

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DA FRAÇÃO PROTEICA DE DIETAS
EXTRUSADAS PARA JUVENIS DE TAMBACUI (*Colossoma macropomum*)
E DE PACU (*Piaractus mesopotamicus*)**

Discente: Caio Alexandre Silvério

Orientador: Prof. Dr. Dalton José Carneiro

Coorientador: Msc. Magdiel Santos Oliveira

JABOTICABAL – SP

2022

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

Digestibilidade aparente da fração proteica de dietas extrusadas para juvenis de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e de pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

Caio Alexandre Silvério

Orientador: Prof. Dr. Danton José Carneiro
Coorientador: Msc. Magdiel Santos Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal,
como parte das exigências para graduação em
Zootecnia.

Jaboticabal – SP
2º Semestre/2022

S587d

Silvério, Caio Alexandre

Digestibilidade aparente da fração proteica de dietas extrusadas para juvenis de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) / Caio Alexandre Silvério. -- Jaboticabal, 2022

45 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Dalton José Carneiro

Coorientador: Magdiel Santos Oliveira

1. Nutrição. 2. Digestível. 3. Peixes nativos. 4. Tambaqui. 5. Pacu. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL



DEPARTAMENTO: Zootecnia

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DIGESTIBILIDADE APARENTE DA FRAÇÃO PROTEICA DE DIETAS
TÍTULO: EXTRUSADAS PARA JUVENIS DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)
E DE PACU (*Piaractus mesopotamicus*)

ACADÊMICO: CAIO ALEXANDRE SILVÉRIO

CURSO: ZOOTECNIA

ORIENTADOR (ES): DALTON JOSÉ CARNEIRO

Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA:

	(Nomes)	(Assinaturas)
Presidente	DALTON JOSÉ CARNEIRO	
Membro	ANDRESSA TELLECHEA RODRIGUES	
Membro	DAIANE VANEI	

Jaboticabal 22 / 11 / 22

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 24 / 11 / 22

Chefe do Departamento

Prof. Dr. EDNEY PEREIRA DA SILVA
Chefe do Departamento de Zootecnia
Matrícula Nº 422823-6

Dedicatória

Dedico este trabalho as
pessoas que estiveram comigo
durante a minha caminhada,
sempre dando suporte e carinho
para atingir os meus objetivos e
conquistas.

Agradecimentos

Foram anos de muita persistência, aprendizados e lições que obtive dentro do campus de Jaboticabal. Meus agradecimentos não serão capazes de abranger todos que participaram desta caminhada e a conclusão dessa etapa da minha vida. Assim, deixo apenas algumas palavras, poucas, mas com profundo sentimento de reconhecimento e gratidão.

À Deus, por permitir chegar aonde estou hoje. Agradeço sempre à Deus por me proporcionar saúde para levantar a cada dia com força e Fé, sendo essencial para conseguir superar os obstáculos na minha jornada. Nas horas de incerteza e aflição, ele me ajudou a achar o caminho certo e a limpar a mente dos pensamentos ruins. Gratidão!

Eterna gratidão à minha família que esteve em todos os meus dias durante o curso de graduação, dando apoio e carinho nos momentos que mais precisei. Especialmente, à minha mãe, que em suas demonstrações de afeto, era capaz de me acalmar e ensinar a importância de um abraço, e que o mesmo poderia mudar o meu dia. Ao meu pai e as suas palavras compartilhadas sobre experiências e por sempre me auxiliar nos obstáculos do dia a dia. Agradeço também ao meu irmão pelos momentos de alegria e conversas de desabafo, sempre melhorando meu humor e agradeço a minha namorada Isabella por ser minha companheira, me ajudando sempre com suas palavras de carinho e amor.

Ao Prof. Dr. Dalton José Carneiro pela orientação, apoio, auxílio, confiança e disponibilidade nesta pesquisa. E agradeço especialmente pela oportunidade de estagiar no Laboratório de Alimentação e Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA), aonde adquiri muitos conhecimentos, experiência acadêmica, profissional e pessoal.

Ao Centro de Aquicultura da UNESP (CAUNESP) e a Universidade Estadual Paulista (UNESP) “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal/SP, pela oportunidade, acolhimento e suporte para a realização do presente trabalho.

A todos os meus colegas de Laboratório, deixo a minha eterna gratidão. Em especial ao Magdiel Oliveira por me incentivar no meu experimento e me auxiliar em todos os aspectos da minha pesquisa, ao Denis Johansen por sempre ser paciente nas minhas dúvidas, conversas e momentos de descontração e a Andressa Tellechea por sempre ser prestativa quando necessitei e precisei de orientação. E aos demais integrantes desta equipe que me ajudaram de alguma forma, principalmente ao Jesaías, Laura, Marcelo, Jéssica, Naiara e Camila. Muito obrigado!

Aos funcionários do Centro de Aquicultura da Unesp (CAUNESP), principalmente aos senhores Valdecir, Márcio, Luís e Silvinha pelo auxílio em atividades relacionadas a este trabalho. Aos meus amigos de graduação que sempre estiveram nos momentos de estudo, angústias e alegrias. Fico grato à Unesp, pois fiz amigos de verdade que vou carregar sempre comigo. Ao José Sonogo, Davi Carvalho e Breno Martins, eu deixo minha eterna gratidão pelas nossas experiências e pelas melhores lembranças desse período de graduação.

A todos meus companheiros da ZOO 015, pois tenho certeza que dividimos muitos momentos bons e pude ter muitos aprendizados.

A todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para a concretização deste trabalho. Por fim, agradeço a todos, que de alguma forma me auxiliaram e me incentivaram durante a graduação. Muito obrigado!

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	09
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 Panorama da aquicultura mundial e brasileira.....	10
2.2 Espécies nativas: Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>) e Pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>).....	11
2.3 Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína na alimentação de peixes na.....	13
3.OBJETIVOS.....	13
4.MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.1 Dietas experimentais.....	14
4.2 Material biológico e condições experimentais (Experimentos I e II).....	18
4.2.1 Parâmetros físico-químicos da água (Experimentos I e II).....	18
4.2.2 Experimento I – Determinação dos Coeficientes de digestibilidade aparente da fração proteica (CDA-PB) em dietas para tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>).....	18
4.2.3 Experimento II – Determinação dos Coeficientes de digestibilidade aparente da fração proteica (CDA-PB) em dietas para o pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>).....	18
4.2.4 Coleta das amostras de fezes (Experimentos I e II).....	19
4.3 Análise de proteína das dietas e das amostras de fezes.....	20
4.4 Determinação dos coeficientes de digestibilidade da proteína (CDA-PB).....	20
4.5 Análise estatística (Experimentos I e II).....	21
5.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5.1 Experimento I - Coeficientes de digestibilidade aparente para o tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>).....	21
5.2 Experimento II - Coeficientes de digestibilidade aparente da fração proteica das dietas experimentais para o pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>).....	25
6.CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Formulação das dietas experimentais.....	16
Tabela 2: Composição centesimal analisada das dietas experimentais.....	17
Tabela 3: Análise de variância e médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta em dietas extrusadas contendo níveis de proteína bruta e proporções de proteína de origem animal para os juvenis de tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>).....	22
Tabela 4: Valores médios de digestibilidade aparente da proteína bruta dos juvenis de tambaqui para o efeito de interação entre PB e POA.....	23
Tabela 5: Análise de variância e médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta em dietas extrusadas contendo níveis de proteína bruta e proporções de proteína de origem animal para os juvenis de pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>).....	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ilustração esquemática do experimento. PB: proteína bruta; POA: proteína de origem animal.....	14
Figura 2: Coletores tipo Guelph modificado.....	19
Figura 3: Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA-PB) para os juvenis de tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>) e juvenis de pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>) alimentados com dietas extrusadas contendo níveis de proteína bruta e proporções de proteína de origem animal.....	29

1. INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas (ONU) estima que a população mundial tem perspectiva de crescimento de 9,7 bilhões de habitantes até o ano de 2050, este crescimento populacional traz consigo um ponto crucial para a cadeia alimentícia, onde precisará atender a demanda de alimentos, inclusive a produção de proteína animal, fonte nutricional de extrema importância para a população.

Desta forma, com o intuito de buscar alternativas viáveis para solucionar esta problemática, a piscicultura é pontuada como uma alternativa cabível e aplicável para elucidar esse entrave, visto que, a piscicultura brasileira é considerada umas das mais promissoras devido os recursos hídricos que o país possui, grande variedade de espécies, o que possibilita o poder de escolha ao consumidor e uma vasta variedade de pescado para atender as necessidades da população (XIMENES, 2021). Contudo, os produtores enfrentam alguns desafios, como a obtenção de dietas adequadas, e consequentemente a formulação de rações para suprir essas necessidades nutricionais das diferentes espécies que existem na hidrografia brasileira, bem como o conhecimento da digestibilidade desses animais.

Segundo Costa e Sabbag (2016), os gastos com a alimentação animal podem representar até 70% do custo total de produção, em função das matérias primas utilizadas no seu processamento. Logo, conhecer o potencial zootécnico das espécies, atrelado com a utilização de ingredientes de qualidade e altos níveis de digestibilidade pelos os animais, podem ser estratégias que possibilitem um maior aproveitamento dos nutrientes e maiores retornos ao produtor.

Diferentemente da tilápia do Nilo, que possui um pacote nutricional estruturado, os peixes nativos como tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) não possuem rações comerciais específicas para a espécie, uma vez que o mercado de rações oferece dietas de acordo com o hábito alimentar (onívoro ou carnívoro), podendo ocasionar quadros de deficiência nutricional e estresse metabólico nos animais, prejudicando seu crescimento e um desenvolvimento saudável (GIMBO, 2015).

