114p, 1993.
33. NENGAS, I.; Alexis, M.N.; Davies, S.J. High inclusion levels of poultry meals and related by products in diets for gilthead seabream *Sparus aurata* L. **Aquaculture**, Amsterdam, v.179 n.1-4, p.13-23, 1999.
34. NUNES, E.S. S. CAVERO,B.A.S.; PEREIRA-FILHO,M. ROUBACH,R. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.1, p. 139-143, 2006.
35. PEIXOTO, R. R.; MAIER, J. C. **Nutrição e alimentação animal**. 2. ed. Pelotas: UCPEL, EDUCAT, UFPEL, 1993. 69 p.

36. PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E. C.; 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**, Viçosa, v. 31, n.4, p. 1595-1604, 2002.
37. PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não convencionais disponíveis para a indústria da nutrição de peixes no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS, 1995, Piracicaba. **Anais...**, Piracicaba: CBNA, 1995. p. 34-52.
38. PORTO, M. S. A. **Indicadores de estresse em peixes da Amazônia: sensibilidade em face do tipo de estressor** 2005. 38 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
39. RODRIGUES, L. A. FABREGAT, T. E. H. P.; FERNANDES, J. B. K.; NASCIMENTO, T. M. T.; SAKAMURA, N. K. Digestibilidade e tempo de trânsito gastrintestinal de dietas contendo níveis crescentes de fibra bruta para pacu. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 169-173, 2010.
40. ROSTAGNO, H.S. Exigências nutricionais e biodisponibilidade de fósforo para frangos de corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998, p.1-27.
41. SALARO, A. L.; PEZZATO, L.E.; VICENTINI, C.A.; BARROS, M.M. Efeito da inclusão do farelo e da farinha de semente de algodão em rações para reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.6, n.28, p. 1169-1176, 1999.
42. SALLUM, W.B. **Óxido crômico III como indicador externo em ensaios metabólicos para o matrinhã (*Bricon cephalus*, Gunther 1869) (Teleostei, Characidae)**. 2000. 116f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
43. SCORVO-FILHO, J.D. Panorama da Aqüicultura Nacional. In: INFORMES TÉCNICOS – ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE AQUICULTURA, 2003.
44. SENA, S.S. & TREVOR, A.A. **Fish nutrition in aquaculture**. Published by Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London, Serie-1 8HN, UK., 1995.
45. SOUZA, S. R.; HAYASHI, C. Digestibilidade do farelo de algodão pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) e piavuçu (*Leporinus macrocephalus* B & G). **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n.1, p. 15-20, 2003.
46. SUGIURA, S. H.; DONG, F.M.; RATHBONE, C.K.; HARDY, R.W. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. **Aquaculture**, Amsterdam, v.159, n. p. 177-202, 1998.
47. TACON, A. G. J.; STAFFORD, E. A.; EDWARDS, C. A. A preliminary investigation of the nutritive value of three terrestrial lumbric worms for rainbow trout. **Aquaculture**, Amsterdam, v.35, p.187-199, 1983.

48. VAL, A.L.; ROLIM, P.R; RABELO, H. Situação atual da aquicultura na região norte. In: VALENTI, W.C.; POLI, C.R.; PEREIRA, J.A.; BORGUETTI, J.R. (Ed.). **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq/MCT, p.247-266,2000.
49. VIEITES, F.M. **Valores energéticos e de aminoácidos digestíveis de farinhas de carne e ossos para aves** 1999. 75f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
50. WILSON, R.P. Fish feed formulation and processing. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTRÁCEOS, **Anais...**, Piracicaba: SBZ, 1995. 171p.
51. WOYNAROVICH, E. **Tambaqui e Pirapitinga**. Propagação artificial e criação de alevinos. CODEVASP, Brasília-DF, 1986.
52. ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: Cyrino, J. E. P. (Ed.). **TÓPICOS ESPECIAIS EM PISCICULTURA DE ÁGUA DOCE TROPICAL INTENSIVA**. TecArt, São Paulo, Brasil, p.239-266,2004.

CAPÍTULO II. DIGESTIBILIDADE APARENTE DE ALIMENTOS PROTEICOS PARA O TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)

RESUMO

O estudo foi realizado com o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) de ingredientes convencionais protéicos sendo três de origem animal (farinha de peixe, farinha de carne e ossos e farinha de vísceras de frango) e três de origem vegetal (farelo de soja, glúten de milho e farelo de algodão) para o tambaqui (*Colossoma macropomum*). O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisa de Organismos Aquáticos (LAPOA) na Pontifícia Universidade Católica de Goiás Campus II Goiânia – GO, no período de Fevereiro de 2011 a Março de 2011, utilizando-se 64 juvenis (300 ± 10) de tambaqui os quais foram alojados em oito aquários de 310L (oito peixes/aquário) conectado a um sistema de recirculação em um delineamento de blocos casualizados com sete tratamentos e quatro repetições no tempo. A determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente foi realizada pelo método indireto, utilizando uma dieta referência e seis dietas com inclusão de 30% dos ingredientes testados além de 0,2% de óxido de cromo (Cr_2O_3) incorporado às dietas. Observou-se com relação aos ingredientes protéicos de origem animal que os melhores resultados para CDA foram da farinha de peixe. Não houve diferença significativa com relação ao CDA da MS e EB entre a farinha de peixe (76,6% CDaMS e 93,51% CDaEB) e a farinha de vísceras de frango (80,29% CDaMS e 89,79% CDaEB). O pior resultado foi para a farinha de carne e ossos (57,73%CDaMS e 85,77% CDaEB), porém não houve diferença significativa com relação ao CDaPB desse ingrediente e a farinha de vísceras de frango. Para os ingredientes protéicos de origem vegetal analisados os melhores resultados de coeficiente de digestibilidade aparente foram para o glúten de milho. Não houve diferença significativa quanto ao coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e proteína bruta para o farelo de soja (61,04% CDaMS e 91,78% CDaPB) e farelo de algodão (59,69%CDaMS e 86,99%CDaPB). Os resultados mostram que o tambaqui aproveita bem os nutrientes presentes nos alimentos testados tanto de origem animal como vegetal.

Palavras- chave: ingredientes, proteína, herbivoria, onívoro, coeficiente de digestibilidade

ABSTRACT

DIGESTIBILITY APPARENT PROTEIN FOOD FOR TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)

The study was conducted in order to determine the apparent digestibility coefficients (ADC) of dry matter (DM), crude protein (CP) and gross energy (GE) ingredients and three conventional protein of animal origin (fish meal, flour Meat and bone meal and chicken offal) and three vegetable (soybean meal, corn gluten meal and cottonseed meal) for tambaqui (*Colossoma macropomum*). The experiment was conducted in the Research Laboratory of Aquatic Organisms (LAPOA) in the Pontifical Catholic University of Goiás II Campus Goiania - GO, in the period February 2011 to March 2011, using 64 juveniles (300 ± 10), the tambaqui which were housed in eight 310L tanks (eight fish / tank) connected to a recirculation system in a randomized block design with seven treatments and four replications in time. The determination of apparent digestibility was carried out by the indirect method, using a reference diet and six diets with inclusion of 30% of the tested ingredients plus 0.2% chromium oxide (Cr_2O_3) incorporated into the diets. Was observed with respect to the protein ingredients of animal origin that the best results for CDA were fishmeal. There was no significant difference in CDA between the MS and EB fish meal (76.6. ADDMC% and 93.51% CDaEB) and chicken viscera flour (80.29% and 89.79% ADDMC CDaEB) . The worst result was for the meat and bones (57.73% and 85.77% ADDMC CDaEB), but there was no significant difference with respect to this ingredient CADCP and poultry meal of chicken, For ingredients of vegetable protein analyzed the best results were apparent digestibility coefficients for gluten milho. Não was no difference in the apparent digestibility of dry matter and crude protein soybean meal (61.04% and 91.78% ADDMC CADCP) and cottonseed meal (59.69% and 86.99% ADDMC CADCP). The results show that tambaqui and takes the nutrients in foods tested both animal and vegetable.

Key-words: ingredients, protein, herbivore, omnivore, coefficient digestibility

1 INTRODUÇÃO

O tambaqui, segundo maior peixe de escamas do Brasil, é a principal espécie da Amazônia cultivada no país, (KUBITZA, 2004)

Nos últimos anos, desponta como o primeiro entre os peixes nacionais mais produzidos no Brasil, sendo o estado de Goiás o segundo maior produtor regional atrás apenas do Mato Grosso (IBAMA, 2007).

A determinação da digestibilidade de nutrientes presentes em ingredientes para formulação de dietas para peixe é o primeiro cuidado quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão na dieta e fornecimento de uma ração balanceada e de baixo custo (CHO, 1987). É um dos aspectos mais relevantes para avaliar a capacidade de uma determinada espécie em utilizar os nutrientes de um alimento (HANLEY, 1987), além de ser um indicador da quantidade de energia e nutrientes disponíveis para o crescimento, manutenção e reprodução do animal, determinando também os níveis de nutrientes indigestíveis para avaliação de resíduos aquaculturais (CHO, 1993).

