

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS CERES
BACHARELADO EM ZOOTECNIA
MARCELO MOREIRA SILVA**

NUTRIÇÃO DE PEIXES REDONDOS: *Piaractus* sp.

CERES – GO

2022

MARCELO MOREIRA SILVA

NUTRIÇÃO DE PEIXES REDONDOS: *Piaractus sp.*

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Bacharelado em Zootecnia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Zootecnia, sob orientação do Prof. Dr. Thony Assis Carvalho.

**CERES – GO
2022**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

S586n Silva, Marcelo Moreira
NUTRIÇÃO DE PEIXES REDONDOS: *Piaractus* sp. /
Marcelo Moreira Silva; orientador Dr. Thony Assis
Carvalho. -- Ceres, 2022.
22 p.

TCC (Graduação em Bacharelado em Zootecnia) --
Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2022.

1. Alimentação. 2. Caranha. 3. Híbridação. 4. Pacu.
5. Pirapitinga. I. Carvalho, Dr. Thony Assis,
orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:
Marcelo Moreira Silva

Matrícula:
2017103201810025

Título do trabalho:
NUTRIÇÃO DE PEIXES REDONDOS: *Piaractus* sp.

RESTRICÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

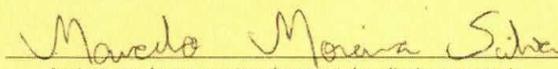
- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Ceres, Goiás

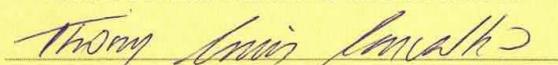
12 / 12 / 2022

Local

Data


Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Cliente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)



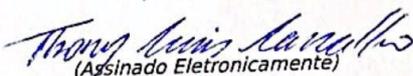
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

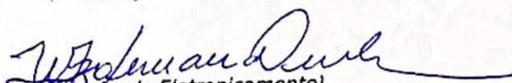
ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) 01 dia(s) do mês de Dezembro do ano de dois mil e vinte dois, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) Marcelo Moreira Silva, do Curso de Zootecnia, matrícula 2017103201810025, cujo título é "Nutrição de peixes redondos: *Piaractus* sp.". A defesa iniciou-se às 13 horas e 20 minutos, finalizando-se às 14 horas e 22 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho APROVADO com média 9,0 no trabalho escrito, média 9,6 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final de 9,3 pontos, estando o(a) estudante APTO para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano - RIIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.


(Assinado Eletronicamente)
Thony Assis Carvalho


(Assinado Eletronicamente)
Waideliza Fernandes da Cunha


(Assinado Eletronicamente)
Moisés Sena Pessoa

INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Ceres
Rodovia GO-154, Km.03, Zona Rural, None, None, CERES / GO, CEP 76300-000
(62) 3307-7100

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me guiou durante toda minha jornada acadêmica e que me permitiu ter a chance de estar presente em todas as experiências de estágios e pesquisas acadêmicas.

Agradeço aos meus pais, Celio Aparecido da Silva e Rosangela Francisca da Silva por estarem presentes nesta jornada e pela compreensão e apoio incondicional nesta minha decisão.

Agradeço ao Instituto Federal Goiano Campus Ceres, a todos os servidores que de alguma forma contribuíram com a minha formação e os novos conhecimentos que foram adquiridos.

Agradeço a minha esposa que esteve presente em momentos cruciais desta minha jornada, sempre me apoiando e me dando suporte.

Agradeço aos meus amigos que não mediram esforços para contribuir comigo, alguns que iniciaram a caminhada, aos que na metade teve que abandonar e aos que vieram até o final, vocês fizeram toda a diferença na minha formação profissional e acima de tudo pessoal.

Agradeço o companheirismo, a amizade, os esclarecimentos e orientações do meu professor e orientador Dr. Thony Assis Carvalho, que me amparou desde o início dessa minha jornada, me dando enriquecedores ensinamentos.

Obrigado!