Um dos fatores cruciais para o sucesso da aquicultura é uma dieta balanceada, sendo a proteína o ingrediente mais importante e de maior custo econômico na produção (SENA, 2012). A proteína é o macro nutriente primordial na alimentação e um dos mais importantes, fazendo-se necessário compreender se o animal está aproveitando os alimentos, evitando perdas pelas suas vias metabólicas (FERREIRA et al., 2013). Se a proteína está ajustada adequadamente na dieta, poderá promover um maior ganho de peso e melhor conversão

alimentar. Além disso, é o principal constituinte dos tecidos estruturais e de proteção como ossos, inclusive de órgãos e músculos (NRC, 2011; LALL; ANDERSON, 2005; KOJIMA, 2016).

Dietas não balanceadas adequadamente, com excesso ou falta de nutrientes, prejudicarão crescimento, ganho de peso, metabolismo dos animais e eficiência alimentar (LIMA et al., 2015). Quando o valor da proteína na dieta é maior do que a exigência proteica do animal, ocorre o aumento de excreção de nitrogênio e amônia, que são liberados no ambiente e causam poluição na água (MCGOOGAN e GATLIN III, 1999).

Estudos sobre a digestibilidade são fundamentais e de grande importância para que a piscicultura brasileira tenha maior êxito na eficiência alimentar e produtividade (TEIXEIRA et al. 2010). Desta forma, com o crescente aumento na produção das espécies nativas e todas com suas particularidades na exigência nutricional, torna-se imprescindível o conhecimento de níveis ideais de proteína digestível das dietas balanceadas, tornando-se chave do sucesso para o desenvolvimento de uma atividade lucrativa (ONO e KUBITZA, 2003; BOARATTI, 2018; KUNIYOSHI et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2020).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Panorama da aquicultura mundial e brasileira

O setor pesqueiro em âmbito mundial apresenta crescente produção nas últimas décadas, onde no ano de 2020 a indústria da pesca global conseguiu atingir 214 milhões de toneladas, um recorde histórico (FAO, 2022). Esse crescimento expressivo é reflexo do investimento em novas tecnologias e do crescimento em estudos sobre as espécies produzidas. A utilização dos pescados também mudou durante esses anos, na década de 60 uma boa parte era destinado para produção de farinhas e óleo de peixe, atualmente, a grande demanda de pescados é destinada ao consumo humano, com aproximadamente 20,2 kg per capita (FAO, 2022).

O Brasil é considerado um dos países mais promissores para o desenvolvimento da piscicultura, devido sua grande expansão hídrica, ocupando a 13ª posição no ranking mundial de produção de peixes e a 8ª na produção de peixes de água doce (FAO, 2022). Apesar do momento vivenciado devido a pandemia do Covid-19, a piscicultura obteve um crescimento de 4,7% em relação a 2020, totalizando 841 mil toneladas de peixes produzidos, no qual a tilápia do Nilo e os peixes nativos (*Colossoma macropomum* e *Piaractus mesopotamicus*) foram as espécies que mais se destacaram com 534 e 262.370 mil toneladas (PEIXE, BR,

2022). Os peixes nativos representam 31,2% no mercado de pescados brasileiros, evidenciando o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) que possuem maior demanda de mercado (PEIXEBR, 2022).

2.2 Espécies nativas: Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) tem grande destaque na produção nacional, sendo a espécie nativa mais produzida devido as suas características adaptativas que facilitam a sua produção, como por exemplo, um rápido crescimento, que se deve a sua conversão alimentar eficaz e aceitação de alimentos artificiais (PEIXEBR, 2022).

A frequência alimentar adequada é o fator chave para uma melhor conversão alimentar, ganho de peso e composição corporal dos animais (OLIVEIRA, 2018). Porém, existem poucas rações específicas para essas espécies, somente dietas formuladas de acordo com o hábito alimentar do peixe (carnívoro ou onívoro), acarretando na utilização de dietas que podem conter quantidade de nutrientes abaixo ou acima do exigido e não suprir as exigências nutricionais de algumas espécies (BICUDO et al., 2012; SANTOS et al., 2013; GIMBO, 2015).

Alguns estudos que avaliaram a privação alimentar com diferentes níveis de proteínas na dieta do tambaqui (*Colossoma macropomum*) tiveram resultados satisfatórios. Dietas com 32 e 36% de proteína bruta demonstraram uma melhor eficiência proteica, sendo a dieta com 32% de proteína bruta, a dieta com melhor aproveitamento proteico e um menor consumo (SANTOS et al., 2010).

Para uma produção com melhor desempenho do tambaqui vários estudos veem sendo desenvolvidos com o intuito de aumentar a produtividade, como por exemplo, a privação alimentar (SANTOS et al., 2010), uso de enzimas exógenas (NUNES et al., 2006), servem de exemplos tecnológicos visando a diminuição dos custos da produção.

O pacu (*Piaractus mesopotamicus*) por sua vez, também se destaca nos sistemas de produção por apresentar crescimento acelerado, rusticidade, adaptação a alimentação artificial e carne saborosa (MACIEL et al., 2021), devido ao seu hábito alimentar frugívoro, praticamente onívoro, consegue se adaptar à alimentação artificial e com isso sua adaptação a diferentes sistemas de criação se torna mais acessível (FERNANDES et al., 2000; ABIMORAD e CARNEIRO, 2004; ABIMORAD e CARNEIRO, 2007; ABIMORAD et al., 2010; FIOD et al., 2010; KHAN et al., 2020). Silva (1985) estudando os aspetos alimentares

do pacu na natureza, observou que em seu estômago havia restos de alimentos como folhas, ocasionalmente esqueletos de peixes, crustáceos e moluscos. Devido essa alimentação heterogênea, vários estudos veem sendo realizados com o intuito de formular melhores dietas, atender as exigências nutricionais e aumentar sua produtividade.

A formulação de dietas que atendam às exigências nutricionais das espécies nativas são o principal desafio para os produtores, logo com o alto número de peixes com aptidão para a produção se faz necessário realizar pesquisas e estudos a fim de buscar alternativas e novas tecnologias para melhorar a nutrição desses animais (BITTENCOURT et al., 2010).

A formulação de rações para peixes passa pela seleção de ingredientes onde a proteína é o nutriente mais caro sendo essencial no desenvolvimento dos animais, pois auxilia no seu crescimento, metabolismo e manutenção (LEE et al., 2003; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2011; MA et al., 2019). Entretanto, se uma dieta for excessiva no nível de proteína, essa será catabolizada e convertida em energia pelo fígado, isso aumenta o índice de gordura visceral, crescendo a excreção de nitrogênio e amônia no meio ambiente, acarretando em poluição fluvial (MCGOOGAN e GATLIN III, 1999).

O custo com alimentação é um aspecto discutido amplamente, pois estima-se que equivale até 70% da produção, logo o uso de nutrientes adequados na quantidade correta é de extrema relevância para otimização de gastos (RIBEIRO et al., 2010). Como a criação de peixes é, em sua maioria, em sistemas semi-intensivos ou intensivos é necessário um amplo conhecimento sobre nutrição e seus nutrientes como proteína, lipídios, carboidratos, vitaminas e minerais (TACON, 1989).

Os fatores que mais contribuem para o sucesso da criação é ter uma ração nutricionalmente balanceada, com a quantidade de proteína adequada, as exigências nutricionais são atendidas e resultam em um maior crescimento e índice de lucratividade na produção desses animais (EITS et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2021).

2.3 Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína na alimentação de peixes nativos

O conceito de digestibilidade é o método de avaliar a qualidade nutricional dos alimentos e se as dietas oferecidas aos animais são eficientes. Essa avaliação é feita através da quantidade da fração dos nutrientes ou da energia incorporada do alimento que não é excretada nas fezes (CHOUBERT et al., 1979; NRC, 1993; DE SILVA e ANDERSON, 1998).

Existem fatores que podem influenciar a digestibilidade do alimento, como por exemplo, quando um animal possui um trato digestivo maior, afetando o tempo de transição desse alimento. As enzimas digestivas que atuam diretamente na dieta ingerida podem influenciar na digestão dessas espécies, além das enzimas digestivas que atuam no trato digestório. Alguns fatores secundários podem interferir nos animais como, condições fisiológicas, temperatura da água, espécie e taxa de arraçoamento (HEPHER, 1988).

As espécies nativas possuem diferentes níveis de exigência nutricional, com isso subentende-se que para a formulação de dietas é necessário o conhecimento da digestibilidade da alimentação que será fornecida. Com esses dados é possível saber o real aproveitamento dos nutrientes que o animal está absorvendo. Logo, um adequado balanceamento desses nutrientes pode ajudar a suprir as necessidades nutricionais do animal e evitar desperdícios ao produtor (GONÇAVES e CARNEIRO, 2003).

Estudos testando coeficientes de digestibilidade na fração proteica, também mostraram resultados satisfatórios. Abimorad e Carneiro (2004) observaram a partir de experimentos que entre os alimentos proteicos de origem animal, a farinha de carne e ossos e a farinha de peixe, obtiveram as melhores médias de digestibilidade e energia, sendo 88,60; 83,98% e 88,40; 78,14% respectivamente

3. OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo comparar o hábito alimentar digestivo da fração proteica para juvenis de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com dietas extrusadas contendo diferentes níveis de proteína e de proporções de proteína de origem animal.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA), do Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista (UNESP) “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal, São Paulo, Brasil. Esta pesquisa foi conduzida de acordo com as normas do conselho nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) dessa universidade, protocolo nº 003472/20.

O estudo seguiu um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com dez tratamentos em esquema fatorial 5 x 2 constituído por cinco níveis de proteína bruta na dieta (20, 24, 28, 32 e 36% PB) e duas proporções de proteínas de origem animal (25 e 50% POA), com três repetições (Figura 1).