O valor nutricional dos alimentos baseia-se não somente na composição química, mas também na quantidade de nutrientes e de energia que o peixe pode absorver e utilizar (NRC, 1993). A digestibilidade é a medida da quantidade de nutriente presente na dieta, os quais foram digeridos e absorvidos pelo animal. Ingredientes de baixo valor nutricional e de baixa digestibilidade aumentam a perda de matéria indigerível pelas fezes, sendo essa uma das principais razões para avaliação da digestibilidade dos ingredientes. Essa avaliação fornece, em geral, uma boa indicação da disponibilidade de energia e nutrientes, proporcionando assim uma base racional sobre a qual as dietas podem ser formuladas para atender as exigências dos animais (SENA & TREVOR, 1995). Esse dado pode ser obtido pela diferença entre a quantidade de nutriente ingerido e excretado, denominada digestibilidade aparente.

A quantidade de proteína em rações para tambaqui varia de 19 a 40% (ANDRADE et al. 1993), o que leva a uma elevada utilização de ingredientes ricos em proteína, os quais são responsáveis pela maior fração

dos custos da ração na piscicultura intensiva e semi-intensiva (BOSCOLO et al. 2001), pois, além de comporem grande quantidade nas formulações, apresentam maior custo que os alimentos energéticos (KIKUCHI, 1999).

Na confecção de rações para peixes, a farinha de peixe é o ingrediente que possui o melhor balanço de aminoácidos (KUBITZA, 1999) e melhor palatabilidade, fazendo com que esta seja muito utilizada na confecção de rações para peixe. No entanto, é o ingrediente mais oneroso na formulação de dietas para peixes, fazendo com que uma grande variedade de alimentos protéicos alternativos à farinha de peixe seja estudada com o objetivo de diminuir o custo das rações aquícolas. Entretanto, um dos problemas encontrados para o uso destes materiais é a falta de informação dos valores de digestibilidade de seus nutrientes (MUKHOPADHYAY & RAY, 1997).

Contudo, o conhecimento do coeficiente de digestibilidade dos principais ingredientes utilizados em rações para o tambaqui é de fundamental importância para a formulação de rações mais eficientes. A escolha de ingredientes com melhor digestibilidade possibilitará diminuição no impacto ambiental devido à menor poluição da água dos viveiros de cultivo e melhoria nos índices zootécnicos do tambaqui.

Nesse contexto, objetivou-se com essa pesquisa determinar a digestibilidade aparente da proteína de seis alimentos protéicos sendo três de origem animal (farinha de peixe, farinha de carne e ossos e farinha de vísceras de frango) e três de origem vegetal (farelo de algodão, farelo de soja e glúten de milho) para o tambaqui (*Colossoma macropomum*).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo e animais experimentais

O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisa de Organismos Aquáticos (LAPOA) na Pontifícia Universidade Católica de Goiás Campus II Goiânia – GO, no período de Fevereiro de 2011 a Março de 2011.

As análises bromatológicas foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal do DPA/EV/UFG, Campus Goiânia-GO.

Foram utilizados 64 juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) com peso médio de 300g±10 os quais foram distribuídos em oito aquários de 310L (oito peixes/aquário) conectado a um sistema de recirculação em um delineamento de blocos casualizados com sete tratamentos e quatro repetições no tempo.

Os peixes permaneceram nos tanques durante todo o período de adaptação ao sistema (sete dias) e no período diurno durante a fase experimental. Neste período, foi realizada diariamente a limpeza desses tanques por sifonagem para a retirada de eventuais resíduos.

As variáveis físico-químicas da água, pH, oxigênio dissolvido (mg/L) e temperatura (°C) foram mensuradas diariamente, duas vezes ao dia, pela manhã e pela tarde antes de cada arrazoamento, utilizando equipamentos digitais (peagâmetro, oxímetro e termômetro) e as análises de amônia e nitrito quinzenalmente utilizando *Kit* de análise de água.

2.2 Dietas experimentais

As dietas experimentais utilizadas foram compostas de uma dieta referência e as dietas teste. A dieta referência foi formulada com base em pesquisas feitas em outros trabalhos com tambaqui e espécies de habito alimentar semelhante,. A quantidade dos ingredientes e composição nutricional está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição da dieta referência

Ingredientes	g/100g da dieta
Farinha de peixe	5,00
Fubá de milho	27,25
farelo de trigo	6,00
DL-Metionina	0,10
Óxido de cromo	0,10
Óleo de soja	6,50
Fosfato bicalcico	5,60
Vitamina C	0,08
Sal comum	0,10
Premix vitamínico ^a	0,15
Premix mineral ^b	0,10

BHT ^c	0,02
Total	100,0

^aSuplemento vitamínico, níveis de garantia por kg da dieta: vitamina A, 16060 UI; vitamina D3, 4510 UI; vitamina E, 250 UI; vitamina K, 30 mg; vitamina B1, 32 mg; vitamina B2, 32 mg; pantotenato de cálcio, 80 mg; niacina, 170 mg; biotina, 10 mg; ácido fólico, 10 mg; vitamina B12, 32 µg; vitamina B6, 32 mg. ^bSuplemento mineral, níveis de garantia por kg da dieta: Na₂SeO₃, 0,7 mg; MnO, 50 mg; ZnO, 150 mg; FeSO₄, 150 mg; CuSO₄, 20 mg; CoSO₄, 0,5 mg; I₂Ca, 1 mg. ^cantioxidante Butil hidroxitolueno

Foi avaliada a digestibilidade de seis ingredientes protéicos comerciais: três de origem vegetal (farelo de soja, farelo de algodão, glúten de milho) e três de origem animal (farinha de peixe, farinha de vísceras e farinha de carne e ossos) de acordo com o procedimento descrito por GUIMARÃES et al. (2008), o qual os peixes são arraçoados fora do sistema Guelph modificado. Este sistema consiste no uso de incubadoras cilíndricas de fundo cônico que permite escoamento das fezes pelo fundo, as quais são armazenadas em tubos de vidro refrigeradas.

Para a confecção da dieta referência e dietas-teste todos os ingredientes testados foram moídos em um moinho tipo faca, com peneira de 0,5 mm (HAYASHI et al., 1999). A confecção das dietas foi realizada no Laboratório de Nutrição de Peixes – AQUANUTRI, Unesp, Botucatu. As dietas foram mecanicamente homogeneizadas, e adicionada água a 60°C (30,0% do peso natural) em misturador automático (Ação Científica). Após, as misturas foram submetidas à extrusão em aparelho extrusor de rosca simples (Extrutech) com capacidade para processar 20 kg.h⁻¹ de ração, de forma a se obterem péletes com aproximadamente 5,0mm de diâmetro. As dietas foram secas em estufa com recirculação forçada de ar a 55,0°C por 12 horas e armazenadas em freezer (-18,0°C).

Tabela 2- Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas-teste e dieta referência ^a.

Alimentos	International feed number	MS (%)	PB (%)	EB Cal/g	FB (%)	Cinzas (%)
Farelo de soja	5-04-612	89,85	45,68	4480	6,33	1,20
Glúten de milho	5-28-242	89,44	62,68	5352	1,33	3,19
Farelo de algodão	5-01-619	91,16	44,12	4400	26,00	5,66
Farinha de peixe		87,90	51,59	4481	--	29,62
Farinha de carne e ossos	5-09-322	90,43	46,81	3742	--	34,39

Farinha de vísceras de frango	5-03-798	94,35	55,98	5080	--	19,53
Dieta referência		93,85	28,70	4426,5	5,54	9,39

^a Composição com base na matéria seca

As dietas-teste foram compostas por 70% da dieta referência e 30% dos ingredientes a serem testados, sendo que a composição química dos nutrientes presentes nos ingredientes (tabela 2) foi avaliada no laboratório de nutrição animal da Universidade Federal de Goiás. Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, proteína bruta e energia bruta dos ingredientes foram determinados pelo método indireto usando óxido de cromo-III (0,2%) como indicador inerte.

2.3 Procedimento adotado para arraçoamento e coleta de fezes

O período de adaptação utilizado para cada dieta foi de sete dias, período em que os peixes permaneceram nos tanques de alimentação sendo arraçados sem restrições, cinco vezes ao dia, duas vezes pela manhã e três vezes à tarde. Este período garantiu o esvaziamento do tubo digestório dos peixes, de forma a não haver resíduos de fezes proveniente da alimentação anterior.

No período de coleta de fezes, os peixes foram mantidos durante o dia nos tanques de alimentação e também foram arraçados cinco vezes ao dia (a cada 2h, das 9h:00min às 17h:00min). Às 18h, os peixes de quatro tanques foram transferidos para quatro aquários de digestibilidade e nesse local permaneceram até a manhã seguinte, quando retornaram para o tanque de alimentação. Sendo então feito novo sorteio e peixes de outros quatro tanques foram transferidos e assim sucessivamente até completar quatro repetições. Após coleta de amostras (pool) suficiente para cada tratamento, iniciava-se outra repetição, redistribuindo os tratamentos entre as unidades experimentais.

Os aquários de digestibilidade tinham forma afunilada e capacidade para 200 L cada, equipados com um registro e copo coletor.

As coletas das fezes eram feitas entre às 19h:00min e 8h:00min, período máximo de três horas entre as coletas. Após o fechamento dos registros, o excesso de água presente nos copos coletores era retirado e as fezes úmidas depositadas em recipientes de alumínio e congeladas em refrigerador (4°C) para posterior secagem em estufa de circulação forçada a 65° C por 24 horas para análise de proteína bruta (PB), energia bruta (EB) e cromo (BREMER NETO et al., 2005).

2.4 Coeficiente e digestibilidade aparente

A determinação da digestibilidade aparente dos alimentos testados foi realizada pelo método indireto de coleta de fezes utilizando 0,2% de óxido de cromo III (Cr_2O_3) como indicador, adicionado à dieta referência e às dietas-teste. O coeficiente de digestibilidade aparente dos ingredientes foi calculado com base no teor de óxido de cromo do nutriente da dieta e das fezes.

