



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA



**DIGESTIBILIDADE APARENTE DA QUIRERA E FARELO  
DE ARROZ PARA O TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*,  
Cuvier, 1818)**

**PRISCILA MONISE DOS SANTOS SANTANA**

**SÃO CRISTÓVÃO- SE**

**2017**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**PRISCILA MONISE DOS SANTOS SANTANA**

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DA QUIRERA E FARELO  
DE ARROZ PARA O TAMBACUI (*Colossoma macropomum*,  
Cuvier,1818)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador (a): Prof. Dr<sup>a</sup>.Carolina Nunes Costa Bomfim

Co-orientador: Prof. Dr. Gladston Rafael de Arruda Santos

**SÃO CRISTÓVÃO – SE  
JULHO– 2017**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DE LAGARTO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Santana, Priscila Monise dos Santos.

S232d Digestibilidade aparente da quirera e farelo de arroz para o tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) / Priscila Monise dos Santos Santana; orientadora Carolina Nunes Costa Bomfim. – São Cristóvão, 2017.

44 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe, 2017.

1. Tambaqui (Peixe). 2. Peixe - Nutrição. 3. Arroz. I. Bomfim, Carolina Nunes Costa, orient. II. Título.

CDU 639.3.043

**PRISCILA MONISE DOS SANTOS SANTANA**

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DA QUIRERA E FARELO DE**  
**ARROZ PARA O TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*,**  
**Cuvier,1818)**

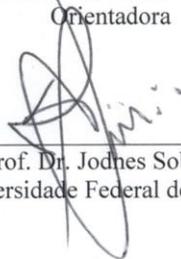
Dissertação apresentada à Universidade  
Federal de Sergipe como parte das  
exigências para obtenção do título de  
Mestre em Zootecnia.

Aprovada em: 26/07/2017

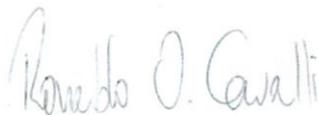
COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof. Dr<sup>a</sup>. Carolina Nunes Costa Bomfim  
Universidade Federal de Sergipe- UFS  
Orientadora



Prof. Dr. Jodnes Sobreira Vieira  
Universidade Federal de Sergipe- UFS



Prof. Dr. Ronaldo Olivera Cavalli  
Universidade Federal do Rio Grande- FURG

SÃO CRISTÓVÃO- SE  
2017

Por ele que consegui, porque todas as coisas contribuem para o bem daqueles que amam a Deus, daqueles que são chamados segundo o seu propósito. Eu acredito!

Dedico este trabalho ao meu melhor amigo DEUS por ter me proporcionado vida, saúde, boas amizades e grandes oportunidades...Minha eterna Gratidão!

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a **Deus e Santa Terezinha** por ter me dado força, sabedoria e recursos necessários para finalizar (família, mestres e amigos) essa etapa.

Aos meus pais **Sérgio e Mônica** que sempre foram exemplo de amor e dignidade! Pais, faço tudo por vocês e para vocês! Sei o quanto investiram nos meus estudos e educação sem medir esforços. Meu muito obrigada! Vivo por vocês.

Ao meu irmão **Serginho** e minha prima **Brenda**, muito obrigada pelo companheirismo e amor! Amo vocês.

À minha orientadora **Prof. Dra. Carolina Nunes Costa Bomfim** pela amizade, orientando-me não somente nas questões relacionadas à pesquisa científica como também nas questões éticas e morais que irei levar para vida, sempre disposta para que eu utilizasse o melhor de mim. Muito obrigada, vivendo ao seu lado tive a oportunidade de crescer não só na vida acadêmica, mas como ser humano. A senhora é sensacional!

Em especial **Anailton Carlos** por sempre me ajudar nos momentos cruciais do desenvolvimento da pesquisa. Nesses dois anos, a amizade que construímos foi imprescindível. Sem você o mestrado não seria o mesmo. Nossa parceria será eterna. Muito obrigado, meu amigo!

Aos amigos do **LANCOA** que foram a base de toda execução da pesquisa, em especial **Ubatã, Nataly, Brenda, Leilane e Anailton**. Muito obrigada, vocês foram fundamentais.

Ao meu Co-orientador **Prof. Dr. Gladston Rafael de Arruda Santos**, pelo exemplo de educador com que conduz a profissão e pela disponibilidade e contribuição prestada.

Ao **Prof. Dr. Jodnes Sobreira Vieira** pelo concedimento ao uso da Unidade que aquicultura (UNIAQUA) que foi fundamental para realização desta pesquisa.

Aos amigos da Pós-graduação: **Juciara, Adriano, Clistines, Leomax, Gilmar e Socorro** irei levar vocês para sempre!

Às minhas amigas da vida que contribuíram imensamente com esse trabalho **Lay, Alana, Analee, Kadja, Ellen, Larisse, Marcinha e Tia Patrícia**. Amo muito vocês!

À **banca examinadora** por disponibilizar do seu tempo o conhecimento a fim de contribuir para melhoria desse trabalho.

Às técnicas do Laboratório de Nutrição Animal da UFS, **Luciana e Amanda**, pelo apoio nas análises laboratoriais.

À **Luiz**, secretário do PROZOOTEC pela amizade, paciência e dedicação aos alunos do curso.

À Universidade Federal de Sergipe e aos professores do Programa de Pós-graduação do **PROZOOTEC** por disponibilizarem ensino fundamental e de qualidade para minha carreira acadêmica.

À empresa **Pratigi Alimentos** ao apoio para o desenvolvimento deste trabalho, serei sempre grata.

Ao **PROMOB** – Programa de Estimulo a Mobilidade e ao Aumento da Cooperação Acadêmica da Pós-Graduação em Sergipe – EDITAL CAPES/FAPITEC/SE N° 08/2013, pelo apoio financeiro ao PROZOOTEC.

À **FAPITEC** pela concessão da bolsa de estudos.

À **Estação de Piscicultura de Itiúba** – 5ª/EPI – AL da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), pela doação dos peixes utilizados no experimento.

**A todos**, minha humilde e sincera gratidão.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	Porcentagem
CDA	Coefficiente de digestibilidade aparente
DAN	Digestibilidade aparente dos ingredientes testados
EB	Energia bruta
EE	Extrato etéreo
EM	Energia metabolizável
FAO	Food and Agriculture Organization
FB	Fibra bruta
g	Gramma
Kg	Quilograma
LANA	Laboratório de Nutrição Animal
LANCOA	Laboratório de Nutrição e Cultivo de Organismos Aquáticos
MM	Matéria mineral
MS	Matéria seca
NRC	National Research Coucil
OD	Oxigênio dissolvido
PB	Proteína bruta
pH	Potencial hidrogeniônico
UFS	Universidade Federal de Sergipe
USDA	United States Departament of Agriculture
VD	Valor digestível

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1-** Composição bromatológica dos subprodutos do beneficiamento do arroz (farelo e quirera de arroz).

**Tabela 2 -** Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais.

**Tabela 3-** Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e energia bruta (EB) das dietas experimentais.

**Tabela 4-** Valores totais da composição bromatológica, coeficiente de digestibilidade aparente e valores digestíveis dos subprodutos (farelo e quirera de arroz).

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1-** Exemplar de tambaqui (*Colossoma macropomum*).

**Figura 2-** Estrutura do sistema de Guelph modificado utilizado no experimento.

## SUMÁRIO

### Página

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	3
2.1. Tabaqui .....	3
2.2. Nutrição do tabaqui.....	4
2.3. Estudo de digestibilidade .....	6
2.4. Alimento alternativo: subprodutos do beneficiamento do arroz .....	8
3. REFERÊNCIAS .....	9
ARTIGO .....	14
RESUMO .....	14
SUMMARY.....	15
INTRODUÇÃO .....	16
MATERIAL E MÉTODOS .....	17
RESULTADO E DISCUSSÃO .....	22
REFERÊNCIAS .....	27
4. ANEXOS.....	33
4.1 Normas da Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.....	33

## 1. INTRODUÇÃO

Com a redução dos estoques naturais de pescados, a piscicultura tornou-se a principal alternativa sustentável para suprir as demandas do mercado consumidor (MPA, 2012). O tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), é o segundo peixe mais produzido atualmente no Brasil. A cada vez maior produção dessa espécie se justifica pela adaptação ao cativeiro, facilidade de obtenção de juvenis, potencial de crescimento, rusticidade no manejo e a fácil adaptação às rações comerciais (FARIAS et al., 2013).