**"Cada sonho que você desiste é um pedaço do seu futuro que você deixa
de viver."
Steve Jobs.**

RESUMO

A piscicultura no Brasil vem se tornando uma atividade rentável e promissora, por exigir pequenas áreas e ter baixo custo de produção, além do país contar com um grande potencial hidrográfico contendo doze bacias hidrográficas e uma grande diversidade de espécies. O custo com alimentação corresponde pelo menos 50% do custo final de produção, e em sistemas intensivos pode chegar a 70%. Dentre os entraves da nutrição de peixes está a relação proteína e energia, a definição e classificação de espécies nativas e seus híbridos. Como a proteína é um dos nutrientes que mais onera a dieta, é de suma importância determinar a concentração mínima desse nutriente, contudo a otimização da mesma está correlacionada com a inclusão de fontes de energia como carboidratos e lipídeos, em quantidades adequadas com o intuito de promover o efeito poupador de proteína. Diante da situação apresentada propõe-se discutir a luz do conhecimento utilizando-se da literatura disponível a fim de elucidar níveis e manejos sobre a nutrição de peixes do gênero *Piaractus* sp. e seus híbridos.

Palavras-chave: Alimentação. Caranha. Hibridação. Pacu. Pirapitinga.

ABSTRACT

Fish farming in Brazil has been consolidated as a profitable and promising activity, because it requires small areas and has low production costs, besides the country having a great hydrographic potential containing twelve watersheds and a great diversity of species. The costs of feeding fish correspond to at least 50% of the total production cost, and in intensive systems can reach 70%. Among the barriers of fish nutrition is the relationship of protein:energy ratio to nutrition of native species and hybrids. As protein is one of the most expensive nutrient in the diet, it is important to determine the minimum concentration of this nutrient, however the optimization of it is correlated with the inclusion of energy sources such as carbohydrates and lipids, in adequate amounts in order to promote the protein-sparing effect. In this case, it proposed to discuss the light of knowledge using the available literature in order to elucidate levels and managements on the nutrition of fish of the genus *Piaractus* sp. and their hybrids.

Keywords: Caranha. Food. Hybridization. Pacu. Pirapitinga.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A) Exemplar da espécie <i>Piaractus mesopotamicus</i> . B) Exemplar de <i>Piaractus brachypomus</i>	13
Figura 2 – Exemplar da espécie <i>Colossoma macropomum</i>	15

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Médias obtidas no desempenho do Pacu alimentado com diferentes fontes e níveis de proteína bruta.....	18
Tabela 2 – Peso final (g) e taxa de crescimento específico (TCE - $\% \cdot \text{dia}^{-1}$) de juvenis de Pirapitinga alimentados com diferentes níveis proteicos estocados em laboratório.....	18
Tabela 3 – Peso final (g) e taxa de crescimento específico (TCE - $\% \cdot \text{dia}^{-1}$) de juvenis de Pirapitinga alimentados com diferentes níveis proteicos estocados em gaiolas e tanques.....	19
Tabela 4 – Ganho de peso diário (GPD- $g \text{ dia}^{-1}$), crescimento diário (CD- $cm \text{ dia}^{-1}$), consumo médio diário (CMD - $g \text{ dia}^{-1}$) e conversão alimentar (CA) de juvenis de Pacu conforme a fonte de carboidrato.....	21
Tabela 5 - Valores médios de proteína bruta (PB - %) e energia bruta (EB - %), coeficiente de digestibilidade aparente da fração protéica (CDaPB - %) e da energia (CDaEB - %), proteína digestível (PD - %) e energia digestível (ED - kcal/kg) dos alimentos para o Pacu.....	25

SUMÁRIO

1. Introdução.....	13
2. Gênero <i>Piaractus</i> sp	15
3. Hibridação ou hibridização.....	17
4. Nutrientes.....	19
4.1 proteína	19
4.2 carboidratos.....	23
5. Digestibilidade.....	26
6. Considerações finais	26
7. Referências	27

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta grande potencialidade na produção aquícola, apresentando costa marítima de 8.500 km de extensão e 5.500 ha de depósitos de água doce e conta com grande diversidade de espécies nativas com potencial de cultivo comercial. O Brasil abrange 12 bacias hidrográficas em diferentes regiões com atributos climáticos particulares, entre elas: Bacia Amazônica, Tocantins Araguaia, Paraguai, Paraná, Parnaíba, São Francisco, Bacia Atlântico Nordeste Ocidental, Atlântico Nordeste Oriental, Atlântico Leste, Atlântico Sudeste, Atlântico Sul e Bacia do Uruguai (RIBEIRO et al., 2017).

De acordo com a Peixe BR (2022) a piscicultura brasileira apresentou produção de 841.005 toneladas de peixes de cultivo em 2021, com crescimento de 4,7% sobre as 802.930 toneladas do ano anterior. A atividade apresenta desempenho crescente, beneficiada por todas as características naturais, geração e difusão de tecnologia, disponibilidade de insumos e oportunidades de mercado (KUBITZA, 2007).