As análises de proteína e concentração de cromo das rações e das fezes foram realizadas no laboratório de piscicultura da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás). As análises de energia bruta dos alimentos foram realizadas no laboratório de nutrição de peixes da Universidade Estadual de Santa Cruz – Ilhéus/BA. As análises de energia bruta das fezes e das rações no Laboratório de Enzimologia Aplicada e Análises Bromatológicas do Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas, segundo os protocolos (BREMER NETO et al., 2005).

O coeficiente de digestibilidade aparente foi determinado com base na seguinte fórmula (CHO, 1993)

$$\text{Da}_{(n)} = 100 - \left[100 \left(\frac{\% \text{Cr}_2 \text{O}_{3r}}{\% \text{Cr}_2 \text{O}_{3f}} \right) \times \left(\frac{\% \text{N}_f}{\% \text{N}_r} \right) \right]$$

Em que:

$\text{Da}(n)$ = coeficiente de digestibilidade aparente (%);

$\% \text{Cr}_2 \text{O}_{3r}$ = percentagem de óxido de cromo na ração;

$\% \text{Cr}_2 \text{O}_{3f}$ = percentagem de óxido de cromo nas fezes;

$\%N_r$ = percentagem de matéria seca, proteína, fibra ou energia na ração;

$\%N_f$ = percentagem de matéria seca, proteína, fibra ou energia nas fezes;

O coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes de cada alimento foi calculado de acordo com a equação apresentada abaixo, proposta por KLEIBER (1961) como recomendada por FORSTER (1999):

$$CDAN_{ing.} = \frac{[a + b) \times CDAN_{teste} - a \times CDAN_{ref.}] }{b}$$

Em que:

$CDAN_{ing.}$ = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente no ingrediente;

$CDAN_{teste}$ = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente da dieta-teste;

$CDAN_{refer.}$ = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente da dieta referência;

a = contribuição de nutrientes da dieta referência ao conteúdo de nutrientes da dieta-teste;

b = contribuição de nutrientes do ingrediente-teste ao conteúdo de nutrientes da dieta-teste;

$a + b$ = nível do nutriente da dieta-teste.

2.5 Análise estatística dos dados

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com seis tratamentos (T1 – Ração com farelo de soja; T2 – ração com glúten de milho; T3 – ração com farelo de algodão; T4 – ração com farinha de peixe ; T5 – ração com farinha de vísceras; T6 – ração com farinha de carne e ossos) e quatro repetições no tempo, sendo que cada aquário correspondeu a uma unidade experimental.

O modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + E_i + R_j + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = valor da parcela com Espécie i e repetição j ($i = 1,2,3,\dots,12$; $j = 1,2,3,4$);

μ = média populacional;

E_i = efeito da Espécie i ;

R_j = repetição;

e_{ij} = erro experimental.

Os dados obtidos ao final do experimento foram transformados pela expressão $y = \arcsen\sqrt{x/100}$ e submetidos à análise de variância em nível de 5% de probabilidade. Como houve diferença entre os tratamentos pelo teste F, a diferença entre as médias foram verificadas pelo teste de Tukey.

Foi realizada análise de regressão multivariada com seleção de variáveis a entrar no modelo pelo método de Stepwise utilizando o critério de informação de Akaike (AIC).

As correlações entre as variáveis coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), da energia bruta (EB) e da proteína bruta (PB) e os nutrientes presentes nos ingredientes avaliados foram estimadas através da técnica de componentes principais, através da observação gráfica.

Para avaliar a similaridade entre os ingredientes avaliados foram obtidos dendogramas através do método hierárquico UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*), utilizando a distância euclidiana padronizada das variáveis coeficiente de digestibilidade da MS, da PB, e da EB e nutrientes presentes nos ingredientes avaliados.

As referidas análises foram efetuadas com auxílio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de temperatura, oxigênio dissolvido e pH durante o período experimental foram de 27°C; 7,5mg/L e 6,5, respectivamente, permanecendo dentro da faixa recomendada para o tambaqui (ARAÚJO-LIMA & GOMES, 1994).

Tabela 3- Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia de ingredientes protéicos pelo tambaqui

Dietas	Coeficiente de digestibilidade aparente (%)		
	Matéria Seca	Proteína Bruta	Energia Bruta
Farinha de carne e ossos	57,73 ± 3,0 ^b	87,77 ± 1,9 ^b	85,77 ± 3,3 ^b
Farinha de peixe	76,60 ± 3,6 ^a	93,01 ± 2,5 ^a	93,51 ± 3,4 ^a
Farinha de vísceras	80,29 ± 2,3 ^a	83,42 ± 2,8 ^b	89,79 ± 3,9 ^{ab}
Glúten de milho	95,75 ± 2,1 ^A	97,76 ± 2,0 ^A	95,30 ± 2,6 ^A
Farelo de soja	61,04 ± 3,0 ^B	91,78 ± 3,9 ^B	66,08 ± 2,0 ^B
Farelo de algodão	59,69 ± 3,4 ^B	86,99 ± 2,0 ^B	50,58 ± 2,4 ^C

Médias na mesma coluna com a mesma letra não são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$). Letra minúsculas são para comparação entre ingredientes de origem animal e letras maiúsculas para os ingredientes de origem vegetal.

Todos os ingredientes utilizados nesse estudo são frequentemente utilizados na formulação de dietas para peixe. Notam-se diferenças entre os valores de digestibilidade aparente dos alimentos para outras espécies em relação à estudada. Este fato está de acordo com DEGANI & REVACH (1991) que afirmam que tais diferenças se devem a diferenças em aspectos fisiológicos ligados à digestão dessas espécies. Uma vantagem do tambaqui se deve ao fato de ele ser onívoro com tendência a herbivoria o que lhe garante boa capacidade digestiva de alimentos de origem animal e vegetal e, com isso, acaba tendo uma posição privilegiada na cadeia alimentar em relação as outras espécies.

Diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os CDAs dos ingredientes testados foram observadas para proteína bruta, matéria seca e energia bruta.

Os valores médios de digestibilidade da proteína dos alimentos, de maneira geral, apresentaram-se altos, variando entre 97,76% e 83,42% para o glúten de milho e para a farinha de vísceras de frango, respectivamente. Os altos valores de proteína bruta tanto para os ingredientes de origem vegetal como animal pode ser justificado pelo hábito alimentar do tambaqui que, segundo NUNES et al. (2006), é uma espécie onívora com tendência a herbivoria e que varia a escolha dos alimentos de acordo com a sazonalidade da produção.

Observou-se, com relação aos ingredientes protéicos de origem animal, que os melhores resultados para CDA foram obtidos para a farinha de

peixe e farinha de vísceras de frango. Quando esses resultados são comparados com outros trabalhos (FURUYA et al., 2001; PEZZATO et al., 2002; MEURER et al., 2003; SOUZA & HAYASHI, 2003; ABIMORAD & CARNEIRO, 2004; GONÇALVES & FURUYA, 2004), verifica-se que o tambaqui parece aproveitar melhor os nutrientes presentes na farinha de peixe do que a tilápia, o pacu e o piavuçu.

A farinha de peixe não diferiu estatisticamente da farinha de vísceras de frango com relação ao CDA da MS e da EB. Porém, constatou-se diferenças com relação ao CDaPB, Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por ABIMORAD & CARNEIRO (2004) para CDaPB (83,40%), mas foram superiores ao CDaEB (69,99%) determinado para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Quando comparados aos valores obtidos com a tilápia do Nilo (*Oreochromus niloticus*) por PEZZATO et al. (2002), constatou-se que foram obtidos maiores valores para CDaPB (87,24%) e para CDaEB (95,10%).

Na avaliação realizada com a farinha de carne e ossos, o resultado de CDaMS foi inferior aos dos outros ingredientes o que pode ser atribuído à sua alta concentração em matéria mineral, o que pode interferir na digestibilidade da matéria seca. Esta hipótese é apoiada pela correlação negativa entre conteúdo de matéria mineral e coeficiente de digestibilidade da matéria seca observada neste estudo (Tabela 4). Com relação ao CDA da EB e da, observou-se que não houve diferença significativa entre a farinha de carne e ossos e a farinha de vísceras de frango.

Quando comparada com os coeficientes de digestibilidade encontrados da farinha de carne e ossos obtidos em outros trabalhos, ABIMORAD & CARNEIRO (2004) encontraram CDaPB (88,60%) para o pacu enquanto PEZZATO et al. (2002) obtiveram valores de CDA da MS, da PB e da EB de 46,97%; 73,19% e 77,66%, respectivamente para tilápia do Nilo. Pode-se presumir, com isso, que o tambaqui aproveita melhor os nutrientes da farinha de carne e ossos do que tilápia. Deve-se ressaltar, ainda, que estes maiores valores podem estar relacionados com o processamento no qual as dietas foram submetidas, no qual no presente estudo foram utilizadas rações extrusadas, enquanto nos demais foram utilizadas rações peletizadas.

Na avaliação nutricional dos ingredientes protéicos de origem vegetal, ficou observado que o tambaqui aproveita bem a proteína bruta presentes nesses ingredientes, obtiveram-se como valores máximos e mínimos entre 97,76% e 86,99% para glúten de milho e farelo de algodão respectivamente. Isso reforça a justificativa a respeito do hábito alimentar da espécie que é onívora com tendência a herbivoria.