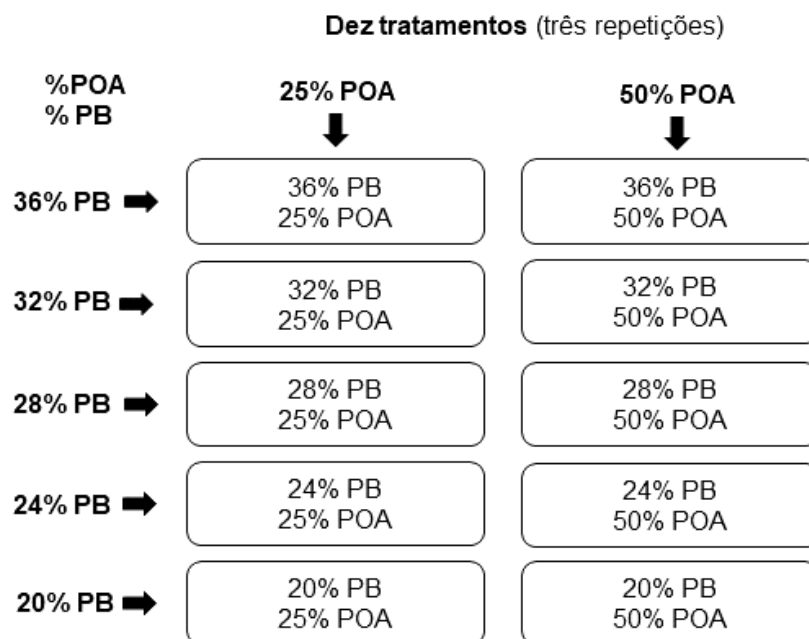


Figura 1: Ilustração esquemática do experimento. PB: proteína bruta; POA: proteína de origem animal.

4.1 Dietas experimentais

As análises dos ingredientes foram realizadas no Laboratório de Nutrição de organismos aquáticos do Centro de Aquicultura da UNESP e no Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Ciências Agrárias Veterinárias UNESP, Campus Jaboticabal SP. Com base nas análises bromatológicas, foram formuladas dez dietas isoenergéticas com aproximadamente 4000 Kcal/Kg⁻¹ de energia bruta, contendo cinco diferentes níveis de

proteína bruta (20, 24, 28, 32, 36% PB) e duas proporções de proteínas de origem animal (25 e 50% POA) incluindo 0,1% de marcador inerte de óxido de cromo (Cr_2O_3) (Tabela 1).

Todos os processamentos das dietas experimentais foram realizados no Laboratório de processamentos de dietas do CAUNESP, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP - Campus Jaboticabal. Os ingredientes foram pesados e passaram por um processo de moagem com peneira de malha de 0,5 mm de diâmetro para seu afinamento. Em seguida, as dietas experimentais foram extrusadas em extrusora de eixo único (Ex Micro Model, Extec) e posteriormente secas em estufa de recirculação de ar em 55°C. Foram realizadas as análises da composição bromatológica e energia das dietas experimentais (Tabela 2) na empresa CBO Análises Laboratoriais, no Laboratório de Nutrição Animal (LANOA) da UNESP/FCAV, no Laboratório de Nutrição Animal do CENA/USP e no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos do Centro de Aquicultura da UNESP, Campus de Jaboticabal, SP, para confirmação dos dados calculados.

Tabela 1 – Formulação das dietas experimentais.

Ingredientes ($g\ kg^{-1}$)	Dietas com 25% POA					Dietas com 50% POA				
	20 PB	24 PB	28 PB	32 PB	36 PB	20 PB	24 PB	28 PB	32 PB	36 PB
Farinha de peixe	24,4	32,2	38,2	43,6	49,1	53,6	64,5	76,4	87,3	98,2
Farinha de vísceras	39,6	48,6	57,3	65,5	73,7	78,9	102,2	114,6	130,9	147,3
Farinha de penas	13,8	15,9	19,1	21,8	24,6	24,5	31,7	38,2	43,6	49,1
Farelo de soja	147,7	247,3	341,8	431,3	520,4	35,7	99,9	171,5	235,5	297,6
Milho (grão)	172,1	142,8	118,5	93,1	67,0	174,7	159,9	139,2	117,3	97,3
Farelo de trigo	150,0	142,8	118,5	93,1	67,0	184,0	159,9	139,2	117,3	97,3
Farelo de arroz	216,2	142,8	118,5	93,1	67,0	190,5	159,9	139,2	117,3	97,3
Quirera de arroz	150,0	142,8	118,5	93,1	67,0	187,0	159,9	139,2	117,3	97,3
Óleo de soja	34,4	37,4	28,7	27,0	28,1	31,2	27,0	15,0	10,0	0,0
Calcário calcítico	9,7	9,7	8,1	6,5	5,0	6,4	6,5	4,5	2,4	0,0
Fosfato bicálcico	20,0	20,0	19,0	18,3	17,5	12,8	12,0	9,5	7,6	5,3
DL-Metionina	1,7	1,0	0,3	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
L-Lisina HCL	6,7	3,2	0,0	0,0	0,0	6,5	3,0	0,0	0,0	0,0
Antioxidante (BHT)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Antifúngico (<i>Phylax</i> ®)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Suplemento Vit. e Min.	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Sal	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Total	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

POA – Proteína de Origem Animal; PB – Proteína Bruta.

Tabela 2 – Composição centesimal analisada das dietas experimentais.

<i>Composição Centesimal (g kg⁻¹)</i>	Dietas com 25% POA					Dietas com 50% POA				
	20 PB	24 PB	28 PB	32 PB	36 PB	20 PB	24 PB	28 PB	32 PB	36 PB
Matéria seca¹	945,6	943,2	949,3	906,2	896,0	970,4	923,8	940,5	934,5	933,3
Proteína bruta¹	195,0	237,6	283,2	326,5	368,1	196,2	239,1	287,3	314,7	358,8
Extrato etéreo¹	102,0	96,1	85,8	81,8	80,4	104,2	99,9	88,3	83,4	74,0
Fibra Bruta ²	57,6	56,1	55,4	54,1	52,6	56,4	53,9	53,0	51,4	50,2
Matéria mineral¹	92,9	96,6	94,8	93,6	99,4	96,0	99,9	103,5	110,0	111,0
Extrato não nitrogenado¹	498,1	457,3	430,1	350,2	305,9	517,0	431,0	408,4	375,0	339,3
Energia bruta (kcal. kg⁻¹)¹	4040	4045	4009	4013	4032	4100	4094	4058	4061	4040

¹Composição analisada; ²Composição Calculada. ENN = MS – (PB+EE+FB+MM). POA – Proteína de Origem Animal. PB – Proteína Bruta.

4.2 Material biológico e condições experimentais (Experimento I e II)

4.2.1 Parâmetros físico-químicos da água (Experimento I e II)

Os parâmetros físico-químicos, (temperatura e oxigênio dissolvido na água) dos dois ensaios experimentais foram monitorados semanalmente, utilizando o medidor de oxigênio YSI 550A.

A temperatura e oxigênio dissolvido durante o experimento I tiveram médias de $30,15 \pm 0,10$ °C e $5,12 \pm 0,10$ mg/L. No experimento II médias foram de $31,15 \pm 0,10$ °C e $5,16 \pm 0,10$ mg/L. Para manter a qualidade de água, as unidades experimentais, em ambos experimentos, foram sempre sifonadas e limpas para a retirada de resíduos de ração e fezes.

4.2.2 Experimento I – Determinação dos Coeficiente de digestibilidade aparente da fração proteica (CDA-PB) em dietas para tambaqui (*Colossoma macropomum*)

O experimento foi conduzido em Estufa Experimental do LANOA utilizando 360 juvenis de tambaquis com peso médio de $120 \pm 8,70$ (12 peixes/unidade experimental), distribuídos em 30 tanques de fibra de vidro com volume útil de 430L, em um sistema de fluxo contínuo de água de poço artesiano e aeração constante.

As dietas experimentais foram fornecidas três vezes ao dia, às 8h00min, 12h00m, 17h00min até a saciedade aparente dos peixes, durante um período experimental de 15 dias.

4.2.3 Experimento II – Determinação dos Coeficiente de digestibilidade aparente da fração proteica (CDA-PB) em dietas o pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

Para o experimento II, foram utilizados 360 juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) com peso médio de $120 \pm 9,85$ gramas (12 peixes/unidade experimental), distribuídos em um sistema com 30 tanques de fibra de vidro com volume útil de 430L, em um sistema de fluxo contínuo de água de poço artesiano e aeração constante.

As dietas experimentais durante 15 dias foram oferecidas três vezes ao dia, às 8h00min, 12h00m, 17h00min até a saciedade aparente dos peixes.

4.2.4 Coleta das amostras de fezes (Experimentos I e II)

Para determinar os coeficientes de digestibilidade das dietas dos dois ensaios experimentais, realizou-se as coletas das fezes. Para isso, foram utilizando coletores de fibra de vidro com aproximadamente 80L de capacidade, construídos conforme Sistema de Ghelph modificado (ABIMORAD e CARNEIRO, 2004) e equipados com sistema de circulação contínua de água.

Nos dois ensaios os animais passaram por um período de alimentação de sete dias para a adaptação as dietas experimentais contendo oxido de crômio. No oitavo dia após a última alimentação, os peixes foram transferidos para os coletores. Tubos do tipo Falcon foram acoplados aos coletores armazenando o material fecal decantado (Fig. 2), em cada 30 minutos as amostras eram retiradas para evitar a lixiviação dos nutrientes. As amostras de fezes dos juvenis de tambaqui e pacu foram centrifugadas durante 5 minutos a 3000 rpm em centrífuga Spinlab (modelo SL-5M), o sobrenadante era descartado e as fezes armazenadas em freezer (-20°C) para posterior liofilização e análise.



Figura 2 – Coletores tipo Guelph modificado

4.3 Análise de proteína das dietas e das amostras de fezes

Finalizado o período de coletas, as amostras de fezes foram liofilizadas e moídas para análise de proteína bruta pelo método de Kjeldahl. Esse método é composto por três etapas, inicialmente utilizou-se um catalizador para acelerar a etapa de digestão, posteriormente foi adicionado às amostras de fezes e dietas o ácido sulfúrico concentrado e encaminhadas para bloco digestor.