A piscicultura nacional e mundial se diversifica em suas características e apresenta métodos de produção variados, independentemente do tamanho comercial que ela represente. De acordo com Natori (2011) se apresenta em dois principais setores, dentre eles: os produtores de larga escala comercial que visam produção acelerada, alta taxa de produção e comércios nacionais e internacionais, por outro lado, os pequenos produtores familiares, baseados principalmente em formas de produção extensivas ou semi-intensivas que procuram atender o mercado local e regional.

Dentre as espécies nativas de peixes, os representantes pertencentes à ordem *Characiforme*, família: *Serrasalminidae*, o gênero *Piaractus sp.* apresenta uma vasta gama de espécies, dentre elas duas principais que apresentam comprovado potencial de cultivo sob condições de cativeiro, o Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e a Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), que ao longo de décadas vem conquistando e reservando espaço entre o mercado consumidor. Apresentam taxas de crescimento satisfatórias e boa aceitabilidade, as espécies pertencentes ao gênero *Piaractus sp.* em principal o Pacu e a Pirapitinga representam as maiores proporções entre as espécies de peixes nativos produzidos e consumidos nacionalmente (BRASIL, 2011).

Os entraves da nutrição de peixes nativos normalmente estão relacionados aos níveis de proteína, especificamente aminoácidos, e de energia das dietas para peixes.

A substituição da fração proteica da dieta, por menor que seja, pode representar, em produção de larga escala, não só efetivo ganho financeiro, mas impacto ambiental significativamente menor (BOOTH et al., 2013).

Desta forma, objetivou-se apresentar perspectiva a respeito da nutrição e alimentação de peixes pertencentes ao gênero *Piaractus* sp. e seus híbridos, por meio de compilado bibliográfico que permitem predizer sobre níveis nutricionais, hábitos alimentares e determinações de manejos relacionados na literatura.

2. Gênero *Piaractus* sp.

O gênero *Piaractus* sp. é pertencente ao reino *Animalia*, estando inserido a ordem dos *Characiformes* e tendo como família os *Characidae* e subfamília os *Serrasalminae*, apresenta uma distribuição ampla e diversificada estando presente em todas as bacias da América do Sul. Com espécies adaptadas a cada região em que se encontra o gênero *Piaractus* sp. apresenta alta aceitabilidade pelo mercado consumidor e está entre as espécies nativas mais vendidas e consumidas no Brasil (CRESCÊNCIO, 2005).

Comercialmente, boa parte do consumo de peixes redondos, pertencentes a este gênero, está localizada nos estados da região Centro-Oeste, podendo se destacar o Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, onde culturalmente a pesca dessas espécies sempre foi abundante. Com a popularização do consumo desse peixe em outras regiões, seu cultivo vem sendo estimulado em pisciculturas por todo país (KUBITZA, 2007).

De acordo com a Peixe BR (2022), em 2021 houve um recuo na produção de peixes nativos de cerca de 5,85% quando comparada a produção do ano anterior, tendo como principal entrave a falta de políticas de crédito e a burocracia para obtenção de licenças ambientais. O estado de Rondônia aparece em primeiro lugar na produção de peixes redondos (gênero *Piaractus* sp. e híbridos que o envolva) com uma produção de 59.600 toneladas e encabeça o ranking seguido pelo estado de Mato Grosso e Maranhão que dividem o segundo lugar com uma produção de 37.000 toneladas e como terceiro maior produtor brasileiro ficou o estado do Pará que despescou cerca de 24.200 toneladas. Entretanto de acordo com o mesmo autor, o potencial brasileiro para a produção de peixes nativos é enorme e com os incentivos corretos pode crescer exponencialmente.

O gênero *Piaractus* sp. apresenta duas principais espécies produzidas e comercializadas, sendo elas o *Piaractus mesopotamicus* e o *Piaractus brachypomus* sendo conhecidas popularmente por Pacu e Pirapitinga, respectivamente (Figura 1). Os peixes redondos são espécies onívoras, que possuem carne saborosa, resistência a patógenos, baixa exigência quanto à qualidade da água, baixa exigência proteica, resistência às baixas temperaturas, adaptabilidade ao cultivo em viveiros, métodos de reprodução estabelecidos, além de apresentar uma preferência entre os praticantes

de pesca esportiva (JOMORI et. al., 2008), despontando como uma das principais espécies produzidas no país.