O glúten de milho proporcionou os melhores resultados de digestibilidade entre os ingredientes de origem vegetal testados. Uma das justificativas possíveis pode ser atribuída ao fato de que esse ingrediente possui baixa concentração em fibra. Isto pode ser constatado pela correlação negativa (Tabela 4) entre a quantidade de fibra presente nos ingredientes e a digestibilidade dos mesmos pelo tambaqui.

Na análise comparativa do farelo de soja e do farelo de algodão, não houve diferença estatística quanto ao CDaMS e ao CDaPB. Porém, o farelo de algodão apresentou menor CDaEB comparado ao farelo de soja. Os menores valores de coeficiente de digestibilidade observados para esses ingredientes podem ser resultado da alta concentração de fibra presente, a qual interfere na digestibilidade dos nutrientes, o que pode ser atestado pela correlação negativa determinada (Tabela 4).

Na tabela 4, está representada a interação entre o conteúdo em nutrientes e a digestibilidade dos ingredientes protéicos para o tambaqui, mostrando que houve correlação positiva entre o CDaMS e o conteúdo de PB e de EB presente nos ingredientes de origem animal. Isso pode ser traduzido pelo fato de que quanto mais rico em energia e em proteína for o alimento melhor será a digestão da matéria seca pelo tambaqui. Ao contrário, para o nível de matéria mineral verificou-se interação negativa, ou seja, quanto maior a quantidade de matéria mineral presente no ingrediente menor será a digestibilidade da matéria seca pelo tambaqui. Não houve correlação significativa com relação aos nutrientes e a digestibilidade da PB e EB dos ingredientes protéicos de origem animal.

Com relação aos ingredientes protéicos de origem vegetal houve correlação negativa entre o conteúdo de fibra do ingrediente e os respectivos coeficientes de digestibilidade avaliados. Com isso é possível demonstrar que a

fibra influencia negativamente a digestibilidade dos nutrientes pelo tambaqui. Já o conteúdo de PB e de EB afetam positivamente a digestibilidade dos nutrientes pelo tambaqui o que fica evidente pelos altos valores de correlação encontrados.

Tabela 4 - Correlação entre o conteúdo de nutrientes e digestibilidade de ingredientes protéicos para o tambaqui

INGREDIENTES PROTEICOS ANIMAIS			
Componentes	CDMS	CDPB	CDEB
EB	0,92**	-0,35	0,41
PB	0,91**	-0,38	0,39
MM	-0,81**	0,55	-0,24
INGREDIENTES PROTEICOS VEGETAIS			
Componentes	CDMS	CDPB	CDEB
FB	-0,67*	-0,81**	-0,87 **
EB	0,99**	0,81**	0,96 **
PB	0,99**	0,81**	0,96**
MM	-0,09	-0,44	-0,40

Cada valor representa um coeficiente de correlação entre a concentração de nutriente na dieta e digestibilidade (disponibilidade). Valores de um e dois asteriscos são estatisticamente significativos em, $P < 0.05$ e $P < 0.01$, respectivamente.

Fica evidente nesse estudo que o tambaqui é uma espécie que aproveita bem os nutrientes presentes na dieta sendo esses de origem animal ou vegetal. Isso se deve ao fato dessa espécie está em uma posição privilegiada da cadeia alimentar, por ser uma espécie de hábito alimentar onívoro com tendência a herbivoria, ter boa capacidade digestiva de alimentos de origem animal e vegetal, esse é portanto um dos fatores de destaque do tambaqui em relação as outras espécies.

O fato de determinados ingredientes pouco digestíveis por outras espécies de hábito alimentar semelhante ao tambaqui (pacu, piavuçu, tilápia) terem sido bem digeridos por essa, a torna uma espécie privilegiada para aproveitamento nutricional das dietas em sistemas intensivos. Como consequência, pode-se prever a possibilidade de obter baixa conversão e alta eficiência alimentar. Porém, ainda precisam ser realizados estudos para confirmar tal suposição, pois apesar de ser uma espécie brasileira com grande potencial para cultivo, ainda são escassas as informações sobre as exigências nutricionais, digestibilidade dos nutrientes dos alimentos e manejo alimentar

desta espécie, o que dificulta o adequado crescimento de sua produção nos sistemas intensivos de produção.

4 CONCLUSÃO

O tambaqui aproveitou bem os ingredientes proteicos tanto de origem vegetal como animal, tendo melhor digestibilidade entre os ingredientes proteicos de origem animal testados, a farinha de peixe e farinha de vísceras de frango. Já entre os ingredientes proteicos de origem vegetal o tambaqui aproveitou melhor os nutrientes presentes no Glútem de milho.

Esses resultados estimulam novos estudos relacionados a nutrição do tambaqui por mostrar que tal espécie possui grande potencial de aproveitamento nutricional de ingredientes comumente empregados em rações para peixes.

5 REFERÊNCIAS

1. ABIMORAD, E.G.; CARNEIRO, D.G. Métodos de Coleta de Fezes e determinação dos Coeficientes de Digestibilidade da Fração Protéica e da Energia de Alimentos para o Pacu, *Piaractus mesopotamicus*, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1101-1109, 2004.
2. ANDRADE, P.C.M.; TOLENTINO, A.S.; FREITAS, C.E.C. Desenvolvimento de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) em gaiolas. **Revista da Universidade do Amazonas**, Série Ciências Agrárias, Manaus, v.2, n. 2, p.21-30, 1993.
3. ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; GOMES, L. C. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Editora UFMS, 2005. p.175-202.
4. BOLETIM ESTATÍSTICO DA PESCA E AQUICULTURA, Brasil 2008-2009, Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura, 2009. 100p.
5. BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; SOARES, C.M. Farinhas de peixe, carne e ossos, vísceras e crisálida como atractantes em dietas para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.5, p.1397-1402, 2001.
6. BREMER NETO, GRANER, C.A.F; PEZZATO, L.E.; PADOVANI, C.R. Determinação de rotina do crômio em fezes, como marcador biológico, pelo

- método espectrofotométrico ajustado da 1,5-difenilcarbazida. **Ciência Rural** **35**, Santa Maria, v.35 n.3, p.691-697, 2005.
7. CHO, C. Y. Digestibility of feedstuffs as a major factor in aquaculture waste management. In: KAUSHIK, S.J.; LAQUET, P. (Eds.) **Fish nutrition practice**. Paris: INRA, p. 363-374, 1993.
 8. CHO, C. Y. La energia en la nutrición de los peces. In: ESPINOSA DE LOS MONTEROS J.; LABARTA, Y U. **Nutrición en Acuicultura II**. Madrid-España, p. 197-237, 1987.
 9. DEGANI, G.; REVACH, A. Digestive capabilities of three commensal fish species: carp, *Cyprinus carpio* L., tilapia, *Oreochromis aureus* X *O. niloticus*, and African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchel 1822). **Aquaculture Fish Management**, v.22, p.397-403, 1991.
 10. FORSTER, I. A note on the method of calculating digestibility coefficients of nutrients provided by single ingredients to feeds of aquatic animals. **Aquaculture Nutrition (Short Communication)**, V.5, p.143-145, 1999.
 11. FURUYA, W.M. Tabela Brasileira para Nutrição de Tilápia -- Toledo: GFM, 2010, 100 p.
 12. FURUYA, W. N.; PEZZATO, L. E.; PEZZATO, A. C.; BARROS, M. M.; MIRANDA, E. C. Coeficientes de Digestibilidade e Valores de Aminoácidos Digestíveis de Alguns Ingredientes para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30 n.4, p.1143-1149, 2001.
 13. GONÇALVES, G.S.; FURUYA, W.M. Digestibilidade aparente de alimentos pelo piavuçu, *Leporinus macrocephalus*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 26, no. 2, p. 165-169, 2004.
 14. GUIMARÃES, PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; TACHIBAMA, L. Nutrient digestibility of cereal grain products and by-products in extruded diets for Nile tilapia. **Journal World Aquaculture Society**, v. 39, n.6, 781-789, 2008.
 15. 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.
 16. HARDY R.W.; BARROWS, F.T. **Diet formulation and manufacture**. Fish nutrition. 3^a ed. San Diego: Elsevier science, 2002, 824p.
 17. HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; SOARES, C. M.; BOSCOLO, V. R.; GALDIOLI, E. M. Uso de diferentes graus de moagem dos ingredientes em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase de crescimento. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.21, n.3, p.733-737, 1999.
 18. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA: Diretoria de fauna e recursos hídricos pesqueiros. Estatística da Pesca 2005 [on-line], 2005. Disponível em: [http://200.198.202.145/seap/Dados_estatísticos/boletim2005a\(tabela\).pdf](http://200.198.202.145/seap/Dados_estatísticos/boletim2005a(tabela).pdf). Acesso em: 08 mai. 2007.