O hábito alimentar do tambaqui é definido como onívoro-oportunista. A dieta natural é composta preferencialmente por sementes e frutos no período de cheia dos rios, o que caracteriza uma maior ingestão de carboidratos e fibras e no período de seca aumenta o consumo de alimentos de origem animal e outros itens alimentares, como macrófitas, insetos, algas, moluscos e peixes (RODRIGUES, 2014).

O conhecimento sobre o tipo de alimentação e das exigências nutricionais das espécies de cultivo é fundamental para elaboração de dietas balanceadas que permitam máxima resposta produtiva, proporcione saúde aos peixes e minimize impactos ambientais (DAIRIKI e SILVA, 2011). Os gastos com alimentação podem representar até 60% do custo de produção, sendo que o preço da ração se eleva de acordo com o teor de proteína nela contido. O valor nutritivo de uma ração não depende apenas do teor de nutrientes, mas também da capacidade do animal em digerir e assimilar o alimento (BEZERRA et al., 2014).

Se faz necessário ter uma alimentação que atenda às exigências nutricionais aliado a boas práticas de manejo que visem diminuir esses custos, bem como o uso de ingredientes alternativos que venham a minimizar as despesas com ração. Uma forma de diminuir os custos da ração seria a utilização de ingredientes diferentes aos

tradicionalmente usados, mas que apresentem o mesmo valor nutricional e atendam às exigências do animal (LIMA et al., 2011 CARVALHO et al., 2012).

Sabe-se que para fornecer uma alimentação adequada de acordo com a exigência nutricional de cada espécie, há necessidade que sejam realizados estudos que estimem o grau de digestibilidade ou assimilação dos nutrientes pelos peixes. Sendo fundamental para o conhecimento sobre a nutrição da espécie e o uso de possíveis novos ingredientes. O que pode viabilizar a inclusão de subprodutos da agroindústria que funcionam como uma fonte de nutrientes barata que é desperdiçada na maioria das vezes (GLENCROSS et al., 2011).

Dentre desses subprodutos com grande potencial para o aproveitamento na alimentação animal são os provenientes do beneficiamento do arroz (*Oryza sativa*), possuindo em sua composição vitaminas, minerais e fibras, fazendo deles uma boa opção como ingrediente alternativo. Tanto a quirera e o farelo de arroz têm uma alta disponibilidade no mercado (RIBEIRO et al., 2010). O presente trabalho teve como objetivo determinar o coeficiente de digestibilidade aparente da quirera e farelo de arroz para o tambaqui (*C. macropomum*).

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 - Tambaqui**

O tambaqui, *Colossoma macropomum* (Figura 1), tem sua origem na América do Sul, nas bacias dos Rios Amazonas e Orinoco. É uma espécie de peixe da classe Osteichthyes, subclasse Actinopterygii, ordem Characiformes, família Characidae e subfamília Serrasalminae (DAIRIKI e SILVA, 2011). Considerado o segundo maior peixe de escamas de água doce do Brasil, alcança mais de 1 m de comprimento e peso superior a 30 kg (FISHBASE, 2016).

Esta espécie encontra-se entre as mais exploradas pela pesca comercial. Devido à constante comercialização abaixo do comprimento ideal de captura, vem apresentando sinais de sobrepesca (GARCEZ e FREITAS, 2010). Sua introdução na piscicultura ocorreu em meados da década de 1970, sendo logo percebida a adaptação ao cativeiro, disponibilidade de alevinos, rusticidade no manejo, facilidade na aceitação de rações comerciais e boa aceitação do mercado consumidor (RODRIGUES, 2014; FARIAS et al., 2013).

No Brasil, o cultivo de tambaqui é mais frequente nas regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste devido a várias características que favorecem seu cultivo: adaptação às condições climáticas, rápido crescimento e satisfatória conversão alimentar. O tambaqui chega a alcançar peso entre 800 a 2000 g em seis meses de cultivo em tanques-rede e mais de 1 kg em dez meses de cultivo em viveiros (SANDOVAL JR et al., 2013).

Outra característica que favorece o crescimento da produção do tambaqui é a alimentação, devido à capacidade de digerir proteína de origem animal e vegetal (LOPERA-BARRETO et al., 2011). Essa espécie é caracterizada como onívora oportunista, com hábito alimentar diversificado no habitat natural. Na fase larval, a alimentação é baseada na ingestão de zooplâncton, passando a consumir frutas,

sementes, insetos, algas, moluscos, plantas, pequenos peixes e crustáceos (GOMES, 2011).

A anatomia e fisiologia do *C. macropomum* favorecem a adaptação na dieta com uma extensa variedade de itens alimentares. O trato digestório é semelhante ao de outras espécies com hábito alimentar onívoro. Possui estômago bem definido, alongado e bastante elástico, seguido por cecos pilóricos, os quais auxiliam na digestão dos alimentos. O intestino é relativamente comprido em relação ao corpo do animal (2 a 2,5 vezes). O tambaqui devido a sua alimentação em ambiente natural, tem habilidade em digerir lipídeos e carboidratos e sua fisiologia contribui para essa fácil adaptação (ALMEIDA et al.,2011).



FIGURA 1. Exemplar de tambaqui, *Colossoma macropomum*. Arquivo pessoal.

## 2.2 - Nutrição do tambaqui

O tambaqui se alimenta preferencialmente em ambiente natural de frutos e sementes no período de enchente e cheia dos rios. Em épocas de vazante e seca consome outros itens alimentares, como macrófitas, insetos, algas, moluscos e peixes, razão pela qual seu hábito alimentar é comumente definido como onívoro oportunista (RODRIGUES, 2014).

Devido a esse hábito alimentar, o tambaqui possui uma boa capacidade de utilização de lipídios e carboidratos como fontes de energia. Essa característica favorece

e faz com que o tambaqui aproveite ingredientes de origem vegetal, além de alimentos alternativos aos usuais (FRACALOSSI et al., 2013).

Na fase inicial de crescimento, a exigência proteica é relativamente maior. Os juvenis de tambaqui, na faixa de 1 a 30 g, podem exigir um nível de proteína de 40%. A medida que o tambaqui cresce, a demanda por proteína diminui proporcionalmente, ficando entre 28 a 32%. O contrário ocorre com os carboidratos e lipídeos, visto que a quantidade da oferta aumenta quando o peixe é adulto (OISHI et al., 2010; SANTOS et al., 2010). A estimativa da necessidade de energia digestível em dieta para juvenis de tambaqui é de 3.300 kcal/kg (CORRÊA et al., 2007).

As rações comerciais utilizadas para os tambaquês são compostas por premix vitamínico e minerais específicos para peixes com hábito alimentar onívoro. Desse modo torna-se necessário a realização de estudos mais especializados para definir as exigências do tambaqui em termos de vitaminas e minerais (FRACALOSSI et al., 2013).

Os ingredientes habituais na formulação de dietas para peixes são compostos basicamente por grãos, farinhas e farelos de produtos de origem vegetal. Quanto aos produtos de origem animal, a farinha de peixe, farinha de carne e ossos, farinha de carne e farinha de sangue são as mais comuns (SUÁREZ et al., 2009). Por isso, a qualidade e o preço destes ingredientes podem interferir no custo da produção de rações (GLENCROSS, 2007).

Desse modo, é necessário testar e incluir alimentos alternativos aos usuais na alimentação de tambaqui, para minimizar os custos e aumentar o lucro da produção (FRACALOSSI et al., 2013).

### 2.3 Estudos de Digestibilidade

Visando o aperfeiçoamento da formulação de rações é necessário a determinação da qualidade e exigências nutricionais das diferentes espécies nas fases de desenvolvimento. A digestibilidade é um dos métodos adotados em pesquisas para avaliar a qualidade nutricional dos alimentos e a eficiência de dietas completas para animais, por meio da quantificação da fração do nutriente do alimento que não é excretada nas fezes (NRC, 2011).

Em peixes, o coeficiente de digestibilidade de um ingrediente pode ser calculado por dois métodos, direto ou indireto. Ambos são obtidos pela diferença entre a quantidade de nutriente/energia presente no alimento e a quantidade presente nas fezes. No entanto, no método indireto se faz necessário o uso de um marcador não digestível, sendo estimada a diferença da concentração do marcador e do nutriente/energia presentes no alimento e nas fezes (NRC, 2011).