Em seguida realizou a destilação do material, onde ocorre a liberação de nitrogênio, que será recolhida em solução de ácido bórico. Posteriormente foi efetuado a titulação com ácido clorídrico padronizado para a quantificação de nitrogênio das amostras (MELO, 2005).

4.4 Determinação dos coeficientes de digestibilidade da proteína (CDA-PB)

As concentrações de óxido de crômio III das fezes e das dietas foram determinadas por digestão nitro-perclórica, conforme a metodologia descrita por Furukawa e Tsukahara (1966). As amostras foram homogeneizadas e pesadas entre 0,05g a 0,100g contendo o óxido de crômio. Após a pesagem, as amostras são transferidas para tubos de vidro de 100 ml, com adição 5 ml de ácido nítrico concentrado. Após esse processo, os frascos foram colocados no bloco digestor, onde é aquecido até 250 °C e a fumaça desaparecer.

Posteriormente, foi adicionado 3 ml de ácido perclórico às amostras e reaquecidas até 250°C. Após o resfriamento das amostras, foi adicionado 50 ml de água destilada, sendo então transferidas para um balão volumétrico de 100 ml. A mistura foi deixada em repouso por alguns minutos para precipitar o material inorgânico. Posteriormente, foi realizada a leitura das amostras em espectrofotômetro com densidade ótica de 350 µm contra a água destilada.

A partir dos resultados das análises de proteína bruta e digestão nitro-perclórica das dietas experimentais e fezes, os coeficientes de digestibilidade aparente da fração proteica (CDA-PB) foram calculados conforme proposto por Nose (1966):

$$CDA = 100 - 100 \times \left(\frac{\% \text{ indicador na dieta}}{\% \text{ indicador nas fezes}} \right) \times \left(\frac{\% \text{ nutrientes ou energia fezes}}{\% \text{ nutrientes ou energia dieta}} \right)$$

4.5 Análises estatísticas (Experimento I e II)

As análises dos resultados seguiram um delineamento inteiramente casualizados com dez tratamentos e quatro repetições obtidos. Os resultados de coeficientes de digestibilidade foram submetidos a normalidade dos dados (teste de Cramer-von-Misses) e homocedasticidade das variâncias (teste de Levene), com a confirmação dos dados normais e homogeneidade das variâncias aplicou-se a análise de variância fatorial (ANOVA). Havendo interação entre os fatores as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Experimento I - Coeficiente de digestibilidade aparente para o tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Os valores de *P* e as médias dos parâmetros de coeficientes de digestibilidade aparente da proteína (CDA-PB) das dietas para os juvenis de tambaqui estão expressos na Tabela 3. Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para as proporções de proteína de origem animal (POA), confirmando que a espécie apresenta uma boa capacidade de metabolizar ingredientes de origem animal e vegetal, considerado ser uma espécie oportunista de acordo com a oferta sazonal de alimentos (GOULDING, 1980; RODRIGUES, 2014; LOBO et al., 2015). Em contrapartida, houve interação entre os níveis de proteína bruta (PB) com as proporções de proteína de origem animal (POA) para esses parâmetros.

Ademais, foi possível observar um efeito significativo ($P < 0,05$) para os níveis proteicos (PB), na qual os peixes alimentados com a dieta contendo 36% de PB apresentaram a maior média para o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína (CDA-PB) com $89,91 \pm 3,17\%$. Os peixes alimentados com as dietas contendo 28% de PB obtiveram a menor média de CDA da PB com $84,97 \pm 1,32\%$. Os níveis proteicos restantes demonstraram valores intermediários para os coeficientes de digestibilidade da PB para as dietas testadas.

Tabela 3 – Valores de PB e médias dos coeficientes de digestibilidade da fração proteica de dietas extrusadas contendo cinco níveis de proteína bruta e duas proporções de proteína de origem animal para os juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*).

<i>Estatísticas</i>	CDA-PB
Médias para nível de:	
20% PB	85,78 ± 2,72
24% PB	87,40 ± 1,10
28% PB	84,97 ± 1,32
32% PB	86,67 ± 1,72
36% PB	89,91 ± 3,17
Médias para proporções de:	
25% POA	87,01 ± 2,54
50% POA	86,88 ± 2,83
Valores de P	
Efeito da PB%	<0,0001**
Efeito da POA%	0,7981 ^{NS}
Interação da PB x POA	<0,0001**
CV (%)	1,52

CV: Coeficiente de variação. Média seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. Média ± Desvio Padrão. PB: Proteína Bruta; POA: Proteína de Origem Animal

O método da digestibilidade tem a finalidade de mensurar a proporção do alimento ou nutriente ingerido e absorvido pelo trato gastrointestinal (RODEHUTSCORD et al., 2000), sendo assim definido pela habilidade que o animal tem como mecanismo de digerir e absorver os nutrientes (GOMES, 2019; CHO, 1987).

Nesse sentido Santana et al., (2019) realizando estudos com juvenis de tambaqui (63,5 ± 2,7 g), com dieta referência de 30% de PB e dietas testes (farelo e quirera de arroz) na proporção de 70% da dieta referência e 30% do ingrediente teste, observaram que os valores de digestibilidade aparente do farelo e quirera foram altos para proteína 92,97 e 83,24%, respectivamente, assimilando com o Experimento I demonstrando um alto valor de digestibilidade, expressos na Tabela 4. Os menores valores de coeficiente de digestibilidade observados no estudo foi o CDA de fibra bruta (entre 55,67 e 42,59%), devido a probabilidade da 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, assim, a digestibilidade (BORGHESI et al., 2009; CHOWDHURY et al., 2012).

A proteína promove um maior ganho de peso e conversão alimentar, pois é o principal constituinte dos tecidos estruturais e de proteção como ossos, inclusive de órgãos e músculos (NRC, 2011; LALL; ANDERSON, 2005; KOJIMA, 2016). Nesse cenário Macedo (1979) observou efeito quadrático sobre o ganho de peso, quando utilizou rações com 14, 18, 22 e 26% de PB. Para a fase inicial do tambaqui (5 a 20 g) a exigência constatada foi de 23% e, para a fase seguinte (30 a 300 g), foi de 18% de proteína bruta.

Silva et al., (2019) demonstraram em seus estudos que o aproveitamento da proteína do farelo de palmiste, fonte de origem vegetal, pelo tambaqui possui uma média de 63,29%, este resultado foi considerado satisfatório pelos autores que recomendaram o ingrediente como uma fonte proteica alternativa.

Conforme Page e Andrews (1973), a exigência proteica está relacionada, também, ao balanço energia-proteína, à qualidade da proteína e à digestibilidade da fonte não-proteica de energia. Portanto, a diferença entre os valores apresentados nesse estudo pode ser atribuída a fatores abióticos, relação energia-proteína, valor biológico da fonte proteica, variação da digestibilidade da fonte não-proteica de energia.

Tabela 4 – Valores médios de digestibilidade aparente da proteína bruta dos juvenis de tambaqui para o efeito de interação entre PB e POA.

Níveis de PB (%)	25% de POA	50% de POA
20	88,17 ± 0,96 aA	83,38 ± 0,62 bB
24	86,56 ± 0,85 aA	88,23 ± 0,46 aB
28	83,82 ± 0,56 bB	86,12 ± 0,26 aB
32	87,60 ± 1,22 aA	85,74 ± 1,82 aB
36	86,81 ± 3,36 bA	90,93 ± 1,86 aA
DMS	3,63	3,27

Média seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade (minúscula na linha e maiúscula na coluna). DMS: Diferença Mínima Significativa. Média ± Desvio Padrão. PB: Proteína Bruta; POA: Proteína de Origem Animal.

Os peixes alimentados com a dieta de 36% de PB e 50% de POA apresentaram a maior média para o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína de $90,93 \pm 1,86\%$. Resultados semelhantes foram observados para os juvenis (peso médio inicial = 37,5 g) alimentados com dietas isoenergéticas contendo níveis crescentes de proteína bruta (18, 21, 24, 27 e 30%), na proporção constante de 70% de farinha de peixe e 30% de farelo de soja. Os resultados apresentaram aumento no ganho em peso até o nível de 25,01% de proteína (VIDAL JR et al., 1998). Evidenciando, assim, a importância da interação entre PB e POA.

Sena (2012), utilizando juvenis de tambaqui com peso médio de $300 \pm 1\text{g}$, avaliou a digestibilidade de seis ingredientes proteicos 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). Os valores médios de digestibilidade da proteína dos alimentos foram evidentemente significativos, variando entre 97,76% e 83,42% para o glúten de milho e para a farinha de vísceras de frango, respectivamente. Foi observado que o tambaqui aproveitou bem a proteína bruta presente nos ingredientes proteicos de origem vegetal, com valores máximos e mínimos entre 97,76% e 86,99% para glúten de milho e farelo de algodão respectivamente. Os altos valores de PB tanto para os ingredientes de origem vegetal como animal pode ser justificado pelo hábito alimentar onívoro do tambaqui. Com relação aos ingredientes proteicos de origem vegetal houve correlação negativa entre o conteúdo de fibra e os respectivos coeficientes de digestibilidade avaliados. Demonstrando a fibra influência negativamente a digestibilidade dos nutrientes pelo tambaqui.

Gutiérrez et al., (2009) encontraram melhor desempenho para tambaquis com peso médio inicial de 53,2 g, alimentados com dietas com 25% de PB. Dado semelhante foi observado por Vidal e colaboradores, tambaquis com peso médio inicial de 37,5 g, alimentados com dietas isoenergéticas contendo níveis crescentes (18, 21, 24, 27 e 30%) de PB, apresentaram aumento no ganho em peso até o nível de 25,01% de proteína (VIDAL JR et al., 1998).