19. KIKUCHI, K. Use of deffated soybean meal as a substitute for fish meal in diets of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). **Aquaculture**, v.179, p.3-11, 1999.
20. KLEIBER, M. **The fire of life**: an introduction to animal energetics. WILEY J. & Sons, Inc., New York, New York, USA ,1961.
21. KUBITZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. **Panorama da Aqüicultura**. Rio de Janeiro, v.14, n.82, p. 49-55, mar/abr. 2004.
22. KUBITZA, F. Nutrição e alimentação dos peixes cultivados. 1ed. Jundiaí:F. Kubitza,1999, 123p.
23. MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. Digestibilidade Aparente de Alguns Alimentos Protéicos pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1801-1809, 2003 (Supl. 2).
24. MEURER, S. **Digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e energia brutas de alguns ingredientes para juvenis de piracanjuba, Brycon orbignyanus**. 1999 81f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
25. MUKHOPADHYAY, N.; RAY, A. K. The apparent total and nutrient digestibility of sai seed (*Shorea robusta*) meal in rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. **Aquaculture Research**, v.28, p. 683-689, 1997.
26. NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes**: nutrient requirements of domestics animals. Washington, D.C.: 114p, 1993
27. NUNES, E.S. S. CAVERO,B.A.S.; PEREIRA-FILHO,M. ROUBACH,R. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.1, p. 139-143, 2006.
28. PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E. C.; 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**, Viçosa, v. 31, n.4, p. 1595-1604, 2002.
29. PORTO, M. S. A. **Indicadores de estresse em peixes da Amazônia**: sensibilidade em face do tipo de estressor. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 38 f. 2005.
30. R DEVELOPMENT CORE TEAM R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/> , 2011.
31. SENA, S.S. & TREVOR, A.A. **Fish nutrition in aquaculture**. Published by Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London, Serie-1 8HN, UK., 1995.
32. SOUZA, S. R.; HAYASHI, C. Digestibilidade do farelo de algodão pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) e piavuçu (*Leporinus macrocephalus* B & G). **Acta Scientiarum**, v. 25, n.1, p. 15-20, 2003.

33. VAL. A. L.; VAL-ALMEIDA, V. M. F. **Fishes of the Amazon and their environment**: physiological and biochemical aspects. Springer: Heidelberg, 224p.1995.
34. ZAVALA-CAMIM, L.A. **Introdução aos Estudos sobre Alimentação Natural em Peixes**, Maringá: Nupélia, 1996. 129p.

CAPÍTULO III. DIGESTIBILIDADE APARENTE DE INGREDIENTES ENERGÉTICOS PARA O TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)

RESUMO

O tambaqui, segundo maior peixe de escamas do Brasil, é a principal espécie da Amazônia cultivada no país, com grande potencial para a aqüicultura na região centro-oeste do país. Entretanto a digestibilidade por produtos comumente utilizados em confecções de rações para peixe ainda não é conhecida para essa espécie. Portanto o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e energia de cinco ingredientes (farelo de trigo, quirera de arroz, farelo de arroz, milho e sorgo) foram determinadas para juvenis (400±20g) desta espécie. O método adotado para determinação da digestibilidade foi o indireto, tendo como indicador inerte o óxido de cromo (0,2%), sendo as fezes coletadas a cada quatro horas por sedimentação. Dentre os ingredientes testados o sorgo e o milho apresentaram os melhores resultados, tendo o sorgo (97,15% CDaMS, 96,78% CDaPB e 96,21% CDaEB) e o milho (91,51% CDaMS, 96,15% CDaPB e 88,81%CDaEB). Os piores resultados para CDA da MS e EB foi para o farelo de trigo (57,44% e 51,09%), respectivamente. Os demais ingredientes apresentaram valores intermediários de digestibilidade. Os resultados do estudo demonstram que o tambaqui (*Colossoma macropomum*), apresenta ótima capacidade digestiva de alimentos convencionais energéticos.

Palavras-chave: energia, coeficiente de digestibilidade, ingredientes, óxido de cromo, rações

ABSTRACT

DIGESTIBILITY APPARENT ENERGY INGREDIENTS FOR TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)

The tambaqui, the second largest scale fish of Brazil, is the main species grown in the Amazon country, with great potential for aquaculture in the Midwest region of the country. However, the digestibility of products commonly used in clothing for fish feed is not yet known for this species. Therefore, the apparent digestibility of dry matter, protein and energy of five ingredients (wheat bran, broken rice, rice bran, maize and sorghum) were determined for juveniles (400 ± 20 g) of this species. The method adopted for determining the digestibility was indirect, and as an inert indicator of chromium oxide (0.2%) and feces collected

every four hours by sedimentation. Among the ingredients tested sorghum and corn had the best results, and sorghum (ADDMC 97.15%, 96.78% and 96.21% CADCP CDaEB) and maize (ADDMC 91.51%, 96.15% and CADCP CDaEB 88.81%). The worst results for the CDA MS and EB was for wheat bran (57.44% and 51.09%), respectively. The remaining ingredients showed intermediate values of digestibility. The results of the study show that tambaqui (*Colossoma macropomum*) presents great digestive capacity of conventional food energy.

Keywords: energy digestibility of ingredients, chromium oxide, feed

1 INTRODUÇÃO

O valor nutricional dos alimentos baseia-se não somente na composição química, mas também na quantidade de nutrientes e de energia que o peixe pode absorver e utilizar (NRC, 1993). A digestibilidade é a medida da quantidade de nutriente presente na dieta, os quais foram digeridos e absorvidos pelo animal. Ingredientes de baixo valor nutricional e de baixa digestibilidade aumentam a perda de matéria indigerível pelas fezes, sendo essa uma das principais razões para avaliação da digestibilidade dos ingredientes. Essa avaliação fornece, em geral, uma boa indicação da disponibilidade de energia e nutrientes, proporcionando assim uma base racional sobre a qual as dietas podem ser formuladas para atender as exigências dos animais (SENA & TREVOR, 1995). Esse dado pode ser obtido pela diferença entre a quantidade de nutriente ingerido e excretado, denominada digestibilidade aparente ou através da quantificação de tais nutrientes mais os nutrientes endógenos, denominada de digestibilidade verdadeira ou total.

Os animais necessitam de energia para a manutenção de processos fisiológicos e metabólicos vitais, para as atividades rotineiras, o crescimento e a reprodução. Esta energia provém do metabolismo de carboidratos, lipídios (gorduras e óleos) e proteínas (KUBITZA, 1999).

A deficiência energética nas dietas provoca a produção de energia a partir de proteínas – elevando os índices de conversão alimentar e o custo de produção, visto que a proteína é o nutriente mais oneroso e promove o aumento de excreção de amônia no ambiente aquático, tornando-se um potencial poluidor (PEZZATO et al., 2002).

Os ingredientes energéticos possuem diferentes coeficientes de digestibilidade, dependendo da capacidade digestiva do peixe cultivado, a qual está diretamente relacionada ao seu hábito alimentar (ZAVALA–CAMIM, 1996). Além disso, esses ingredientes possuem alta quantidade de carboidratos, que são fontes de energia e tem sua inclusão restrita nas dietas para peixes, em comparação a inclusão em dietas para outros monogástricos, porém os peixes onívoros aproveitam melhor os carboidratos do que os carnívoros, isso porque esses sintetizam mais amilase do que os carnívoros, poupando assim a proteína das rações para crescimento (HARDY & BARROWS, 2002).

Conforme VAL et al. (2000), o tambaqui é considerado uma das espécies mais importantes para a economia da Amazônia, possuindo ótima aceitação no mercado devido ao sabor da sua carne que possui alto valor nutricional. A popularidade do tambaqui é atribuída à facilidade de produção de alevinos, rápido crescimento, rusticidade, se adapta bem a ambientes com baixa concentração de oxigênio dissolvido, resistência a elevadas temperaturas, ao manuseio e a enfermidades (ARAÚJO-LIMA & GOMES, 2005; PORTO, 2005).

No entanto, apesar de ser uma espécie brasileira com grande potencial para cultivo, ainda são escassas as informações sobre as exigências nutricionais, digestibilidade dos nutrientes dos alimentos e manejo alimentar desta espécie, o que dificulta o adequado crescimento de sua produção nos sistemas intensivos de produção.

O conhecimento do coeficiente de digestibilidade dos principais ingredientes utilizados em rações para o tambaqui é de fundamental importância para a formulação de rações mais eficientes. A escolha de ingredientes com melhor digestibilidade possibilitará diminuição no impacto ambiental devido à menor poluição da água dos viveiros de cultivo e melhoria nos índices zootécnicos do tambaqui.

Nesse contexto, objetivou-se com essa pesquisa determinar o coeficiente de digestibilidade aparente de ingredientes energéticos (farelo de arroz, quirera de arroz, farelo de trigo, milho e sorgo) para o tambaqui (*Colossoma macropomum*).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo e animais experimentais

O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisa de Organismos Aquáticos (LAPOA) da Pontifícia Universidade Católica de Goiás Campus II Goiânia – GO, no período de Fevereiro de 2011 a Março de 2011.

As análises bromatológicas foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal do DPA/EV/UFG, Campus Goiânia-GO.

Foram utilizados 24 juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) com peso médio de 400 ± 20 g os quais foram alojados em seis aquários de 310L (quatro peixes/aquário) conectado a um sistema de recirculação em um delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições no tempo.

Os peixes permaneceram nos tanques durante todo o período de adaptação ao sistema (sete dias) e no período diurno durante a fase de coleta das excretas. Neste período, foi realizada diariamente a limpeza desses tanques por sifonagem para a retirada de eventuais resíduos.

As variáveis físico-químicas da água, pH, oxigênio dissolvido (mg/L) e temperatura (°C) foram mensuradas diariamente, duas vezes ao dia, pela manhã e pela tarde antes de cada arraçoamento, utilizando equipamentos digitais (peagâmetro, oxímetro e termômetro) e as análises de amônia e nitrito quinzenalmente utilizando *Kit* de análise de água.