Dentre os marcadores utilizados na avaliação da digestibilidade em peixes, o óxido de crômio ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) é o mais utilizado. Não é absorvível e não interfere no metabolismo da espécie em estudo (SAKITA et al., 2015). Entretanto, não existe padrão na literatura que estipule a quantidade ideal a ser utilizada. Desta maneira, estudos preconizam diferentes níveis do indicador (VIDAL et al., 2015).

No método indireto, várias metodologias são utilizadas para coleta de fezes em peixes: dissecação intestinal, extrusão manual, sucção anal, pipetagem imediata na água, filtração contínua de água e sedimentação das fezes (TEIXEIRA et al., 2010). Dentre as metodologias desenvolvidas destaca-se o sistema de Guelph modificado (Figura 2), que utiliza a decantação das fezes em tanques cilíndricos de fundo cônico, contendo registro acoplado ao coletor, em que as fezes ficam depositadas após a sedimentação. As principais vantagens desse sistema são a obtenção de quantidades satisfatórias de fezes,

uso de peixes de qualquer tamanho, bem como a facilidade no manejo que reduz o estresse dos animais em experimentos (CHO e SLINGER, 1979).

As estimativas de digestibilidade no meio aquático apresentam alguns riscos que podem afetar a precisão, como o estresse dos peixes devido à excessiva manipulação, lixiviação de nutrientes, contaminação das fezes por muco, escamas e partículas de alimento regurgitadas. Além disso, os métodos utilizados apresentam algumas dificuldades, principalmente devido à baixa acurácia na coleta dos dados. Devido a esses fatos, o termo “digestibilidade aparente” (CDA) é o mais utilizado (SENA, 2012).

Com a determinação do coeficiente de digestibilidade pode-se obter maior aproveitamento dos nutrientes, o que possibilita melhoria nos índices zootécnicos e a diminuição da excreta. Conseqüentemente, há um menor aporte de matéria orgânica no sistema de produção (CARVALHO et al., 2012).



**FIGURA 2.** Sistema de Guelph modificado, Arquivo pessoal.

## **2.4 Alimentos Alternativos: subprodutos do beneficiamento de arroz**

A substituição dos ingredientes convencionais, comumente utilizados nas rações para peixes, por determinados subprodutos da agroindústria não destinados ao consumo humano tem se apresentado como prática econômica alternativa, com o objetivo de reduzir o custo das rações e minimizar o impacto ambiental. Parte dos ingredientes de origem animal é substituída por ingredientes de origem vegetal, buscando ao máximo o balanceamento dos nutrientes (LIMA et al., 2011).

O nutriente mais utilizado e mais caro na formulação das dietas para peixes é a proteína, sendo usualmente utilizados a farinha de peixe e o farelo de soja (SANTOS et al., 2010). Os carboidratos são considerados fonte de energia na alimentação de peixes e, embora não sejam essenciais para os mesmos, são utilizados geralmente como alternativa para reduzir os custos na dieta e apresentar o efeito poupador da proteína, refletindo em ganhos econômico e ambiental (SILVA et al., 2007).

Em rações para peixes, as fontes de carboidrato mais utilizadas são o milho, farelo de soja e trigo, que são ricos em amido e apresentam coeficiente de digestibilidade aparente da energia entre 60 a 90%. Fornecem em torno de 3000 kcal kg de energia digestível para peixes onívoros (OLIVEIRA-FILHO e FRACALOSSI, 2006).

Segundo o Foreign Agricultural Service (FAS) do United States Department of Agriculture (USDA), a produção mundial de arroz (*Oryza sativa*) em 2016 foi de aproximadamente 481,23 milhões de toneladas de grãos, enquanto o Brasil produziu 10 milhões de toneladas. O beneficiamento do arroz, que envolve o descascamento, brunição e polimento, gera uma série de subprodutos. Dependendo do tipo de beneficiamento, são retirados o embrião e a maior parte da película que recobre o arroz, resultando em um farelo que representa aproximadamente 8% do volume do produto

inicial. Por sua vez, a separação dos grãos quebrados gera a quirera, que representa aproximadamente 14% do volume inicial do produto (NITZE e BIEDRZYCKI,2007).

Segundo o NRC (2011), a quirera do arroz possui 91% de matéria seca, proteína bruta 7,4%, energia bruta 3907 kcal/kg, extrato etéreo 0,60%, matéria mineral 0,70 e fibra bruta 0,40%. O farelo de arroz também tem teores de matéria seca de 91%, mas conta com proteína bruta 13,6%, extrato etéreo 14,5 %, energia bruta 4.007 kcal/kg, matéria mineral 8,3% e fibra bruta 4,2%. Tanto a quirera como o farelo de arroz podem ser utilizados de várias maneiras, principalmente na alimentação animal como excelente fonte de energia, além de proteína, fósforo, manganês, vitaminas, entre outros (ROSTAGNO et al., 2011).

### **3-REFERÊNCIAS**

ARAÚJO, J.R.; SANTOS, L.D.; SILCA, L.C.R.; SANTOS, O.O.; MEURER, F. **Digestibilidade aparente de ingredientes do Semi-Árido Nordestino para tilápia do Nilo.** Ciência Rural, v.42, n.5, p.900-903,2012.

ARIDE, P.H.R.; FERREIRA, M.S.; DUARTE, R.M. et al. **Ascorbic acid (vitamin C) and iron concentration in tambaqui, *Colossoma macropomum*, iron absorption.** Journal World Aquaculture. Soc., v.41, n.2, p.291-297, 2010.

BEZERRA, S. K.; SOUZA, R. C.; MELO, J. F. B.; CAMPECHE, D. F. B. **Crescimento de tambaqui alimentado com diferentes níveis de farinha de manga e proteína na ração.** Archivos de Zootecnia. v. 63, n. 244, p. 587-598. 2014.

BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; CYRINO, J.E.P. 2009 **Dietary lysine requirement of juvenile pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887).** Aquaculture. v.297, p.151-156.

CARVALHO, P.L.P.F.; SILVA, R.L.; BOTELHO, R.M.; DAMASCENO, F.M.; ROCHA, M.K.H.R.; PEZZATO, L.E. **Valor nutritivo da raiz e folhas da mandioca para a tilápia do Nilo**. Boletim do Instituto de Pesca. v.38, p. 61 – 69, 2012.

CHO, C.Y.; SLINGER, S.J. **Apparent digestibility measurement in feedstuffs for rainbow trout**. In: Finfish Nutrition and Fish Feed Technology, 1979, Anais Berlim: 1979. v.2, p.239-247.

DAIKIRI, J.K. **Exigências Nutricionais do Tambaqui**. Manaus, Embrapa Amazônia Ocidental: 2011.

DE ALMEIDA, L.C.; AVILEZ, I.M.; HONORATO, C.A.; HORI, T.S.F.; MORAES, G. 2011 **Growth and metabolic responses of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed different levels of protein and lipid**. Aquaculture Nutrition, v.17, p. 253-262.

FARIAS, R.H.S.A.; MORAIS, M.; SORANNA, M.R.G.S.; SALLUM, W.B. **Manual de Criação de Peixes em Viveiros**. Codevasf, 2013.

FRACALOSSO, D.M., CYRINO, J.E.P., 2013. Nutriaqua - **Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. (Ed.). Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática.

FROESE, R. *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816). <http://www.fishbase.org>. Acesso em: 14 de setembro de 2016.

FURUYA, W.M. et al. **Composição química e coeficientes de digestibilidade aparente dos subprodutos desidratados das polpas de tomate e goiaba para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Boletim do Instituto de Pesca, v.34, n.4, p.505-510, 2008.

GARCEZ, R. C. S., FREITAS, C. E. C. **Seasonal catch distribution of tambaqui alimentados com dietas com casca de soja ou de algodão.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Animal Sciences, v.33, n.1, p. 65-71, 2011.

GATLIN, D.M.; BARROWS, F.T.; BROWN, P.; DABROWSKI, K.; GAYLORD, T.G.; HARDY, R.W.; HERMAN, E.; HU, G.; KROGDAHL, Å.; NELSON, R.; OVERTURF, K.; RUST, M.; SEALEY, W.; SKONBERG, D.; SOUZA, E.J.; STONE, D.; WILSON, R.; WURTELE, E. 2007 **Expanding the utilization of sustainable plant products in aqua feeds: A review.** Aquaculture Research, v.38, n.6, p. 551–579.

GENEROSO, R.A.R. et al. **Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.7, p.1251-1256, 2008.

GOMES, L.C. et al., **Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon flood plain lake.** Aquaculture, 2011, v. 253, p. 374-384.

GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; ROCHA, D.F.; KLEEMAN, G.K.; SANTA ROSA, M.J. 2009 **Energia e nutrientes digestíveis de alimentos para a tilápia do Nilo.** Boletim do Instituto de Pesca, v.35, n.2, p.201–213.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE, 2006. **Levantamento sistemático da produção agrícola.** Acesso em: 265fev. 2017. 64p. Online. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>.

LAZZARI, R.; RADÜNZ NETO, J.; PEDRON, F.A.; LORO, V.L.; T. et al. **Protein sources and digestive enzyme activities in jundiá *Rhamdia quelen*.** Scientia Agricola, v.37 p. 259-266, 2010.

LIMA, M.R.; LUDKE, M.C.M.M.; PORTO-NETO, F.F.; PINTO, B.W.C.; TORRES, T.R.; SOUZA, E.J.O.2011 **Farelo de resíduo de manga para tilápia do Nilo**. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v.33, n.1, p. 65-71, 2011.

LOPERA-BARRETO, N. M., RIBEIRO, R. P., POVH, J. A., VARGAS-MENDEZ, L. D. & POVEDA-PARRA, A. R. 2011. **Produção de organismos aquáticos: uma visão geral no Brasil e no mundo**. Agrolivros.

MPA, **Ministério Da Pesca E Aquicultura**. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/index.php/aquicultura>. Acessado em: 01/03/2017.

NAYLOR, R.L.; HARDY, R.W.; BUREAU, D.P.; CHIU, A.; ELLIOTT, M.; FARRELL, A.P.; FORSTER, I.; GATLIN, D.M.; GOLDBURG, R.J.; HUA, K.; NICHOLS, P.D. 2009. **Feeding aquaculture in an era of finite resources**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v.106, p. 15103-15110.

NITZKE, J. A.; BIEDRZYCKI, **A Terra de arroz**: ICTA-UFRGS, 2007.

NUTRIENT RESEARCH COUNCIL – NRC, 2011. **Nutrient Requirements of Fish and Shrimp**. The National Academies Press, Washington, D.C., 2011, 204p.

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

RIBEIRO, A.M.L.; HENN, J.D.; SILVA, G.L. **Alimentos alternativos para suínos em crescimento e terminação**. Acta Scientiae Veterinariae. v. 38, p. 61-71, 2010.

RODRIGUES, A. P. 2014. **Nutrição e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. Boletim do Instituto de Pesca, v.40, n.1, p.135-145.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, v. 2, 2011.

SAKITA, G. Z. et al. **Chromium oxide (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) used as biological marker was not absorbed by fish**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 67, n. 3, p. 755 -762, 2015.

SANDOVAL JR, P.; TROMBETA, T. D.; MATTOS, B. O. **Manual de Criação de Peixes em Tanques- rede**. 2. Codevasf, 2013. 36 p.

SENA, M.F.; AZEVEDO, R.V.; RAMOS, A.P.S.; CARVALHO, J.S.O.; COSTA, L.B.; BRAGA, L.G.T. 2012 **Mesquite bean and cassava leaf in diets for Nile tilapia in growth**. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v. 34, p. 231–237.

SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B.A.S.; OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. **Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818)**. Acta Amazônica. v.37, n.1, p.157-164, 2007.

SUÁREZ, J.A.; GAXIOLA, G.; MENDOZA, R.; **Substitution of fishmeal with plant protein sources and energy budget for white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)**. Aquaculture, v. 289, p. 118–123, 2009.

TEIXERA, E.A.; SALIBA, E.O.S.; EULER, A.C.C.; FARIA, P.M.C.; CREPALDI, D.V.; RIBEIRO, L.P. **Coefficientes de digestibilidade aparente de alimentos energéticos para juvenis de surubim**. Revista Brasileira de Zootecnia. v.39, n.6, p.1180-1185, 2010.v.43, n.1, p.93- 98, 2008.

VIDAL, L. V. O. et al. **Apparent protein and energy digestibility and amino acid availability of corn and co-products in extruded diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus***. Journal of the World Aquaculture Society, v. 46, n. 2, p. 183–190, 2015.

**ARTIGO APRESENTADO SEGUNDO AS NORMAS DA REVISTA  
BRASILEIRA SAÚDE PRODUÇÃO ANIMAL**

**Digestibilidade aparente da quirera e farelo de arroz para o tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818).**

*Apparent digestibility of rice bran and broken rice for tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818)*

SANTANA, Priscila Monise Santos<sup>1,2</sup>; ALMEIDA, Anailton Carlos Alves<sup>1,2</sup>;

PEREIRA, Ubatã Correa<sup>1,2</sup>; SANTOS, Brenda Vieira dos<sup>2</sup>; VIEIRA, Jodnes Sobreira<sup>3</sup>;

BOMFIM, Carolina Nunes Costa<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>PROZOOTEC – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Sergipe-UFS

<sup>2</sup>Universidade Federal de Sergipe-UFS, São Cristóvão, SE, Brasil, LANCOA-Laboratório de Nutrição e Cultivo de Organismos Aquáticos, Departamento de Engenharia de Pesca e Aquicultura-UFS

<sup>3</sup>Universidade Federal de Sergipe-UFS, São Cristóvão, SE, Brasil, LANOAA-Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos e Abelhas, Departamento de Zootecnia-UFS

\*Endereço para Correspondência: [priimonise@hotmail.com](mailto:priimonise@hotmail.com)

## **RESUMO**

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) de subprodutos do beneficiamento do arroz (farelo e quirera de arroz) foram estimados para o tambaqui *Colossoma macropomum*. Juvenis com peso médio de 63,5 g ( $\pm$  2,7) foram distribuídos em tanques de fundo cônico com capacidade de 100 L. Uma dieta referência foi formulada de acordo com as exigências nutricionais do tambaqui, enquanto duas dietas-teste foram constituídas de 70% da dieta referência e 30% de farelo ou quirera de arroz, sendo incorporado 0,5% de óxido de cromo como marcador externo. A determinação do CDA foi realizada pelo método de Guelph modificado com a coleta das excretas por sedimentação e quantificação do óxido de cromo. Os CDAs da matéria seca (MS),

proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e energia bruta (EB) da dieta referência foram 71,7%, 88,9%, 86,1%, 42,6% e 91,6%, respectivamente. Os CDAs da dieta com o farelo de arroz foram semelhantes à da dieta referência (MS, 72,6%; PB, 90,2%; EE, 86,0%; FB, 48,8%; e EB, 86,1%). A dieta com quirera apresentou CDAs de 74,3% para MS, 88,2% para PB; 82,8% para EE, 55,7% para FB e 84,1% para EB. O farelo e a quirera de arroz foram altamente digeridos pelo tambaqui, podendo ser utilizados como ingredientes em dietas para essa espécie.

**Palavras-chave:** alimento alternativo, digestibilidade, subprodutos do arroz.

## SUMMARY

The apparent digestibility coefficients (ADC) of rice by-products (rice bran and broken rice) were estimated for the tambaqui *Colossoma macropomum*. Juveniles with a mean weight of 63.5 g ( $\pm$  2.7) were distributed in conical bottom tanks with a capacity of 100 L. A reference diet was formulated according to the nutritional requirements of tambaqui, while two test diets consisted of 70% of the reference diet and 30% of rice bran or broken rice, with 0.5% of chromium oxide being incorporated as an external marker. CDA determination was performed by the Guelph method modified with excreta collection by sedimentation and quantification of chromium oxide. The dry matter (DM), crude protein (CP), ethereal (EE), crude fiber (FB) and crude energy (BW) of the reference diet were 71.7%, 88.9%, 86.1%, 42.6% and 91.6%, respectively. The dietary CDAs with rice bran were similar to those of the reference diet (MS, 72.6%, CP, 90.2%, EE, 86.0%, FB, 48.8%, and EB, 86.1% %). The diet with surgira presented CDAs of 74.3% for MS, 88.2% for PB; 82.8% for EE, 55.7% for FB and 84.1% for EB. Rice bran and broken rice were highly digested by tambaqui and could be used as ingredients in diets for this species.

**Keywords:** alternative feeds, digestibility, rice byproducts

## INTRODUÇÃO

O tambaqui é a espécie que vem se difundindo na piscicultura brasileira por apresentar uma série de características favoráveis ao confinamento: rusticidade no manejo, tolerância às baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água, fácil aceitação de alimento artificial, boa conversão alimentar, crescimento rápido, disponibilidade de juvenis para comercialização e grande aceitabilidade no mercado (FARIAS et al., 2013).