Almeida et al., (2011) investigou o metabolismo e crescimento com a utilização de juvenis de tambaqui (peso médio inicial de 112 g) alimentados com dietas contendo uma relação (proteína/lipídio) 350 / 49 g kg⁻¹; 301 / 81 g kg⁻¹; 253 / 113 g kg⁻¹; 205 / 145 g kg⁻¹. Os pesquisadores observaram um desequilíbrio metabólico e baixo ganho de peso para os níveis de 20% de PB e 15% de lipídio. Os níveis que resultaram em melhor desempenho, por sua vez, mantiveram-se em torno de 25 a 35% de proteína e 5 a 11% lipídios (DE ALMEIDA et al., 2011).

O fato de determinados ingredientes pouco digestíveis por outras espécies de hábito alimentar semelhante ao tambaqui, como o pacu, piavuçu e a tilápia, torna-o uma espécie privilegiada para o aproveitamento nutricional das dietas em sistemas intensivos. Como consequência, pode-se prever a possibilidade de obter baixa conversão e alta eficiência alimentar (SENA, 2012).

Quando dietas possuem níveis deficientes de aminoácidos e proteínas, podem causar falha no crescimento e na eficiência alimentar (WILSON, 2002). As espécies nativas possuem diferentes níveis de exigência nutricional, com isso subentende-se que para a formulação de dietas é necessário o conhecimento da digestibilidade da alimentação que será fornecida. Logo, um adequado balanceamento desses nutrientes pode ajudar a suprir as necessidades nutricionais do animal e evitar desperdícios ao produtor (GONÇAVES e CARNEIRO, 2003). Portanto, pode-se inferir com os dados apresentado e juntamente com os dados aqui comparados, que a interação entre PB e POA é um aspecto crucial para a criação de uma dieta eficiente para a produção de tambaquis.

5.2 Experimento II - Coeficientes de digestibilidade aparente da fração proteica das dietas experimentais para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

Os valores de *P* e as médias dos parâmetros de coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína dos juvenis de pacu estão expressos na Tabela 5. As análises estatísticas mostram que não houve efeito significativo ($P>0,05$) para as proporções de proteína de origem animal (POA), confirmando que a espécie possui características onívoras de natureza oportunista alterando sua alimentação com a sazonalidade, auxiliando na capacidade de digerir eficientemente diferentes proporções de ingredientes (ABIMORAD e CARNEIRO, 2004; FABREGAT, et al., 2008).

Não houve interação efeito significativo ($P>0,05$) entre os níveis de proteína (PB) e as proporções de proteína de origem animal para esses parâmetros. Porém houve efeito significativo ($P<0,05$) para os níveis proteicos, na qual as dietas com 28% de PB apresentaram a maior média para o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína (CDA-PB) com $83,49 \pm 3,72\%$. Os peixes alimentados com as dietas contendo 20% de PB obtiveram a menor média de CDA da PB com $67,75 \pm 3,78\%$. Essa diminuição pode estar relacionada a inclusão de nutrientes de origem vegetal nas dietas. Mesmo a espécie possuindo boa assimilação com esses ingredientes, a adição deles pode acarretar em fatores antinutricionais

(RIBEIRO et al., 2017). Os níveis proteicos restantes demonstraram valores intermediários para os coeficientes de digestibilidade da PB para as dietas testadas (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores de PB e médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da fração proteica bruta em dietas extrusadas contendo níveis de proteína bruta e proporções de proteína de origem animal para os juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*).

<i>Estatísticas</i>	CDA-PB
Médias para nível de:	
20% PB	67,75 ± 3,78 ^c
24% PB	80,44 ± 3,04 ^{ab}
28% PB	83,49 ± 3,72 ^a
32% PB	79,74 ± 3,51 ^b
36% PB	81,79 ± 2,51 ^{ab}
Médias para proporções de:	
25% POA	79,71 ± 5,86
50% POA	77,58 ± 7,09
Valores de P	
Efeito da PB%	<0,0001*
Efeito da POA%	0,05584 ^{NS}
Interação da PB x POA	0,08169 ^{NS}
CV (%)	3,65

CV: Coeficiente de variação. Média seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. Média ± Desvio Padrão. PB: Proteína Bruta; POA: Proteína de Origem Animal.

O coeficiente de digestão expressa a eficiência com que o organismo hidrolisa os nutrientes e esse aspecto pode ser afetado por propriedades físicas e químicas da composição da dieta (NRC, 2011).

As variações de alguns fatores como os ingredientes ou o processamento da dieta poderá apresentar diferenças diante da digestibilidade, como também características específicas da espécie, como o hábito alimentar ou metabolismo (EBLING, 2022).

Buscando atender as exigências nutricionais de juvenis de pacus, Signor et al., (2010) realizaram um experimento onde forneceram dietas com diferentes níveis de proteína bruta (25, 30 e 35%) e dois de energia digestível (3.250 e 3.500 kcal/kg). Os autores relataram que os níveis de 25% de PB e de 3,25 Kcal. g⁻¹ de energia digestível foram suficientes corroborando com os resultados do presente estudo.

Nesse sentido, Fernandes et al., (2001) determinaram os níveis proteicos e a possibilidade de substituição da farinha de peixe por farelo de soja na dieta de juvenis de pacu. Os resultados obtidos demonstraram que o pacu alimentado com dieta contendo apenas farinha de peixe apresentou ganho de peso numericamente inferior (38,97) ao que recebeu suplementação de farinha de soja (43,75). Esse fato pode explicar o porquê da baixa relação entre PB e POA para o pacu, uma vez que os autores concluíram que o nível de 22% de proteína bruta foi o mais adequado e a farinha de peixe pode ser substituída parcial ou totalmente pelo farelo de soja.

Com o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da fração proteica e da energia de 14 ingredientes mais utilizados na formulação de rações para o pacu, Abimorad e Carneiro (2004), também observaram que os valores médios de digestibilidade de proteína bruta, em geral, apresentaram-se altos, não variando estatisticamente (entre 93,89 e 75,73%, observados para o farelo de trigo e a farinha de penas, respectivamente). Vale ressaltar que no mesmo trabalho, a porcentagem de digestibilidade do pacu para fontes proteicas de origem animal apresentaram-se baixas, para todos os ingredientes testados (médias 79,02%, 73,44%, 58,60%, 58,30% e 40,58%, observadas para a farinha de penas, farinha de sangue, farinha de vísceras, farinha de peixe e farinha de carne, respectivamente). Isto mostra a importância da adesão da proteína digestível para uma escolha eficiente para a formulações de rações para a espécie.

Nesse cenário, Rodrigues et al., (2010) avaliaram a digestibilidade e o tempo gastrointestinal de dietas contendo níveis crescentes de fibra bruta (FB) para juvenis de pacu ($48,25 \pm 3,06$ g). Foram formuladas dietas com níveis de fibra de 5, 7, 9, 11, 13, 15% e foi descoberto que até 9% de inclusão de fibra não houve alteração significativa na digestibilidade dos animais. Foi observado o coeficiente de digestibilidade de 90,03% com 5% de FB, o mais elevado em relação as demais concentrações de FB, assimilando com os resultados no presente estudo.

Honorato et al., (2012) realizaram o trabalho afim de comparar método de quantificação de óxido de cromo pelo método espectrofotometria de absorção visível e pelo método espectrofotometria de absorção atômica nas dietas e nas fezes de pacu ($69,6 \pm 17,9$ g), para determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente de dietas extrusadas ou peletizadas. Após as análises foi observado níveis elevados de digestibilidade da fração proteica, com 90,67% PB para dietas extrusadas, resultado semelhante aos encontrados no presente estudo.

Fernandes et al., (2001) determinaram os níveis proteicos e a possibilidade de substituição da farinha de peixe por farelo de soja na dieta de juvenis de pacu. Os resultados obtidos demonstraram que o pacu alimentado com dieta contendo apenas farinha de peixe apresentou ganho de peso numericamente inferior (38,97) ao que recebeu suplementação de farinha de soja (43,75). Esse fato pode explicar o porquê da baixa relação entre PB e POA para o pacu, uma vez que os autores concluíram que o nível de 22% de proteína bruta foi o mais adequado e a farinha de peixe pode ser substituída parcial ou totalmente pelo farelo de soja.

A figura 3 apresenta os valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente e evidencia que o tambaqui apresentou a maior taxa de coeficiente de digestibilidade aparente, quando comparado com o pacu para as dietas testadas, com exceção para a dieta com 28 de PB% com 25% de POA que demonstrou um resultado semelhante. A dieta contendo 36% de PB e 50% de POA para os juvenis de tambaqui, demonstraram um maior coeficiente de digestibilidade com 90,93%, contudo os juvenis de tambaqui alimentados com uma dieta contendo um menor teor proteico de 24% de PB e 50% de POA, também mostrou um bom nível de digestibilidade com 88,23%.