2.2 Dietas experimentais

As dietas experimentais utilizadas foram compostas de uma dieta referência e as dietas teste. A dieta referência foi formulada de acordo com

pesquisas feitas em outros trabalhos com tambaqui e espécies de memo hábito alimentar, e a quantidade dos ingredientes e composição nutricional estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela1- Composição da dieta basal ou referência

Ingredientes	g/100g da dieta
Farinha de peixe	5,00
Fubá de milho	27,25
farelo de trigo	6,00
DL-Metionina	0,10
Óxido de cromo	0,10
Óleo de soja	6,50
Fosfato bicalcico	5,60
Vitamina C	0,08
Sal comum	0,10
Premix vitamínico ^a	0,15
Premix minaral ^b	0,10
BHT ^c	0,02
Total	100,0

^aSuplemento vitamínico, níveis de garantia por kg da dieta: vitamina A, 16060 UI; vitamina D3, 4510 UI; vitamina E, 250 UI; vitamina K, 30 mg; vitamina B1, 32 mg; vitamina B2, 32 mg; pantotenato de cálcio, 80 mg; niacina, 170 mg; biotina, 10 mg; ácido fólico, 10 mg; vitamina B12, 32 µg; vitamina B6, 32 mg. ^bSuplemento mineral, níveis de garantia por kg da dieta: Na2SeO3, 0,7 mg; MnO, 50 mg; ZnO, 150 mg; FeSO4, 150 mg; CuSO4, 20 mg; CoSO4, 0,5 mg; I2Ca, 1 mg. ^cantioxidante Butil hidroxitolueno

Foi avaliada a digestibilidade de cinco ingredientes energéticos comerciais: farelo de trigo, quirera de arroz, farelo de arroz, sorgo e milho, de acordo com o procedimento descrito por GUIMARÃES et al. (2008), o qual os peixes são arraçados fora do sistema Guelph modificado. Este sistema consiste no uso de incubadoras cilíndricas de fundo cônico que permite escoamento das fezes pelo fundo, as quais são armazenadas em tubos de vidro refrigeradas.

A confecção das dietas foi realizada no Laboratório de Nutrição de Peixes – AQUANUTRI, Unesp, Botucatu. As dietas foram mecanicamente homogeneizadas, e adicionada água a 60°C (30,0% do peso natural) em misturador automático (Ação Científica). Após, as misturas foram submetidas à extrusão em aparelho extrusor de rosca simples (Extrutec) com capacidade para processar 20 kg.h⁻¹ de ração, de forma a se obterem péletes com aproximadamente 5,0mm de diâmetro. As dietas foram secas em estufa com

recirculação forçada de ar a 55,0°C por 12 horas e armazenadas em freezer (-18,0°C).

As dietas-teste foram compostas por 70% da dieta referência e 30% dos ingredientes a serem testados sendo que a composição química dos nutrientes presentes nos ingredientes (Tabela 2) foi avaliada no laboratório de nutrição animal da Universidade Federal de Goiás, onde os valores encontrados estão similares aos da tabela brasileira para nutrição de tilápias (FURUYA, 2010). Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, proteína bruta e energia bruta, dos ingredientes foram determinados pelo método indireto usando óxido de cromo-III (0,2%) como indicador inerte.

Tabela 2- Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas-teste e da dieta referência^a

Alimentos	International feed number	MS (%)	PB (%)	EB Cal/g	FB (%)
Farelo de trigo	4-05-205	88,94	15,52	4060	7,05
Quirera de arroz	5-28-242	88,65	8,59	3890	0,00
Farelo de arroz	4-03-928	90,36	13,85	5145	4,63
Milho	4-02-935	90,10	9,30	4003	1,75
Sorgo	4-04-444	89,40	11,89	4304	1,69
Dieta referência		93,85	28,70	4426,5	5,54

^a Composição com base na matéria seca

2.3 Procedimento adotado para arraçamento e coleta de fezes

O período de adaptação utilizado para cada dieta foi de sete dias, período em que os peixes permaneceram nos tanques de alimentação sendo arraçados sem restrições, cinco vezes ao dia, duas vezes pela manhã e três vezes à tarde. Este período garantiu o esvaziamento do tubo digestório dos peixes, de forma a não haver contaminação de fezes proveniente da alimentação anterior.

No período de coleta de fezes, os peixes foram mantidos durante o dia nos tanques de alimentação e também foram arraçados cinco vezes ao dia (a cada 2h, das 9h:00min às 17h:00min). Às 18h, os peixes de três tanques foram transferidos para três aquários de digestibilidade e nesse local permaneceram até a manhã seguinte, quando retornaram para o tanque de

alimentação. Sendo então realizado novo sorteio e os peixes dos outros três tanques foram então transferidos. Após coleta de amostras (pool) suficiente para cada tratamento, iniciava-se outra repetição, redistribuindo os tratamentos entre as unidades experimentais.

Os aquários de digestibilidade tinham forma afunilada e capacidade para 200 L cada, equipados com um registro e copo coletor.

As coletas das fezes eram feitas entre às 19h:00min e 8h:00min, período máximo de três horas entre as coletas. Após o fechamento dos registros, o excesso de água presente nos copos coletores era retirado e as fezes úmidas depositadas em recipientes de alumínio, e congeladas em refrigerador (4°C) para posterior secagem em estufa de circulação forçada a 65° C por 24 horas para análise de proteína bruta (PB), de energia bruta (EB) e de cromo (BREMER NETO et al., 2005).

2.4 Coeficiente e digestibilidade aparente

A determinação da digestibilidade aparente dos alimentos testados foi pelo método indireto de coleta de fezes utilizando 0,2% de óxido de cromo III (Cr_2O_3) como indicador, adicionado à dieta referência e às dietas-teste. O coeficiente de digestibilidade aparente dos ingredientes foi calculado com base no teor de óxido de cromo do nutriente da dieta e das fezes.

As análises de proteína e concentração de cromo das rações e das fezes foram realizadas no laboratório de piscicultura da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás). As análises de energia bruta dos alimentos foram realizadas no laboratório de nutrição de peixes da Universidade Estadual de Santa Cruz – Ilhéus/BA. As análises de energia bruta das fezes e das rações no Laboratório de Enzimologia Aplicada e Análises Bromatológicas do Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas, segundo os protocolos (BREMER NETO et al., 2005).

O coeficiente de digestibilidade aparente foi determinado com base na seguinte fórmula (CHO, 1993)

$$Da_{(n)} = 100 - \left[100 \left(\frac{\%Cr_2O_{3r}}{\%Cr_2O_{3f}} \right) \times \left(\frac{\%N_f}{\%N_r} \right) \right]$$

Em que:

$Da(n)$ = coeficiente de digestibilidade aparente (%);

$\%Cr_2O_{3r}$ = percentagem de óxido de cromo na ração;

$\%Cr_2O_{3f}$ = percentagem de óxido de cromo nas fezes;

$\%N_r$ = percentagem de matéria seca, proteína, fibra ou energia na ração;

$\%N_f$ = percentagem de matéria seca, proteína, fibra ou energia nas fezes;

O coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes de cada alimento foi calculado de acordo com a equação apresentada abaixo, proposta por KLEIBER (1961) como recomendada por FORSTER (1999):

$$CDAN_{ing.} = \frac{[(a + b) \times CDAN_{teste} - a \times CDAN_{ref.}]}{b}$$

Em que:

$CDAN_{ing.}$ = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente no ingrediente;

$CDAN_{teste}$ = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente da dieta-teste;

$CDAN_{refer.}$ = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente da dieta referênciã;

a = contribuição de nutrientes da dieta referênciã ao conteúdo de nutrientes da dieta-teste;

b = contribuição de nutrientes do ingrediente-teste ao conteúdo de nutrientes da dieta-teste;

$a + b$ = nível do nutriente da dieta-teste.

2.5 Análise estatística dos dados

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com cinco tratamentos (T1 – Ração com farelo de trigo; T2 – ração com milho; T3 – ração com sorgo; T4 – ração com quirera de arroz ; T5 – ração com farelo de arroz;) e quatro repetições no tempo, sendo que cada aquário correspondeu a uma unidade experimental. O modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + E_i + R_j + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = valor da parcela com Espécie i e repetição j ($i = 1,2,3,\dots,12$; $j = 1,2,3,4$);

μ = média populacional;

E_i = efeito da Espécie i ;

R_j = repetição;

e_{ij} = erro experimental.

Os dados obtidos ao final do experimento foram transformados pela expressão $y = \arcsen\sqrt{x}/100$ e submetidos à análise de variância em nível de 5% de probabilidade. Como houve diferença entre os tratamentos pelo teste F, a diferença entre as médias foram verificadas pelo teste de Tukey.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de temperatura, oxigênio dissolvido e pH durante o período experimental foram de 27°C; 7,5 mg/L e 6,5, respectivamente, permanecendo dentro da faixa recomendada para o tambaqui (ARAÚJO-LIMA & GOMES).

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) dos ingredientes energéticos avaliados nesse estudo encontram-se na tabela 3.

Diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os CDAs dos ingredientes testados foram observadas para proteína bruta, matéria seca e energia bruta. Não houve diferença estatística significativa ($P < 0,05$) entre os coeficientes de digestibilidade do sorgo e do milho.