Atualmente, de cada cinco tambaquis consumidos, quatro são provenientes da piscicultura (JACOMETO et al., 2010). Grande parte da produção e consumo do tambaqui ocorre nas regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste (KUBITZA et al., 2012). Originário das bacias dos rios Orinoco e Amazonas, de hábito alimentar onívoro, caráter oportunista, alimenta-se na natureza por frutos, sementes e pequenos organismos. É filtrador na fase juvenil, alimentando-se de zooplâncton, no qual encontra maior oferta de proteína animal para os primeiros anos de vida (RODRIGUES, 2014).

Uma das lacunas a serem preenchidas pela pesquisa sobre nutrição de peixes é obter um produto final de qualidade, que não afete o desempenho animal, competitivo no mercado e com maior lucratividade. Na aquicultura, o custo com a alimentação chega até 60 a 80% e podem inviabilizar empreendimentos aquícolas, principalmente de pequenos produtores (GAO et al., 2011).

O uso de ingredientes alternativos para substituir os convencionais visa reduzir os custos na produção de rações devido ao alto custo e escassez destes produtos no mercado, a procura por alimentos alternativos tem sido uma tendência mundial em diversos tipos de sistemas de produção aquícola (HARDY, 2010). O arroz (*Oryza sativa*) é um dos grãos mais produzidos em todo o mundo, sendo utilizado principalmente na alimentação humana com consumo anual em média 14,6 kg por

habitante (IBGE, 2016). O subproduto gerado no beneficiamento do arroz tem disponibilidade e possui grande potencial para o aproveitamento na alimentação de peixes.

Um dos métodos de estudo para avaliar a capacidade de uma espécie em digerir e absorver os nutrientes é através da determinação da digestibilidade dos alimentos. A digestibilidade é estimada a partir da quantificação da fração de nutrientes ou energia absorvida pelo animal, por diferença entre o alimento consumido e excretado nas fezes (GUTIERREZ et al., 2009).

Devido à grande disponibilidade de subprodutos gerado a partir do processamento do arroz, como o farelo e a quirera, agregar valor a esses produtos é de interesse econômico e ambiental. Desse modo, realizou-se este estudo para determinar os valores nutritivos, através da estimativa dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), energia bruta (EB) e extrato etéreo (EE), do farelo e da quirera de arroz para juvenis de tambaqui.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi conduzido na Unidade de Aquicultura (UNIAQUA), no Campus Rural da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE. Foram utilizados 24 juvenis de tambaqui com peso médio inicial médio de  $63,5 \pm 2,7$  g, fornecidos pela CODEVASF-AL 5ª/EPI, os quais foram aclimatados as condições experimentais por 10 dias.

Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados com três tratamentos e três repetições por tempo, durante 60 dias. A estrutura física foi formada por três tanques de digestibilidade de fundo cônico com capacidade de 100 L, adequados para o método Guelph modificado. Este sistema estava equipado com filtragem biológica e aeração constante foi adaptado no interior de cada tanque, um sistema de contenção de ração

constituído por um prato plástico que também serviu como vedação, auxiliando na ingestão das rações pelos peixes e impedindo que as mesmas descessem para o fundo cônico do tanque. Diariamente eram medidas a temperatura e oxigênio dissolvido da água (oxímetro digital, Instrutherm MO-0910, SP, Brasil). O pH e as concentrações de amônia e nitrito eram medidos a cada três dias através de kit colorimétrico (Alfakit, Florianópolis, SC, Brasil). Para as coletas de fezes, a metodologia adotada foi por sedimentação pelo sistema de Guelph modificado, conforme Abimorad e Carneiro (2004).

Foram elaboradas três dietas experimentais (Tabela 2), sendo uma dieta referência e duas contendo os ingredientes a serem testados. Os ingredientes previamente moídos em moinho tipo facas, com peneira de 1,0 mm, foram misturados, umedecidos com água a 65°C, para em seguida serem peletizados em moedor do tipo industrial (Becker - PEC-09, SP, Brasil). Após a peletização, as dietas foram acondicionadas em bandejas metálicas para a secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 24 h. A dieta referência foi formulada com 30% de PB e 3200 kcal/kg de energia bruta, de acordo com a exigência nutricional da espécie, e as dietas teste (farelo e quirera de arroz) na proporção de 70% da dieta referência e 30% do ingrediente teste, acrescidas de 0,5% de óxido de cromo como indicador em todas as dietas.

O arraçoamento aconteceu até saciedade aparente duas vezes ao dia, às 9h e 15h. Os peixes foram mantidos nos tanques, e após o último arraçoamento do dia, cada tanque era escovado e 30% do volume de água era renovado. O tubo coletor era então colocado no fundo do tanque. A coleta das fezes, iniciadas após o 5º dia de alimentação, foram realizadas no início da manhã através da retirada do coletor. As fezes foram submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada de ar (55°C), por 24 h, e em seguida submetidas às análises químicas.

Foi analisada a composição química bromatológica dos subprodutos do beneficiamento de arroz (Tabela 1), dietas experimentais e das fezes, em que foram determinados a MS por secagem em estufa, matéria mineral (MM) através da incineração em mufla, proteína bruta (PB) através do método de micro Kjeldahl, fibra bruta (FB) com um digestor de fibra, extrato etéreo (EE) por Soxhlet. Todos os métodos de acordo com a AOAC (2000) e descritos por Silva e Queiroz (2002). A energia bruta (kcal/g) das amostras (subprodutos, dietas experimentais e fezes) foi medida em bomba calorimétrica (modelo Ika 200, Staufen, Alemanha) e os teores de carboidratos totais (CT) foram determinados segundo Sniffenet et al. (1992), utilizando-se a equação:  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \% \text{ cinzas})$ .

**Tabela 1.** Composição bromatológica (%) da quirera e farelo de arroz, subprodutos do beneficiamento de arroz.

	<b>MS</b>	<b>PB</b>	<b>EE</b>	<b>FB</b>	<b>MM</b>	<b>EB</b>	<b>CHO</b>
<b>Quirera</b>	94,60	8,97	1,16	0,90	0,67	4.112,33	89,2
<b>Farelo</b>	95,29	10,95	14,13	0,12	5,82	4.907,98	69,1

MS = Matéria seca, PB = Proteína bruta, EE = Extrato etéreo, FB = Fibra bruta, MM =Material mineral, EB = Energia bruta (em kcal kg<sup>-1</sup>), CHO = carboidratos.

A determinação do teor de cromo nas fezes foi realizada em espectrofotômetro de absorção atômica (mod. Feixe UV-M51, Piracicaba, SP). A determinação foi realizada de modo a atender os limites de detecção para o óxido de cromo (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) nas fezes, segundo FURUKAWA & TSUKAHARA (1976).

O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) das dietas foram calculados pela equação de Cho e Slinger (1979):

$$\text{CDA (\%)} = 100 - \{ 100 * [ ((\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ d} / \% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ f}) * (\% \text{N f} / \% \text{N d})) ] \}$$

Em que:

CDA (%) = coeficiente de digestibilidade do nutriente/ energia;

%Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> d = % de óxido de cromo na dieta;

%Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>f = % óxido de cromo nas fezes;

Nf = nutriente/ energia nas fezes; Nd = nutriente/ energia na dieta.

Para o cálculo da digestibilidade aparente da MS, PB, EE, FB e EB dos ingredientes testados, foi utilizada a seguinte equação, de acordo com Reigh et al. (1990):

$$\text{DAN (\%)} = (100/30) \times [\text{teste} - (70/100 \times \text{referência})]$$

Em que:

DAN = digestibilidade aparente do nutriente ou da energia do alimento;

Teste = digestibilidade aparente do nutriente ou da energia presente na dieta-teste;

Referência = digestibilidade aparente do nutriente ou da energia presente na dieta referência.

A análise estatística dos resultados foi realizada por meio do software SISVAR - versão 5.6, conforme descrito por Ferreira (2011). As médias foram submetidas à análise de variância (ANOVA), e foi realizado a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Todos os procedimentos experimentais foram autorizados pelo Comitê de ética no uso de animais da UFS (CEUA/CEPAP-UFS, 02/2016).