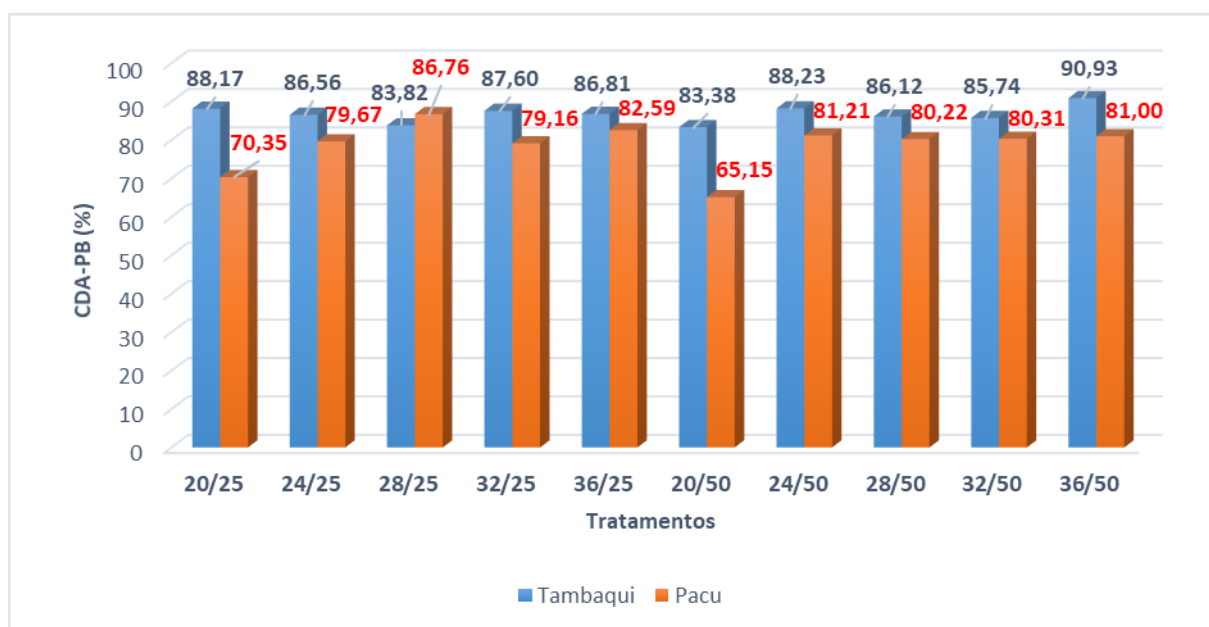


Figura 3. Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente (guabi-PB) para os juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com dietas extrusadas contendo níveis de proteína bruta e proporções de proteína de origem animal.

O tambaqui se adapta a diferentes sistemas de produção, em sua dieta podem ser utilizadas diferentes fontes proteicas, aceitando dietas industrializadas e beneficiando-se da produtividade primária do viveiro, aproveitando o zooplâncton como fonte de proteína (GOMES; SILVA, 2009). Buzollo (2014) demonstrou que juvenis de tambaqui foram capazes de digerir a fração proteica, a lipídica e a da energia de forma muito eficaz de quase todos os alimentos testados (milho, sorgo, quirera de arroz, farelo de trigo, óleo de peixe, óleo de milho e óleo de soja; farelo de soja, glúten de trigo, glúten de milho, levedura de álcool, farelo de algodão, farinha de salmão, farinha de resíduos de filetagem de tilápia, farinha de vísceras de aves e farinha de penas). Segundo a autora, o tambaqui de uma forma geral, aproveitou bem os alimentos proteicos e energéticos avaliados, apresentando elevados CDA, com exceção da levedura que apresentou valores baixos para o coeficiente de digestibilidade aparente para PB. O que evidencia a elevada capacidade de adaptação alimentar do tambaqui.

Logo, pode se aferir que mesmo o pacu demonstrando bons resultados para o coeficiente de digestibilidade da fração proteica, o tambaqui apresentou uma maior flexibilidade de digestão e absorção de nutrientes em relação ao pacu.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas condições de realização do presente estudo, os resultados obtidos com os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína, conclui-se que o nível de 28% de proteína bruta resultou na melhor CDA da fração proteica para os juvenis de pacu, sem efeito das proporções de proteína de origem animal (25 e 50%). Para os juvenis de tambaqui, o tratamento com 36% de PB e 50% de POA resultou na melhor CDA da fração proteica.

O tambaqui apresentou altos coeficientes de digestibilidade aparente para a maioria das dietas testadas em comparação aos juvenis de pacu, demonstrando uma maior flexibilidade de digestão e absorção de nutrientes em relação ao pacu.

SUMARY

As espécies nativas com grande destaque no Brasil são o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Ambas espécies possuem boa digestibilidade em relação aos ingredientes comumente utilizados em rações comerciais para máxima eficiência de energia e nutrientes, porém o mercado ainda não oferece rações capazes de suprir as exigências nutricionais específicas de cada espécie, podendo causar uma deficiência de nutrientes, prejudicando o desempenho da espécie. Desta forma, este estudo objetivou avaliar a digestibilidade da proteína em dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta e proporções de origem animal e vegetal para juvenis de tambaqui e pacu. Foram utilizados 360 tambaquis com peso médio de $120 \pm 8,70$ gramas (12 peixes/unidade experimental) como também 360 juvenis de pacu com peso médio de $120 \pm 9,85$ gramas (12 peixes/unidade experimental). Os animais foram alimentados com dez dietas isoenergéticas ($3000 \text{ Kcal/Kg}^{-1}$ de energia digestível) contendo cinco diferentes níveis de proteína bruta (20, 24, 28, 32, 36% PB) com duas frações de proteínas de origem animal (25 e 50% POA) acrescidas de 0,1% de marcador inerte de óxido de cromo (Cr_2O_3). Os resultados obtidos mostraram para o experimento com os juvenis de tambaqui que não houve efeito significativo ($P>0,05$) para as proporções de (POA), entretanto observou-se efeito significativo ($P<0,05$) para os níveis de PB, nas dietas com 36% de PB apresentaram as maiores médias de CDA-PB com $89,91 \pm 3,17\%$. Ademais houve interação entre os níveis de PB e POA, notando que a maior média para o CDA-PB foi encontrada na dieta 36% de PB e 50% de POA com $(90,93 \pm 1,86)$ de digestibilidade. Para os juvenis de pacu não houve efeito significativo ($P>0,05$) para as proporções de POA, como também não houve interação entre os níveis de PB com as proporções de POA. No entanto houve efeito significativo ($P<0,05$) para os níveis proteicos, na qual as dietas com 28% de PB apresentaram a maior média para CDA-PB com $83,49 \pm 3,72\%$. Conclui-se que o nível de 28% de proteína bruta resultou na melhor CDA da fração proteica para os juvenis de pacu, sem efeito das proporções de proteína de origem animal (25 e 50%). Já o tambaqui apresentou maior flexibilidade de digestão e absorção de nutrientes em relação ao pacu, pois apresentou maiores coeficientes de digestibilidade para as dietas testadas, sendo a dieta com 36% de PB e 50% de POA o maior coeficiente de digestibilidade da proteína com 90,93%.

Palavras-chave: nutrição, ingredientes, digestível, peixes nativos, tambaqui, pacu

ABSTRACT

The native species with great prominence in Brazil are the tambaqui (*Colossoma macropomum*) and the pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Both species have good digestibility in relation to ingredients commonly used in commercial rations for maximum energy and nutrient efficiency, but the market still does not offer rations capable of meeting the specific nutritional requirements of each species, which can cause a nutrient deficiency, impairing performance. of the species. Thus, this study aimed to evaluate the digestibility of protein in diets containing different levels of crude protein and proportions of animal and vegetable origin for tambaqui and pacu juveniles. We used 360 tambaquis with an average weight of 120 ± 8.70 grams (12 fish/experimental unit) as well as 360 juvenile pacu with an average weight of 120 ± 9.85 grams (12 fish/experimental unit). The animals were fed with ten isoenergetic diets ($3000 \text{ Kcal/Kg}^{-1}$ of digestible energy) containing five different levels of crude protein (20, 24, 28, 32, 36% CP) with two protein fractions of animal origin (25 and 50% POA) plus 0.1% of inert chromium oxide (Cr_2O_3) marker. The results obtained showed for Tambaqui values and the means of the CDA-PB parameters, where there was no significant effect ($P>0.05$) for the proportions of (POA), however there was a significant effect ($P<0.05$) for the levels of CP, in the diets with 36% of CP, presented the highest means of CDA-CP with $89.91 \pm 3.17\%$. In addition there was interaction between CP and POA levels, noting that the highest average for CDA-PB was found in the diet 36% CP and 50% POA with (90.93 ± 1.86) of digestibility. As for Pacu, it found results where there was no significant effect ($P>0.05$) for the proportions of POA, as well as there was no interaction between the levels of PB with the proportions of POA. Nonetheless there was a significant effect ($P<0.05$) for protein levels, in which diets with 28% CP showed the highest average for CDA-CP with $83.49 \pm 3.72\%$. It is concluded that the level of 28% of crude protein resulted in the best CDA of the protein fraction for pacu juveniles, with no effect of the proportions of protein of animal origin (25 and 50%). Tambaqui, on the other hand, showed greater flexibility in digestion and absorption of nutrients compared to pacu, as it presented higher digestibility coefficients for the tested diets, with the diet with 36% CP and 50% POA having the highest protein digestibility coefficient with 90 .93%.

Keywords: nutrition, ingredients, digestible, native fish, tambaqui, pacu

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMORAD, E.G.; CARNEIRO, D.J. (2007) Digestibility and performance of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) juveniles-fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. **Aquacult. Nutr.** 13: 1-9.
- ABIMORAD, E.G.; CARNEIRO, D.J. 2004. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração proteica e da energia de alimentos para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**. 33, 1101-1109.
- ABIMORAD, E.G.; FAVERO, G.C.; SQUASSONI, G.H.; CARNEIRO, D. 2010 Dietary digestible lysine requirement and essential amino acid to lysine ratio for pacu *Piaractus mesopotamicus*. **Aquaculture Nutrition**, 16: 370-377.
- ANTONIO, CAMILA. **Efeito da extrusão e da peletização sobre a digestibilidade da fração proteica e da energia de alimentos para juvenis de tilápia do Nilo**. 2004. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Centro de Aquicultura da Unesp, Universidade Estadual Paulista – Unesp, Jaboticabal, 2004.
- BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; CYRINO, J. E. P. Growth, body composition and hematology of juvenile pacu (*Piaractus mesopotamicus*) fed increasing levels of ractopamine. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, p. 1335-1342, 2012.
- BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; FREITAS, J. M. A. Proteína e energia em rações para alevinos de piavuçu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2553-2559, 2010b.
- BOARATTI, A. Z. **Relação entre aminoácidos essenciais em dietas para pacu (*Piaractus mesopotamicus*) na fase inicial de crescimento utilizando o método de deleção**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP. Universidade Estadual Paulista – UNESP. 2018.
- BOOTH, M. A.; MOSES, M. D.; ALLAN, G. L. Utilization of carbohydrate by yellowtail kingfish *Seriola lalandi*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 376-379, n. 1- 4, p. 151-161, 2013.
- 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. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2008.00610.x.

BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A.; FREITAS, J. M. A.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Nutrição de peixes nativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, p.145-154, 2011.

BOYD, C. E. 1998. Pond water aeration systems. **Aquacul. Engin.**, 18:9-40.

BUZOLLO, Hellen. **Exigência de proteína digestível em dietas para juvenis de tambaqui e dinâmico do crescimento muscular por aspectos morfológicos e turnover isotópico do carbono-13 e do carbono-15**. 2014. vi, 109 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2014. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/11449/121836> >.

CARNEIRO, P. C. F.; MIKOS, J.D. Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, v.35, p.187-191, 2005.

CHO, C.Y.; COWEY, C. B.; WATANABE, T. **Finfish nutrition on Asia: methodo-logical approaches to research and development**. Ottawa: International Development Research Center, 1985. 154p.

CHOUBERT, G.; DE LA NOUE, J.; LUQUET, P. Continuous quantitative automatic collector for fish feces. **Progressive Fish Culturist**, v.41, p.64-67, 1979.

CHOWDHURY, M.A K.; TACON, A.G.J.; BUREAU, D.P. Digestibility of amino acids in Indian mustard protein concentrate and Indian mustard meal compared to that of a soy protein concentrate in rainbow trout and Atlantic salmon. **Aquaculture**, 356: 128-13, 2012.

CORRÊA, R. O. **Substituição da farinha de peixe pelo concentrado proteico de soja em dietas para pacus (*Piaractus mesopotamicus*) e dourados (*Salminus brasiliensis*)**. 2015. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo, Piracicaba, 2016. Doi:10.11606/T112016tde-15042016-183723. Acesso em: 2022-10-28.

COSTA, J. I.; SABBAG, O. J. **Caracterização, avaliação econômica e eficiência de escala (DEA) na produção de tilápia em tanques-rede e de tambaqui em viveiros escavados**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2016.

COSTA, M. L. S.; MELO, F. P.; CORREIA, E. S. Efeitos de diferentes níveis proteicos da ração no crescimento na tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757), variedade chitralada, criadas em tanques-rede. **Boletim Instituto de Pesca, São Paulo**,35(2):285–294, 2009.

CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A. J. A.; SADO, R.Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.K. 2010. A piscicultura e o ambiente o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**,39: 68-87.

DE SILVA, S.S.; ANDERSON, T.A. **Fish nutrition in aquaculture**. London: Chapman & Hall, 1998, 319p.

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**, 17: e253-e262.

EBLING, MATIELLE LINHARES PITTALUGA. **Digestibilidade aparente de farinha de *Tenebrio molitor* e concentrado proteico de sementes de porongo para Jundiás (*Rhamdia quelen*)**. 2022. 88f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) – Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2022.

EITS, R.M.; Giesen, G.W.J.; Kwakkel, R.P.; Verstegen, M.W.A.; Hartog, L.A.D. 2005. Dietary balanced protein in broiler chickens. 2. **An economic analysis**. Br Poult Sci. 46(3), 310-317; DOI: 10.1080/00071660500126482.

FABREGAT, T. E. H. P.; FERNANDES, J. B. K; RODRIGUES, L. A.; BORGES, F. F.; PEREIRA, T.S.; NASCIMENTO, T. M. T. Digestibilidade aparente da energia e da proteína de ingredientes selecionados para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais (PUCPR. Impresso)**, v. 6, p. 459-464, 2008.

FABREGAT, T. E. H. P.; RODRIGUES, L. A. NASCIMENTO, T. M. T.; FERNANDES, J. B. K. Digestibilidade aparente da proteína e da energia de dietas contendo diferentes fontes de fibra para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In: **46 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2009, Maringá. Anais da 45 Reunião da SBZ, 2009.

FAO. 2022. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022**. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>

FERNANDES, ÉRICA MACHADO. **Aspectos produtivos do pacu *Piaractus mesopotamicus* e do seu híbrido tambacu cultivados em sistema de viveiros escavados.** 2018. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Centro de Aquicultura da Unesp, Universidade Estadual Paulista – Unesp, Registro, 2018.

FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J.; SAKOMURA, N. K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.3, p.617-626, 2001.

FERNANDES, J.B.K., CARNEIRO, D. J. & SAKOMURA, N.K. (2000) Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29, 646-653.

FERNANDES, J. B. K.; Carneiro, D. J.; SAKOMURA, N.K. 2001. **Fontes e Níveis de Proteína Bruta em Dietas para Juvenis de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. Rev. Bras. Zootec., 30(3): 617-626.

FERREIRA, M. S.; ARIDE, P. H. R.; SILVA, M. N. P.; VAL, A. L. Efeito da quantidade de proteína na dieta e treinamento físico sobre parâmetros fisiológicos e zootécnicos de matrinhã (*Brycon amazonicus*, Günther 1869). **Acta Amazonica**, VOL. 43(4):439 – 446, 2013.

FIOD MSR, DUCATTI C, Cabral M, TEIXEIRA RBG, ABIMORAD EG, JOMORI RK (2010). Efeito da frequência alimentar sobre o crescimento e composição isotópica ($\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$) de juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus*. **Nucleus Animalium**, v.2, p.41- 52 , 2010.

FOGAÇA, FABÍOLA. O protagonismo do Brasil na produção mundial de pescado: estudos socioeconômicos e ambientais pesca e aquicultura. **Estudos socioeconômicos e ambientais Pesca e aquicultura**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/53738345/artigo---o-protagonismo-do-brasil-na-producao-mundial-de-pescado>.

FRACALOSSI, D. M.; CYRINO, J. E. P. Nutriaqua: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. 1ed. Florianópolis: **Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, 2013. 375p.

FRIEDMAN, M.; BRANDON, D.L. Nutritional and health benefits of soy proteins. Journal of Agricultural and Food Chemistry, **Washington**, v. 49, n. 3, p. 1069-1086, 2001.

FURUKAWA, A. A.; TSUKAHARA, H. On the acid digestion for the determination of chromic oxide as index substance in the study of digestibility of fish feed. **Bulletin of the Japanese Society of Fisheries**, Minato, v.32, n.6, p.502-506, 1966.

GIMBO, R. Y.; URBINATI, E. C. **Ajuste metabólico e respostas imunes de pacus juvenis alimentados com diferentes níveis de carboidratos e submetidos a jejum prolongado**. 2015. 74f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, São Paulo, 2015.

GOMES, Ângela Maria. **Digestibilidade aparente de macrófitas aquáticas para o tambaqui colossoma macropomum (cuvier 1818)**. 2019. 45f, TCC (Graduação) – Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2019.

GOMES, L. C.; SILVA, C. R. Impacto f pond management on tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier), production during growth-out phase. **Aquaculture Research Oxford**, v. 40, p. 825-832, 2009.

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

GOULDING, M. **The fish and the forest - Explorations in Amazonian natural history**. California: University of California, 1980. 280p

GUTIÉRREZ, F. W. A.; ZALDÍVAR, J. R.; CONTRERAS, G. S. 2009 Efecto de varios niveles de energía digestible y proteína em la dieta sobre el crecimiento de gamitana (*Colossoma macropoum*) Cuvier 1818. **Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú**, 29: 178-186

HEPHER, B. **Nutrition of pond fishes**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. 386p

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

HONORATO, C. A.; DA SILVA NUNES, C.; DE ALMEIDA, L. C.; VASCONCELOS MARTINS CARRILHO, E. N.; MORAES, G. Digestibilidade de dietas Peletizadas e Extrusadas para o Pacu: Quantificação do Óxido de Cromo. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 269–275, 2012. DOI: 10.7213/academica.7712. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/cienciaanimal/article/view/12260>. Acesso em: 11 nov. 2022.

KHAN, K. U., GOUS, R. M., MANSANO, C. F. M., NASCIMENTO, T. M. T., ROMANELI, R. D. S., RODRIGUES, A. T., ... FERNANDES, J. B. K. (2020). Response of juvenile pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) to balanced digestible protein. **Aquaculture Research**, 51(9), 3729-3740.

KIANG, M. J. La extrusion como herramienta para mejorar el valor nutritivo de los alimentos. In: **SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS PARA ACUACULTURA**. 1993, Nuevo León. Anais... Nuevo León: Universidad de Nuevo León. 1993, p. 415-429.

KOJIMA, J. T. **Exigência em proteína bruta para larvas e juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o uso de mistura de aminoácidos cristalinos como substituto parcial da proteína**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, São Paulo, 2016.

LALL, S. P.; ANDERSON, S. Amino acid nutrition of salmonids: **Dietary requirements and bioavailability**. **Cahiers Options Méditerranéennes**, Zaragoza, v. 63, p. 73-90, 2005.

LEE, J. K.; CHO, S. H.; PARK, S. U.; KIM, K.; LEE, S. 2003. Dietary protein requirement for Young turbot (*Scophthalmus maximus* L.). **Aquaculture Nutrition** 9, 283-286.

LIMA, C. S.; SILVEIRA, M. M.; TUESTA, G.M.R. Nutrição proteica para peixes. **Ciência Animal** 25 (4): 27-34, 2015.

LOBO, F. P. et al. de **Novo genome assembly of the South American freshwater fish Tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. In: Embrapa Informática Agropecuária-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: PLANT & ANIMAL GENOME CONFERENCE, 23., 2015, San Diego, CA.[Abstracts...]. San Diego[sn], 2015., 2015.