Tabela 3 - Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia de ingredientes energéticos pelo tambaqui

Tratamentos	Coeficiente de digestibilidade aparente (%)		
	MS	PB	EB
Far. Arroz	73, 44 ± 2,7 ^b	95, 75 ± 2,0 ^{ab}	78, 48 ± 2,5 ^b
Far. Trigo	57, 45 ± 3,8 ^c	92, 97 ± 3,3 ^a	51, 09 ± 3,2 ^c
Milho	91,51 ± 3,2 ^a	96, 15 ± 1,1 ^a	88, 81 ± 2,5 ^a
Quirera arroz	91,82 ± 3,3 ^a	89,99 ± 1,8 ^b	89, 14 ± 2,3 ^a
Sorgo	97, 15 ± 1,0 ^a	96, 78 ± 1,9 ^a	96,21 ± 1,9 ^a

Médias na mesma coluna com a mesma letra não são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$).

A digestibilidade de ingredientes de energéticos para peixes varia entre espécies o que se deve a diferenças no aparelho digestório dos peixes que irá variar de acordo com o hábito alimentar das espécies. Os peixes onívoros conseguem digerir melhor ingredientes energéticos do que os carnívoros (ZAVALA-CAMIM, 1996). Por esse motivo o tambaqui apresentou elevados valores de digestibilidade para o sorgo (CDaMS 97,15%; CDaPB 96,78% e CDaEB 96,21%), o milho (CDaMS 91,51%; CDaPB 96,15% e CDaEB 88,81%) e a quirera de arroz (CDaMS 91,82%; CDaPB 89,99% e CDaEB 89,14%) (Tabela 3).

Quando comparado os valores digestíveis dos nutrientes desses ingredientes com outras espécies de mesmo hábito alimentar nota-se que a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em outros estudos (PEZZATO et al., 2002; FURUYA et al., 2004 e GUIMARÃES et al., 2008) apresentou resultados inferiores para os mesmos ingredientes, supondo que o tambaqui aproveita melhor os nutrientes presentes no milho, sorgo e quirera de arroz do que o tambaqui. Já o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) apresentou resultados de digestibilidade semelhantes aos do presente estudo (ABIMORAD & CARNEIRO, 2004; FERNANDES et al., 2004), indicando que essa espécie possui similaridade no aproveitamento dos nutrientes desses mesmos ingredientes que o tambaqui.

O coeficiente de digestibilidade da matéria seca é utilizado para estimar a quantidade de resíduos sólidos lançados para o ambiente e pode ser usado para classificar o impacto ambiental bruto da produção da aquicultura (GUIMARÃES et al., 2008). Os resultados de digestibilidade da MS e EB dos ingredientes avaliados no presente trabalho foram em geral maiores do que os relatados para tilápia do Nilo apresentados por diversos autores (PEZZATO et al., 2002; FURUYA et al., 2004; GUIMARÃES et al., 2008). Grandes diferenças entre esses estudos e nossa investigação foram observadas principalmente para o sorgo que neste estudo teve os melhores resultados.

O fato dos melhores resultados da digestibilidade da MS e EB terem sido obtidos para o sorgo, para o milho e para a quirera de arroz, pode estar relacionado com a baixa quantidade de fibra presente nesses ingredientes

quando comparados com os outros avaliados, ressaltando-se que não houve diferença estatística entre eles. Segundo MADAR & THORNE (1987), a fibra altera a taxa de utilização dos nutrientes por modificar o tempo de esvaziamento gástrico agindo na motilidade e no trânsito intestinal, além de atuar na atividade de enzimas digestivas e em virtude da interação com a superfície da parede intestinal e interfere na absorção de nutrientes, justificando também o pior CDaMS e CDaEB para o farelo de trigo devido a sua alta concentração em fibra.

Esta hipótese também é apoiada pela correlação negativa entre conteúdo de fibra e coeficiente de digestibilidade da matéria seca e energia bruta observadas neste estudo (Tabela 4) e relatada anteriormente por diversos autores (GAYLORD & GATLIN III, 1996; MCGOOGAN & REIGH, 1996; SUGIURA et al., 1998).

Quando comparado os resultados desse experimento com de outros estudos. Observou-se que em pesquisa envolvendo pacu (*Piaractus mesopotamicus*), ABIMORAD & CARNEIRO (2004) encontraram maiores valores de CDaEB no farelo de arroz (92,73%) e farelo de trigo (81,16%) e resultados semelhantes para o milho (86,70%).

Tabela 4- Coeficientes de correlação entre o conteúdo de nutrientes e digestibilidade ou disponibilidade de ingredientes energéticos para o tambaqui

Nutrientes	CDMS	CDPB	CDEB
Fibra	-0.93**	0.10	-0.90**
EB	-0.24	0.38	-0.02
PB	-0.84**	0.16	-0.79**
MM	-0.97**	-0.01	-0.93**

Cada valor representa um coeficiente de correlação entre a concentração de nutriente na dieta e digestibilidade (disponibilidade). Valores de um e dois asteriscos são estatisticamente significativos em $P < 0.05$ e $P < 0.01$, respectivamente.

Em outro trabalho conduzido com pacu, ABIMORAD & CARNEIRO, et al. (2008) obtiveram maior CDaEB para o farelo de trigo (74,4%) e menor para o milho (75,8%). Supõe-se assim que o pacu, apesar de possuir o hábito alimentar semelhante ao tambaqui digere melhor a fibra presente nos

ingredientes, pois quanto maior a quantidade de fibra presente nos ingredientes, menor será o CDaEB.

Já em trabalhos com tilápia do Nilo, BOSCOLO et al. (2002) encontraram menores valores para CDaMS e CDaEB para o milho (73,22% e 76,63%, respectivamente) e maiores valores para o farelo de trigo (66,79% e 68,81%, respectivamente). Valores também inferiores de CDaMS foram encontrados para tilápia do Nilo por PEZZATO et al. (2002) para milho (52,52%), farelo de arroz (59,29 %) e sorgo (23,44%) porém maiores para o farelo de trigo (66,05%), supondo que o tambaqui aproveita melhor os nutrientes energéticos presentes em alimentos de origem vegetal do que a tilápia do Nilo.

Não houve diferença significativa no CDaPB dos ingredientes avaliados, com excessão do farelo de arroz (95,75%) e quirera de arroz (89,99%) os quais tiveram os menores resultados, podendo ser explicado pela presença de alta concentração de fitato no farelo de arroz o qual interfere na digestibilidade da proteína (KUBITZA, 1999).

Os resultados de CDaPB do presente trabalho foram superiores aos trabalhos com tilápia do nilo (PEZZATO et al., 2002; BOSCOLO et al., 2002; FURUYA et al., 2001; FURUYA et al., 2004), entretanto, mais próximos dos resultados encontrados para o pacu (ABIMORAD & CARNEIRO, 2004; ABIMORAD et al., 2008). Com isso, é possível afirmar que o tambaqui aproveita de forma mais eficiente a proteína presente nos ingredientes energéticos comparado à tilápia do Nilo, mas, quando comparado ao pacu, os resultados são semelhantes. Isso se deve a sua maior semelhança entre o aparelho digestório dessas duas espécie.

4 CONCLUSÃO

Há necessidade da determinação específica dos valores de digestibilidade aparente de cada alimento para cada espécie animal, visando à formulação de rações a serem utilizadas na determinação de suas exigências nutricionais. Isto ficou evidente, tendo em vista justamente as diferenças encontradas nos valores dos coeficientes de digestibilidade para os ingredientes avaliados, onde

o milho e o sorgo apresentaram os melhores coeficientes de digestibilidade aparente para matéria seca, proteína bruta e energia bruta, para o tambaqui.

Os resultados encontrados neste trabalho estimulam a realização de novos estudos relacionados a nutrição do tambaqui, por esta ser uma espécie de grande potencial na digestão dos nutrientes presentes em ingredientes comumente utilizados em rações para peixes.

5 REFERÊNCIAS

1. ABIMORAD, E.G.; SQUASSONIN, ; CARNEIRO, D.J. Apparent digestibility of protein, energy, and amino acids in some selected feed ingredients for pacu *Piaractus mesopotamicus*, **Aquaculture Nutrition**, v. 14, p. 374-380, 2008.
2. ABIMORAD, E.G.; CARNEIRO, D.G. Métodos de Coleta de Fezes e determinação dos Coeficientes de Digestibilidade da Fração Protéica e da Energia de Alimentos para o Pacu, *Piaractus mesopotamicus* , **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa v.33, n.5, p.1101-1109, 2004.
3. ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; GOMES, L. C. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Editora UFMS, 2005. p.175-202.
4. BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p. 539-545, 2002.
5. BREMER NETO, GRANER, C.A.F; PEZZATO, L.E.; PADOVANI, C.R. Determinação de rotina do crômio em fezes, como marcador biológico, pelo método espectrofotométrico ajustado da 1,5-difenilcarbazida. **Ciência Rural** 35, Santa Maria, v.35 n.3, p.691-697, 2005.
6. CHO, C. Y. Digestibility of feedstuffs as a major factor in aquaculture waste management. In: KAUSHIK, S.J.; LAQUET, P. (Eds.) **Fish nutrition practice**. Paris: INRA, p. 363-374, 1993.
7. FERNANDES, J.B.K.; LOCHMANN, R.; BOCANEGRA. F.A. Apparent Digestible Energy and Nutrient Digestibility Coefficients of Diet Ingredients for Pacu *Piaractus brachypomus*. **Journal of the World Aquaculture Society** v. 35, N. 2 June, 2004.
8. FORSTER, I. A note on the method of calculating digestibility coefficients of nutrients provided by single ingredients to feeds of aquatic animals. **Aquaculture Nutrition (Short Communication)**, V.5, p.143-145, 1999.