**Tabela 2.** Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais.

<b>Ingrediente</b>	<b>Referência</b>	<b>Quirera arroz</b>	<b>Farelo arroz</b>
Farelo de soja	32,00	22,40	22,40
Glúten de milho	7,50	5,25	5,25
Farinha de peixe	24,00	16,80	16,80
Fubá de milho	15,00	10,50	10,50
Farelo de trigo	8,00	5,60	5,60
Quirera arroz	-	30,00	-
Farelo arroz	-	-	30,00
L-lisina	0,50	0,35	0,35
DL-metionina	0,50	0,35	0,35
Óleo de soja	5,50	3,85	3,85
Fosfato bicálcio	5,00	3,50	3,50
Óxido de cromo	0,50	0,50	0,50
Vitamina C <sup>1</sup>	0,50	0,50	0,50
Sal	0,10	0,10	0,10
Premix vit/min <sup>2</sup>	1,00	1,00	1,00
BHT	0,02	0,02	0,02
<b>Composição Bromatológica</b>			
Matéria seca (%)	95,37	94,23	92,23
Proteína bruta (%)	32,06	24,97	27,03
Extrato etéreo (%)	8,44	5,75	6,24
Cinzas (%)	16,15	12,71	17,18
Fibra bruta (%)	0,19	0,10	0,12
Carboidratos (%)	43,35	56,57	49,55
Energia bruta(kcal/kg)	4403,8	4298,9	4170,8

<sup>1</sup>Ácido ascórbico polifosfato = 350.0000 g/kg.

<sup>2</sup>Premix min,vit e AA Composição por quilo de produto: Vit. A = 2.000.000 UI/kg; Vit. D3 = 800.000 UI/kg; Vit. E = 20.000 UI/kg; Vit. K3 = 1.000 mg/kg; Vit. B1 = 5.000 mg/kg; Vit. B2 = 5.000 mg/kg; Vit. B6 = 5.000 mg/kg; Vit. B12 = 6.000 mg; Ác. fólico= 1.000 mg/kg; Ác. pantotênico = 10 g/kg; Vit. C = 75 g/kg; Biotina = 160 mg/kg; Colina = 200 g/kg; Co = 40mg/kg; Cu 2.800 mg/kg; Fe =20g/kg; Mn = 5.200 mg/kg; I = 120 mg/kg; K = 28g/kg; Niacina 20g/kg e Metionina 2.600 mg/kg.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental, as médias ( $\pm$  DP) das variáveis físico-químicas da água nos tanques foram: temperatura de 27,4°C ( $\pm$  0,5), pH 6,39 ( $\pm$  0,66) e a concentração de oxigênio dissolvido foi 6,69 mg/L ( $\pm$  0,70). Estes valores estão dentro da faixa considerada aceitável para o cultivo do tabaqui e, portanto, provavelmente não tenham influenciado os resultados do presente estudo. Uma alteração dessas variáveis poderia prejudicar os animais (SANT'ANA DE FARIA et al., 2013).

O grão de arroz polido é considerado uma fonte de carboidratos, sendo constituído principalmente de amido. No entanto, apresenta ainda em sua constituição proteína, vitaminas, sais minerais e fibras (NAVES, 2007). O farelo e a quirera (Tabela 1), possuem alto teor de carboidratos (89,7 e 69,1%, respectivamente) e baixo teor de proteína bruta (10,95 e 8,97%, respectivamente), caracterizando-os como alimentos energéticos. Estes ingredientes são considerados como tendo potencial para utilização em rações de animais (LACERDA et al., 2005).

O teor de extrato etéreo do farelo de arroz foi 14,13%, corroborando ao descrito no NRC (2011). O alto teor de extrato etéreo presente no farelo de arroz é resultado do processamento do endosperma, em que há alteração do teor de amido com os resíduos da casca, afetando a quantidade de lipídios no farelo (LACERDA et al., 2010). Esse alto teor de extrato etéreo não comprometeu a digestibilidade do farelo de arroz, com valor de DAN 81,28%. Esse teor foi superior ao DAN EE da quirera de arroz (72,76%), que apresenta na sua composição bromatológica 1,36%, valor menor que o farelo de arroz. O farelo representa aproximadamente 5-8% do total do grão de arroz, sendo considerada umas das partes mais nutritivas do grão (SILVA e AMANTE, 2006).

Os valores de matéria seca e matéria seca digestível do farelo de arroz (DAN 74,70 e VD 71,18%) e quirera (DAN 74,36 e VD 70,34%) são superiores aos

encontrados por Furuya (2010) para a tilápia do Nilo, em que os teores de matéria seca total (VD) foram estimados em 51,01%. Nesse mesmo contexto se encontra os teores de energia bruta descrito no presente trabalho para farelo de arroz foi de 4907,98 kcal/kg e para energia digestível 3597,54 kcal/kg, valores estão similares aos descritos por Furuya (2010), para tilápia do Nilo que foi 4098,00 kcal/kg, energia digestível de 2359,63 kcal/kg. As proximidades dos valores observados podem ser atribuídas ao hábito alimentar e às condições nutricionais das espécies. A tilápia e o tambaqui são onívoras com eficiência semelhante na habilidade e assimilação do alimento (MORAES e ALMEIDA, 2014).

Os valores de DAN do farelo e quirera foram altos para proteína 92,97 e 83,24%, respectivamente, demonstrando um alto aproveitamento dos ingredientes testados pelos tambaquis, e conseqüentemente, valores digestíveis próximos aos valores brutos (Tabela 4).

**Tabela 3.** Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta e energia bruta das dietas experimentais.

<b>Coeficiente de digestibilidade aparente (%)</b>					
<b>Ração</b>	<b>MS</b>	<b>PB</b>	<b>EE</b>	<b>FB</b>	<b>EB</b>
<b>Referência</b>	71,70±3,46 <sup>a</sup>	88,95±0,85 <sup>a</sup>	86,06±1,90 <sup>a</sup>	42,59±6,40 <sup>a</sup>	91,62±1,22 <sup>a</sup>
<b>Farelo de arroz</b>	72,60±2,94 <sup>a</sup>	90,16±1,18 <sup>a</sup>	86,04±3,97 <sup>a</sup>	48,78±5,92 <sup>a</sup>	86,13±1,01 <sup>a</sup>
<b>Quirera</b>	74,27±0,78 <sup>a</sup>	88,17±1,23 <sup>a</sup>	82,07±2,79 <sup>a</sup>	55,67±0,52 <sup>a</sup>	84,07±3,31 <sup>b</sup>

MS = Matéria Seca, PB = Proteína Bruta, EE = Extrato Etéreo, FDN = Fibra bruta e EB= Energia bruta. Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de significância (P<0,05).

**Tabela 4.** Valores totais (Total), digestibilidade aparente (DAN) e valores digestíveis (VD) de matéria seca (MS), proteína (P), fibra (F), extrato etéreo (EE) e energia (E) do farelo de arroz e quirera de arroz (base na matéria seca).

Nutriente	Farelo de arroz			Quirera		
	Total	DAN	VD	Total	DAN	VD
MS (%)	95,29	74,70	71,18	94,60	74,36	70,34
Proteína (%)	10,95	92,97	10,18	8,97	83,24	7,46
EE (%)	14,13	81,28	11,48	1,36	72,76	0,98
Fibra (%)	0,12	52,54	0,06	0,90	81,89	0,70
*Energia (Kcal kg <sup>-1</sup> )	4907,98	73,30	3597,54	4112,33	69,84	2872,05

Os coeficientes de digestibilidade aparente das dietas (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e energia bruta (EB) para o farelo de arroz e quirera de arroz encontram-se na (Tabela 3). Houve apenas diferença estatística entre os valores de CDA das dietas experimentais para energia bruta, a quirera de arroz apresentou menor valor de CDA 84,07%, quando comparados a dieta referência e a de farelo de arroz. Os demais resultados ficaram entre 72% matéria seca, 91% proteína, 86% extrato etéreo, 55% fibra e 91% energia bruta. Esses valores foram superiores aos valores encontrados por ABIMORAD et al. (2008) para o pacu *Piaractus mesopotamicus*, em que a dieta referência e a dieta com o farelo de arroz integral, obtiveram os CDA de EB de (63,55 e 65,83%, respectivamente). Em ambos resultados houve similaridade entre a dieta referência e o farelo de arroz. Este resultado pode ser explicado pelo menor valor energético da ração referência com relação à ração com farelo de arroz.