MACEDO, E.M. **Exigência de proteína na nutrição de tambaqui, *Colossoma macropomum* Curvier, 1818. (Pisces, Characidae).** Jaboticabal, SP, UNESP, 1979. 71p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Estadual de São Paulo.

MACIEL, H. M.; ARAÚJO, A. F.; DENTZ, B. A. V.; LIRA, K. C. da S.; SIGNOR, A. A. Stocking density of native fish and their hybrids reared in net tanks. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 10, p. e225101018591, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i10.18591. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/18591>. Acesso em: 23 nov. 2022.

MA, R.; LIU, X.; MENG, Y.; WU, J.; ZHANG, L.; HAN, B.; QIAN, K.; LUO, Z.; WEI, Y.; LI, C. 2019. Protein nutrition on sub-adult triploid rainbow trout (1): Dietary requirement and effect on antioxidative capacity protein digestion and absorption. **Aquaculture**. Doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.03.069.

MCGOOGAN, B.B. and D. M. GATLIN III. 1999. Dietary manipulations affecting growth and nitrogenous waste production of red drum, *Sciaenops ocellatus*, part I. Effects of dietary protein and energy levels. **Aquaculture** 178:333-348.

MELO, E. I. **Análise Físico-Química de Alimentos**. SENAI, Uberlândia, 2005.

MEROLA, N., CANTELMO, O.A. **Growth, feed conversion and mortality of cage-reared tambaqui, *Colossoma macropomum*, fed various dietary feeding regimes and protein levels.** *Aquaculture*, v.66, p.223-233, 1987.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), 2011. Nutrient Requirements of Fish. **National Academy Press**, Washington, DC (376 p).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of warmwater, fishes and shellfishes: nutrients requirements of domestic animals.** Washington, D.C.: 1993. 114p.

NEVES, M.; BALEN, R. E.; MEURER, F.; BAUMGARTNER, G.; BRAGA, A. F. Exigência de proteína digestível para alevinos de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com ração à base de farelo de soja. **Agrarian**, [S. l.], v. 8, n. 28, p. 204–209, 2015. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/3099>. Acesso em: 17 set. 2022.

NUNES, E. S. S.; CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. 2006. Enzimas digestivas exógenas na alimentação do tambaqui. **Pesq. Agrop. Brasil.**, 41:139-143.

OLIVEIRA, J. D. **Frequência de alimentação para tambaquis em fase de crescimento cultivados em hapas.** 2018. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Pesca) - Fundação Universidade Federal de Rondônia, Presidente Médici, 2018.

OLIVEIRA, K. R. B.; SEGURA, J. G.; OLIVEIRA, B. A.; MEDEIROS, A. C. L.; ZIMBA, R. D.; VIEGAS, E. M. M. 2020. Distillers' dried grains with soluble in diets for pacu, *Piaractus mesopotamicus* juveniles: Growth performance, feed utilization, economic viability, and phosphorus release. **Animal Feed Science and Technology**, 262(2020). Doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114393.

OLIVEIRA, M. S. **Níveis proteicos e proporções de proteína de origem animal em dietas extrusadas para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*).** 2021. 80 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, São Paulo, 2021.

ONO, E.A.; KUBITZA, F. 2003. **Cultivo de peixes em tanques-rede.** 3ª.Ed. Ono, E.A. (ed.): Jundiaí. 112 pp.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). População mundial se aproxima de 8 bilhões. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/tudo-sobre/organizacao-das-nacoes-unidas-onu/>. Acessado em: 15 Nov. 2022.

PAGE, J.W., ANDREWS, J.W. **Interactions of dietary levels of protein and energy on channel catfish (*Ictalurus punctatus*).** J. Nutr., v.103, n.9, p.1339-1346, 1973.

PAIVA, S.; FABIELE MENDES DOS SANTOS, S.; SCHLOTEFELDT, C.; TAMARA BECKER DA SILVA, L.; GERMANO MARTINS MACHADO, T.; IGARÇABA RODRIGUES, A.; RODINEI SOARES LOPES, P. Ganho médio diário e conversão alimentar aparente de pacu em sistema de bioflocos. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 9, n. 2, 3 mar. 2020.

PEIXEBR, 2022. **Anuário 2022. Peixe Brasileiro da Piscicultura.** Associação Brasileira da Piscicultura. p. 21

PIRES, D. C. **Níveis proteicos em dietas para juvenis de pacu em sistema de bioflocos**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade universitária de Aquidauana, Aquidauana, 2021.

RAMOS, A.Q. Aplicaciones y tendencias de la tecnologia de extrusion - Coccion. In: **SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS PARA ACUACULTURA**. 1993, Nuevo León: Anais... Nuevo León: Universidad de Nuevo León, 1993, p. 465-477.

REGITANO D'ARCE, M.A.B. Produtos proteicos de soja. In: OETTERER, M.; REGITANO D'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, 2006. p. 355-402.

RIBEIRO, F. M.; SANTOS, E. O.; DE ALMEIDA, E. M.; XAVIER, P. V. D. 2017. **Alimentação e nutrição de pacu (*Piaractus mesopotamicus*): revisão de literatura**. Vol. 14, Nº 01, jan/ fev.de2017.

RIBEIRO, P.A.P.; COSTA, L.S.; ROSA, P. V. Manejo alimentar em piscicultura convencional. **Revista Eletrônica Nutritime**, artigo 109, v.7, n.2, p.1189- 1196, mar./abr. 2010. Disponível em: Acesso em: 23 nov. 2022.

RODEHUTSCORD, M.; GREGUS, Z.; PFEFFER, E. Effect of phosphorus intake on faecal and non-faecal phosphorus excretion in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and the consequences for comparative phosphorus availability studies. **Aquaculture**, v.188, p.383-398. 2000.

RODRIGUES, A.P.O. Nutrição e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Bol. Inst. Pesca**, v.40, p.135-145, 2014.

RODRIGUES, L. A.; FABREGAT, T. E. H. P.; FERNANDES, J.B.K.; NASCIMENTO, T.M.T.; SAKOMURA, N.K. Digestibilidade e tempo de trânsito gastrointestinal de dietas contendo níveis crescentes de fibra bruta para pacu. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.32, p.169-173, 2010. DOI: 10.4025/actascianimsci. v32i2.8625.

SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2014. 678p.

SANTANA, P. M. S.; ALMEIDA, A. C. A.; PEREIRA, U. C.; SANTOS, B. V.; VIEIRA, J. S.; BOMFIM, C. N. C. Digestibilidade aparente da quirera e farelo de arroz para o tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818). **Medicina Veterinária (UFRPE)**, [S. l.], v. 13, n. 3, p. 438–445, 2020. DOI: 10.26605/medvet-v13n3-3307. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/medicinaveterinaria/article/view/3307>. Acesso em: 17 nov. 2022.

SANTOS, E. L. et al. Considerações sobre o manejo nutricional e alimentar de peixes carnívoros. **Rev. Eletrôn. Nutr**, v. 11, n. 2, p. 2314-2351, 2013.

SANTOS, L.; FILHO, M. P.; SOBREIRA, C.; ITUASSÚ, D.; FONSECA, F. A. L. Exigência proteica de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) após privação alimentar. **Acta Amazonica**, V. 40, n.3, p. 597 – 604, 2010.

SENA, M. F. **Digestibilidade aparente de alimentos para tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, 2012, 54 p.

SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; BITTENCOURT, F.; COLDEBELLA, A.; REIDEL, A. Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2336-2341, 2010.

SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; BITTENCOURT, F.; COLDEBELLA, A.; REIDEL, A. Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2336-2341, 2010.

SILVA, R. S., SANTO., R. V. E., BARBOSA, A. V. C., SANTOS, M. A. S., CORRÊA, R. O., MARTINS JÚNIOR, H., & LOURENÇO JUNIOR, J. B. (2019). Digestibilidade aparente do farelo de palmiste em tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, 5, 1595-1600. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10968>

SILVA, A.J. Regime alimentar do pacu, *Colossoma mitrei* (Berg, 1895) no Pantanal do Mato Grosso em relação a flutuação do nível da água. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA**, 5, 1985. Campinas. Anais... Campinas: UNICAMP, 1985. p.179.

SINGH, P.; KUMAR, R.; SABAPATHY, S.N.; BAWA, A.S. Functional and edible uses of soy protein products. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Hoboken, v. 7, p. 14-28, 2008.

SOUSA, P. N. R. **Parâmetros bioquímicos e enzimáticos para jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados em alta e baixa frequência com diferentes níveis de proteína**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2012.

STECH, M. R., CARNEIRO, D. J., & CARVALHO, M. R. B. de. (2010). Fatores antinutricionais e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína de produtos de soja para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 32(3), 255-262. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i3.5819>.

TACON, A. G. J. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados: manual de capacitación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Brasília, Brasil. 1989. 572p.

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

UMA produção pesqueira e aquícola sem precedentes contribui decisivamente para a segurança alimentar global. **Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação**. 22 de jun. de 2022. Disponível em: < <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/es/c/1585153/>>. Acesso: 25 de Out.de 2022.

VAIOLA, S.; Mokady, S.; Rappaport, U. 1982. **Partial and complete replacement of fish meal by soybean meal in feeds for intensive culture of carp**. *Aquaculture*, 26: 223 – 232.

VIDAL J. R.; M.V.; DONZELE, J. L.; CAMARGO, A. C. S.; ANDRADE, D. R.; SANTOS, L.C. 1998. Níveis de proteína bruta para tambaqui (*Colossoma macropomum*), na fase de 30 a 250 gramas. Desempenho dos tambaquis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37: 421-426.

WILSON, R.P. Amino acid and proteins. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (Ed.). **Fish nutrition** 3rd ed. San Diego: Academic Press, 2002. p.49-179.

XIMENES, Luciano Feijão. Produção de pescado no Brasil e no Nordeste brasileiro. **Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil**, ano 5, n.150, jan.2021. (Caderno Setorial ETENE, n.150).