9. FURUYA, W.M. Tabela Brasileira para Nutrição de Tilápia -- Toledo: GFM, 2010, 100 p.
10. FURUYA, W. M.; SILVA, L.C.R.; NEVES, P.R.; BOTARO, D.; HAYASHI, C. FURLAN, A.C.; SANTOS, V.G. Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e da proteína da silagem de sorgo com alto e baixo tanino pela tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n.4, p.1213-1217, 2004.
11. FURUYA, W. N.; PEZZATO, L. E.; PEZZATO, A. C.; BARROS, M. M.; MIRANDA, E. C. Coeficientes de Digestibilidade e Valores de Aminoácidos Digestíveis de Alguns Ingredientes para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30 n.4, p.1143-1149, 2001.
12. GAYLORD, T.G. & GATLIN III, D.M. Determination of digestibility coefficients of various feedstuffs for red drum (*Sciaenops ocellatus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.139, p. 303-314, 1996.
13. GUIMARÃES, PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; TACHIBAMA, L. Nutrient digestibility of cereal grain products and by-products in extruded diets for Nile tilapia. **Journal World Aquaculture Society**, v. 39, n.6, 781-789, 2008.
14. HARDY R.W.; BARROWS, F.T. Diet formulation and manufacture. Fish nutrition. 3ª ed. San Diego: **Elsevier science**, 824p, 2002.
15. HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; SOARES, C. M.; BOSCOLO, V. R.; GALDIOLI, E. M. Uso de diferentes graus de moagem dos ingredientes em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase de crescimento. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.21, n.3, p.733-737, 1999.
16. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA: Diretoria de fauna e recursos hídricos pesqueiros. Estatística da Pesca 2005 [on-line], 2005. Disponível em: [http://200.198.202.145/seap/Dados_estatisticos/boletim2005a\(tabela\).pdf](http://200.198.202.145/seap/Dados_estatisticos/boletim2005a(tabela).pdf). Acesso em: 08 mai. 2007.
17. KLEIBER, M. **The fire of life**: an introduction to animal energetics. WILEY J. & Sons, Inc., New York, New York, USA ,1961.
18. KUBITZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. **Panorama da Aqüicultura**. Rio de Janeiro, v.14, n.82, p. 49-55, mar/abr. 2004.
19. KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes cultivados**. 3.ed. Jundiaí: F. Kubitza, 1999. 123p.
20. MADAR, Z.; THORNE, R. Dietary fiber. **Progress in Food and Nutrition Science**, v. 11, n. 2, p. 153-174, 1987
21. MCGOOGAN, B.B. & REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Sciaenops ocellatus*) diets. **Aquaculture**, v.141, p. 233-244, 1996.

22. NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes**: nutrient requirements of domestics animals. Washington, D.C.: 114p, 1993.
23. PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E. C.; 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**, Viçosa, v. 31, n.4, p. 1595-1604, 2002.
24. PORTO, M.S.A. **Indicadores de estresse em peixes da Amazônia**: sensibilidade em face do tipo de estressor. 2005. 38 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
25. R DEVELOPMENT CORE TEAM R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/> , 2011.
26. SENA, S.S. & TREVOR, A.A. **Fish nutrition in aquaculture**. Published by Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London, Serie-1 8HN, UK., 1995.
27. SUGIURA, S. H.; DONG, F.M.; RATHBONE, C.K.; HARDY, R.W. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. *Aquaculture*, Amsterdam, v.159, n. p. 177-202, 1998.
28. VAL. A. L.; VAL-ALMEIDA, V. M. F. **Fishes of the Amazon and their environment**: physiological and biochemical aspects. Springer: Heidelberg, 1995. 224p.
29. ZAVALA-CAMIM, L. A. **Introdução aos Estudos sobre Alimentação Natural em Peixes**, Maringá: Nupélia, 1996, 129p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tambaqui apesar de ser uma espécie brasileira com grande potencial para cultivo apresenta informações escassas sobre suas exigências nutricionais, dos valores de digestibilidade específica dos nutrientes dos alimentos e manejo alimentar desta espécie, o que dificulta o adequado crescimento de sua produção nos sistemas intensivos de produção.

O fato de determinados ingredientes pouco digestíveis por outras espécies de hábito alimentar semelhante ao tambaqui (pacu, piavuçu, tilápia) terem sido bem digeridos por essa no presente trabalho, o torna uma espécie privilegiada para aproveitamento nutricional das dietas em sistemas intensivos. Como consequência, pode-se prever a possibilidade de obter alta conversão e eficiência alimentar, por esse motivo pesquisas ainda precisam ser feitas para avaliar a nutrição e desempenho nutricional dessa espécie em cativeiro.

Há necessidade da determinação dos valores de digestibilidade aparente de cada alimento para cada espécie animal, visando à formulação de rações a serem utilizadas na determinação de suas exigências nutricionais. Isto ficou evidente, através das diferenças encontradas nos valores dos coeficientes de digestibilidade para os ingredientes avaliados, onde com relação aos ingredientes protéicos a quirera de arroz e a farinha de peixe obtiveram os melhores resultados, enquanto os menores coeficientes de digestibilidade foram para a farinha de carne e ossos e farelo de algodão. Já para os ingredientes energéticos avaliados os melhores resultados foram para o sorgo e milho, enquanto os piores foram para o farelo de trigo.

A metodologia utilizada neste trabalho para avaliação do coeficiente de digestibilidade aparente de ingredientes convencionais funcionou perfeitamente para o tambaqui, visto os resultados satisfatórios encontrados e a baixa variabilidade nos valores de CDA dos nutrientes.

ANEXOS

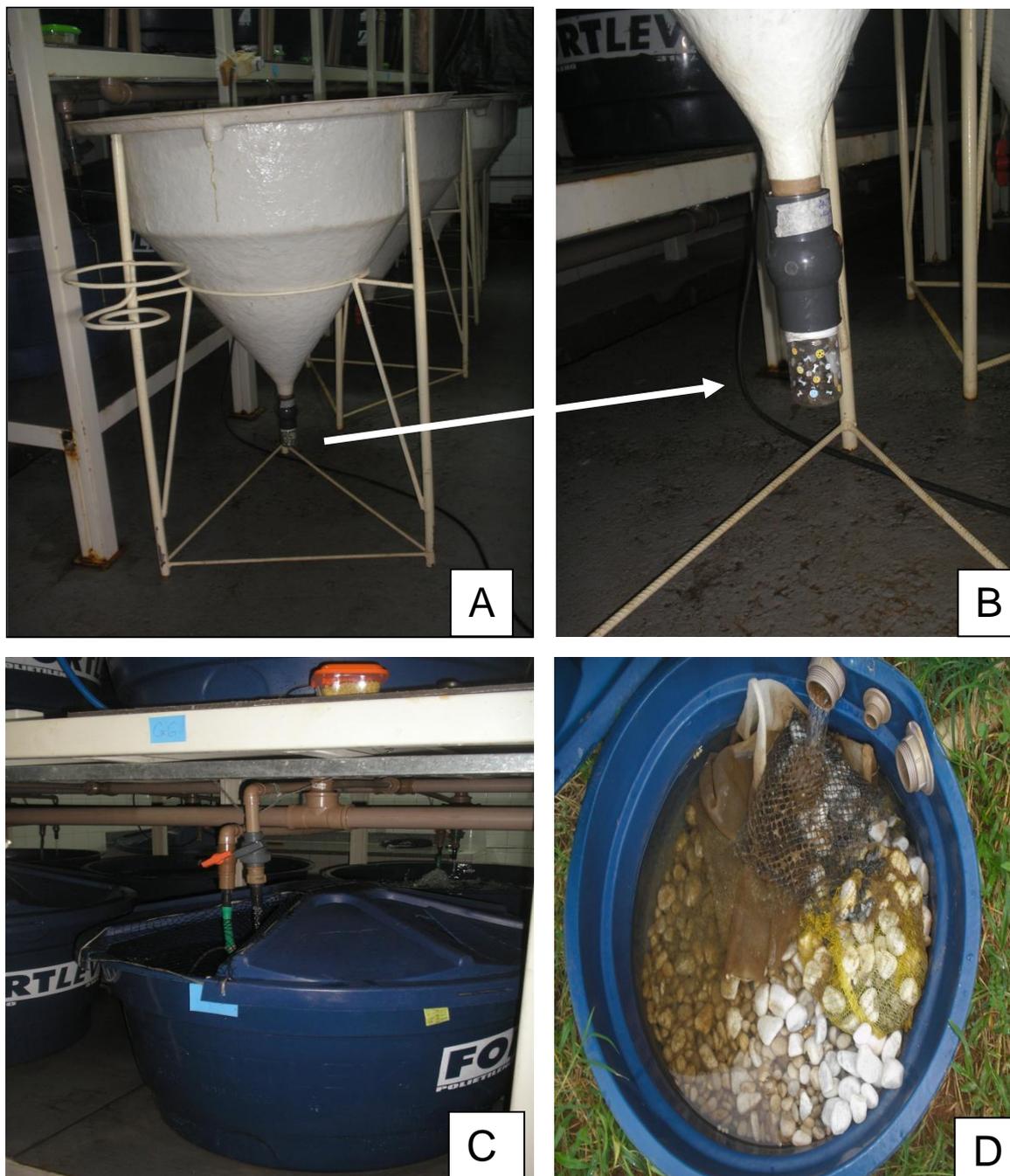


Figura 1- Delineamento experimental: A e B) aquários de digestibilidade destacando o copo coletor de fezes; C) tanque de 310 litros conectado ao sistema de recirculação onde ficavam os peixes durante o dia antes das coletas; D) filtro físico