Os menores valores de coeficiente de digestibilidade observados no presente estudo é o CDA FB que está entre 55,67 a 42,59%, esses baixos valores podem ser por decorrência do efeito dos polissacarídeos não amiláceos, que tende a aumentar a viscosidade do bolo alimentar e interferir negativamente na velocidade de trânsito alimentar, diminuindo a digestibilidade (BORGHESI et al. 2009; CHOWDHURY et al. 2012). Vieira (2007), avaliando diferentes variedades de subprodutos de arroz, concluiu que a fibra alimentar presente no farelo é constituída basicamente por hemicelulose, com alta capacidade de retenção de água, e por lignina, que é considerada indigestível. Devido à ausência de padronização no processamento, a composição química do farelo de arroz pode apresentar grande variação nos resultados.

Teixeira et al. (2010), em outro estudo com farelo de arroz testado para o surubim *Pseudoplatystoma fasciatum* e pintado *Pseudoplatystoma corruscans*, encontraram valores de CDA para matéria seca de 59,67%, CDA para energia bruta de 66,41%, e na quirera de arroz, o CDA para matéria seca de 40,39% e CDA para energia bruta de 45,92%, inferiores aos encontrados no presente estudo. Esses valores baixos podem ser justificados por tratar de espécies com hábito alimentar carnívoro, que diferem dos peixes onívoros em vários aspectos, como a anatomia do trato digestório e fisiologia digestiva, habilidade e capacidade absorptiva de nutrientes, e da disponibilidade de enzimas presentes no sistema digestório. Em peixes carnívoros, a secreção da amilase se restringe apenas ao pâncreas, enquanto que a síntese da amilase em espécies onívoras ocorre no pâncreas e em toda a mucosa intestinal, no qual a maior concentração dessa enzima permite um melhor aproveitamento de carboidratos presentes em alimentos de origem vegetal (GONCALVES et al., 2013).

Guimarães (2006), trabalhando com tilápias do Nilo com 150 gramas, testou quirera de arroz, milho, sorgo e farelo de trigo, e encontrou maiores valores DAN para a

quirera de arroz (MS 96,45 e EB 95,34%) e menores para o farelo de trigo (MS 45,88 e EB 48,94%), porém o sorgo (MS 87,29 e EB 82,37%) apresentou maiores valores que o milho (MS 82,21 e EB 67,34%). Em outro experimento com tilápia do Nilo, Guimarães et al. (2008), testaram dois ingredientes farelo de arroz e farelo de trigo, o DAN determinado para os peixes alimentados com o farelo de arroz (MS 55,59 e EB 57,58%), foi similar ao CDA para o farelo de trigo (MS 45,88 e EB 48,94%). Os subprodutos de arroz aparecem como um dos ingredientes para o uso em dietas de tilápia do Nilo por causa dos seus altos valores de digestibilidade de nutrientes, quando comparados as outras fontes energéticas.

Na avaliação de diferentes fontes de amido (farelo de trigo, farelo de mandioca, milho moído e quirera de arroz) na alimentação de jundiá, foi possível notar valores intermediários de DAN digestibilidade da quirera de arroz (EB 64,08-48,05%), (MS 55,05-60,5%), esses valores foram inferiores ao presente trabalho (EB 69,84%) e (MS 74,36%). Embora as espécies possuam o mesmo hábito alimentar onívoro, o jundiá mostrou menor capacidade de digestão, para quirera de arroz com relação ao tambaqui. Essas diferenças nos resultados reforçam que apesar de possuir o mesmo hábito alimentar onívoro, as espécies possuem suas particularidades e suas próprias adaptações fisiológicas (OLIVEIRA E FRACALOSSO, 2006; GOMINHO-ROSA, 2012).

É de grande importância, ao substituir alimentos convencionais por alternativos, que seja realizada a análise química do alimento para verificar seu potencial nutricional, utilizar produtos que não tenham sazonalidade, e que sejam produzidos em grandes quantidades, de fácil processamento, armazenamento, baixo custo quando comparados aos convencionais, e que o desempenho dos animais seja semelhante ou superior aos daqueles alimentados com rações elaboradas utilizando-se ingredientes tradicionais (TORELLI et al., 2010).

Diante dos resultados com altos valores de coeficiente de digestibilidade aparente determinados e altos teores digestíveis para os nutrientes estudados, conclui-se que o tambaqui apresentou alta capacidade de digerir farelo e a quirera de arroz.

## **AGRADECIMENTOS**

*À Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe pela bolsa de estudos. Ao Programa de Estímulo a Mobilidade por auxiliar financeiramente o experimento. À Pratigi Alimentos pela doação dos ingredientes. À Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba pela doação dos juvenis de tambaqui. Ao PROMOB pelos recursos cedidos ao PROZOOTEC.*

## **REFERÊNCIAS**

**ABIMORAD, E.G.; CARNEIRO, D. J. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração proteica e da energia de alimentos para o pacu, (*Piaractus mesopotamicus*, Holmber, 1887).** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 33, n. 315, p. 1101-1109, 2004.

**ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTIS – AOAC. 32 Official Methods of Analysis.**2000.

**BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.K.; CYRINO, J.E.P. Apparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for dourado *Salminus brasiliensis*.** Aquaculture Nutrition, v.15, p.453-458, 2009.

**CARVALHO, P.L.P.F.; SILVA, R.L.; BOTELHO, R.M.; DAMASCENO, F.M.; ROCHA, M.K.H.R.; PEZZATO, L.E. Valor nutritivo da raiz e folhas da mandioca para a tilápia do Nilo.** Boletim do Instituto de Pesca, v.38, n.1, p.61 – 69, 2012.

CHO, C.Y.; SLINGER, S.J. **Apparent digestibility measurements in feedstuffs for rain bow trout.** In: HALVER, J.E. & TIEWS (Eds). *Finfish nutrition and fish feed technology*, II, v.1979, p.239-247.

CHOWDHURY, M. A. K., TACON, A.G.J., BUREAU, D.P. (2012) **Digestibility of amino acids in Indian mustard protein concentrate and Indian mustard meal compared to that of a soy protein concentrate in rain bow trout and Atlantic salmon.** *Aquaculture*, v.356, p.128–134.

FARIAS, R.H.S.A.; MORAIS, M.; SORANNA, M.R.G.S.; SALLUM, W.B. **Manual de criação de peixes em viveiros.** Brasília: Codevasf, 2013.

FURUKAWA, A.; TSUKAHARA, H. **On the acid digestion for the determination of chromic oxide as index substance in the study digestibility of fish feed.** *Bullet in of the Japanese Society of Fisheries*, v. 32, n. 6, p. 502-506, 1976.

FURUYA, W. M. **Redução do impacto ambiental por meio da ração.** In: **Palestra VII Seminário de Aves e Suínos – Aceso Regiões. III Seminário de Aqüicultura, Maricultura e Pesca.** p. 121-139. 2007.

GAO, W., LIU, Y.-J., TIAN, L.-X., MAI, K.-S., LLIANG, G.-Y., YANG, H.-J., HUAI, M.-Y. & LUO, W.-J. (2011) **Protein sparing capability of dietary lipid in herbivorous and omnivorous fresh water finfish: a comparative case study on grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*).** *Aquaculture Nutrition* v.17, p.2-12.

GLENCROSS, B. D.; BOOTH, M.; ALLAN, G.L. **A feed is only as good as its ingredients – a review of ingredient valuation strategies for aquaculture feeds.** *Aquaculture Nutrition*, v. 13, p. 17-34, 2007.

GOMINHO- ROSA, M.C. **Carboidratos em dietas para o jundiá, *Rhamdia quelen*: desempenho, digestibilidade e metabolismo.2012.** Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.

GONCALVES, L.U.; RODRIGUES, A.P.O.; MORO, G.V.; FERREIRA, E.C.; CYRINO, J.E.P. **Morfologia e Fisiologia do Sistema Digestório de Peixes.** NUTRIAQUA. FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. Aquabio. 2013.

GUIMARÃES, I.G. **Digestibilidade aparente, pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), de alimentos extrusados.** 2006, p.65 (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2006

GUIMARÃES, I.G.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; TACHIBANA, L. 2008 **Nutrient digestibility of cereal grain products and by-products in extruded diets for Nile tilapia.** Journal of the World Aquaculture Society, v.39, n.6, p.781–789.

GUTIÉRREZ, A., WALTER, F., ZALDÍVAR, R. & CONTRERAS, S. 2009. **Efecto de varios niveles de energia digestible y proteína en la dieta sobre el crecimiento de Gamitana (*Colossoma macropomum*) Cuvier 1818.** Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, v.20, n.178186.

HARDY, R.W. (2010) **Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal.** Responsible Marine Aquaculture, v. 41, p. 770–776.

HISANO, H., PORTZ, L. **Redução de custos de rações para tilápia: A importância da proteína.** Bahia Agrícola, v.8, n.1, p. 42-45. 2007

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE, 2006. **Levantamento sistemático da produção agrícola.** Acesso em: 265 fev. 2017. 64p. Online. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>.

JACOMETO, C.B.; BARRERO, N.M.L.; RODRIGUEZ-RODRIGUEZ, M.P.; GOMES, P.C.; POVH, J.A.; STREIT JUNIOR, D.P.; VARGAS, L.; RESENDE, E.K.; RIBEIRO, R.P. **Variabilidade genética em tambaquis (Teleostei: Characidae) de diferentes regiões do Brasil.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.45, n.5, p.481-487,2010.

KUBITZA, F.; CAMPOS, J.L.; ONO, E.; ISTCHUK, P.I. **Panorama da Piscicultura no Brasil: estatísticas, espécies, polos de produção e fatores limitantes a expansão da atividade.** Panorama da Aquicultura, v. 22, p. 14-25, 2012.

LACERDA, D.B.C.L.; JÚNIOR, M.S.S.; BASSINELLOP.Z.; CASTRO, M.V.L.; SILVALOBO, V.L. et al. **Qualidade de farelo de arroz cru, extrusado e parboilizado.** Pesquisa Agropecuária Tropical. v. 40, n. 4, p. 521-530. 2010.

LEMOS, M. V. A.; GUIMARÃES, I. G.; MIRANDA, E. C. **Farelo de coco em dietas para o tambaqui (*Colossoma macropomum*).** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. v.12, n.1, p.188-198, 2011.

NAVES, M. M. V. **Características químicas e nutricionais do arroz.** B v. 25, n. 1, p. 51-60. 2007.

NRC - NUTRIENT RESEARCH COUNCIL, 2011. **Nutrient requirements of fish and shrimp.** The National Academies Press, Washington, D.C., 2011, 204p.

OISHI, L.C. NWANNA, M. PEREIRA FILHO **Optimum dietary protein requirement for Amazonian tambaqui. *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, fed fish meal free diets.** Acta Amazônica, v. 40, p. 757-762,2010.

OLIVEIRA, F.P.R.C., FRACALOSSO, D.M., **Coefficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.4, p.1581-1587, 2006.

RODRIGUES, A. P. 2014. **Nutrição e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. Boletim do Instituto de Pesca, v.40, n.1, p.135-145.

SANT'ANA DE FARIA, R. H.; MORAIS, M.; SORANNA, M. R. G. S.; SALLUM, W. B. **Manual de criação de peixes em viveiro**. Codevasf, 2013.

SANTOS, A.B.; STONE, LF.; VIEIRA, N.R.A. **A cultura do arroz no Brasil**. 2. Ed. Santo Antônio da Goiás: Embrapa Arroz e Feijão,2006.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos** 3.UFV, p. 235, 2002.

SILVA, M. A.; SANCHES, C.; AMANTE, E. R. **Prevention of hydrolytic rancidity in rice bran**, Journal of Food Engineering, v.75, p. 487-491, 2006.

TEIXERA, E.A.; SALIBA, E.O.S.; EULER, A.C.C.; FARIA, P.M.C.; CREPALDI, D.V.; RIBEIRO, L.P. **Coefficientes de digestibilidade aparente de alimentos energéticos para juvenis de surubim**. Revista Brasileira de Zootecnia. v.39, n.6, p.1180-1185, 2010.

TORELLI, J.E.R.; OLIVEIRA, E.G.; HIPÓLITO, M.L.F.; RIBEIRO, L.L. **Uso de resíduos agroindustriais na alimentação de peixes em sistema de policultivo**. Revista Brasileira de Engenharia de Pesca, v.5, n. 3, p. 1-15, 2010.

VIEIRA, A.R.; RABELLO, C.B.; MOHAUPT, M.C.; LUDKE, M.; DUTRA JÚNIOR. W.M et al. **Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte**. Revista Acta Scientiae Animal Science Maringá, v. 29, n. 3, p. 267275, 2007.

## 4. ANEXOS

### 4.1. Normas para publicação na Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal – RBSPA

**Tipos e estrutura de artigos para publicação:** devem ser divididos nas seguintes seções: título, título em inglês, autoria, resumo, palavras-chave, summary, keywords, introdução, material e métodos, resultados e discussão, agradecimentos (opcional) e referências; 2). Os títulos de cada seção devem ser digitados em negrito, justificados à esquerda e em letra maiúscula.

**Título:** Em português (negrito) e em inglês (itálico), digitados somente com a primeira letra da sentença em maiúscula e centralizados. Devem ser concisos e indicar o conteúdo do trabalho. Evitar termos não significativos como “estudo”, “exame”, “análise”, “efeito”, “influência”, “avaliação” etc. Não ultrapassar 20 termos.

**Autores:** A nomeação dos autores deve vir logo abaixo do título em inglês. Digitar o último sobrenome em maiúsculo, seguido pelos pré-nomes (com apenas a primeira letra maiúscula) também por extenso e completo, separados por vírgula e centralizados (Ex.: OLIVEIRA, João Marques de). A cada autor deverá ser atribuído um número arábico sobrescrito ao final do sobrenome, que servirá para identificar as informações referentes a ele. Logo abaixo dos nomes dos autores, deverá vir justificada a esquerda e em ordem crescente a numeração correspondente, seguida pela afiliação do autor: Instituição; Unidade; Departamento; Cidade; Estado e País. Deve estar indicado o autor para correspondência com o respectivo endereço eletrônico.

**Resumo e Summary:** Devem conter entre 200 e 250 palavras cada um, em um só parágrafo. Não repetir o título. Cada frase deve ser uma informação e não apresentar citações. Deve se iniciar pelos objetivos, breve metodologia, apresentar os resultados

seguidos pelas conclusões. Toda e qualquer sigla deve vir precedida da explicação por extenso. Ao submeter artigos em outra língua, deve constar o resumo em português.

**Palavras-chave e keywords:** Entre três e cinco, devem vir em ordem alfabética, separadas por vírgulas, sem ponto final, com informações que permitam a compreensão e a indexação do trabalho. Não são aceitas palavras-chave que já constem do título.

**Introdução:** Deve conter no máximo 2.500 caracteres com espaços. Explicação de forma clara e objetiva do problema investigado, sua pertinência, relevância e, ao final, os objetivos com a realização do trabalho.

**Material e Métodos:** Não são aceitos subtítulos. Devem apresentar sequência lógica da descrição do local, do período de realização da pesquisa, dos tratamentos, dos materiais e das técnicas utilizadas, bem como da estatística utilizada na análise dos dados. Técnicas e procedimentos de rotina devem ser apenas referenciados. Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente deve apresentar parecer de aprovação pelo Comitê de Ética e Biossegurança da instituição.

**Resultados e Discussão:** Os resultados podem ser apresentados como um elemento do texto ou juntamente com a discussão, em texto corrido ou mediante ilustrações. Interpretar os resultados no trabalho de forma consistente e evitar comparações desnecessárias. Comparações, quando pertinentes, devem ser discutidas e feitas de forma a facilitar a compreensão do leitor. As conclusões são obrigatórias, devem ser apresentadas ao final da discussão e não como item independente. Não devem ser repetição dos resultados e devem responder aos objetivos expressos no artigo.

**Desenvolvimento (exclusivo para artigos de revisão):** Deve ser escrita de forma crítica, apresentando a evolução do conhecimento, as lacunas existentes e o estado atual da arte com base no referencial teórico disponível na literatura consultada.

**Agradecimentos:** Devem ser escritos em itálico e o uso é opcional.

**Referências:** Devem ser relacionadas em ordem alfabética pelo sobrenome e contemplar todas aquelas citadas no texto. Menciona-se o último sobrenome em maiúsculo, seguido de vírgula e as iniciais abreviadas por pontos, sem espaços. Os autores devem ser separados por ponto e vírgula. Digitá-las em espaço simples, com alinhamento justificado a esquerda. As referências devem ser separadas entre si (a separação deve seguir o caminho parágrafo/espaçamento e selecione: depois seis pontos). O recurso tipográfico utilizado para destacar o elemento título será negrito e, para os nomes científicos, itálico. São adotadas as normas ABNTNBR-6023 - agosto de 2002. No mínimo 70% das referências devem ser de artigos publicados nos últimos dez anos. Não serão permitidas referências de livros, anais, internet, teses, dissertações, monografias, exceto que seja justificada a sua inserção no artigo e desde que não exceda 30% do total.