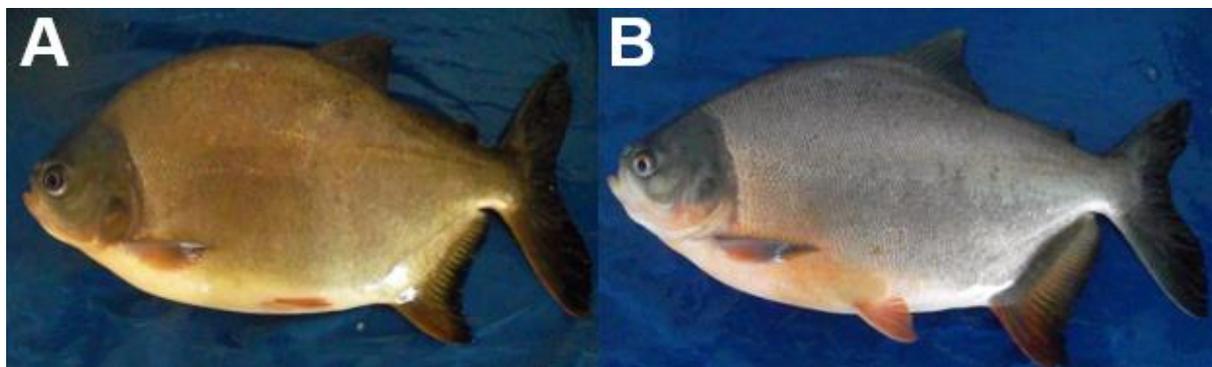


Figura 1: A - Exemplar da espécie *Piaractus mesopotamicus*. B – Exemplar de *Piaractus brachypomus*.

Fonte: Costa (2015).

A criação comercial de espécimes deste gênero pode divergir em virtude de fatores como a localização, clima e manejos, sendo que um país com dimensões continentais como o Brasil apresenta diferenças significativas entre suas regiões. De acordo com o que foi sugerido por Ostrensky et al. (2008) a densidade de estocagem e o tempo de cultivo podem variar a depender da região que está situada a piscicultura. Criações nas regiões sul dependem de densidades de estocagens reduzidas e tempo de produção maior, quando comparada com produções em mesmos moldes, situadas em regiões como o centro-oeste e norte.

3. HIBRIDAÇÃO OU HIBRIDIZAÇÃO

A definição de hibridação parte do conceito do acasalamento entre indivíduos puros, porém de raças, linhagens ou espécies diferentes, sendo realizadas a partir de grupos parentais geneticamente distantes. A avaliação desta distância genética pode ser realizada a partir da genealogia (parentesco genealógico), fenótipo ou por meio de marcadores ao nível molecular. De acordo com Costa (2015) a hibridação pode ser realizada, respectivamente, entre indivíduos de uma mesma espécie ou entre indivíduos de espécies diferentes, resultando em uma hibridação intraespecífica ou interespecífica.

Ambos os modelos de hibridação são utilizados, sendo a intraespecífica comumente aplicada como metodologia em programas de melhoramento com objetivo de aumentar a variabilidade genética. A hibridação interespecífica pode ser utilizada para a obtenção de indivíduos com desempenho zootécnico superior, transmitir características de interesse e em certos casos produzir indivíduos estéreis (COSTA, 2015).

A hibridação tem como principal efeito a exploração da heterose ou vigor híbrido, que se manifesta quando o caráter avaliado no híbrido é maior ou menor que a média dos genitores, podendo se expressar em heterose positiva ou negativa (SILVA, 2002). Em cruzamento com dois genitores, a heterose depende da existência de dominância, e das diferenças genéticas entre os parentais. A adaptação dos genitores ao ambiente é de suma importância, sendo possível a não observação de heterose quando os genitores não forem totalmente adaptados (MELCHINGER, 1999).

Em sistemas produtivos de organismos aquáticos, estes cruzamentos contribuem para o desenvolvimento de animais contendo características pré-determinadas e selecionadas com atratividade para seu cultivo comercial (HASHIMOTO et al., 2014). Esta técnica tem sido utilizada na piscicultura para promover características de interesse zootécnico e de manejo, e ainda para que atenda as demandas do mercado consumidor (MARTINS et al., 2016).

A hibridação interespecífica é adotada há décadas entre as espécies do gênero *Piaractus* sp. no intuito de aumentar o vigor híbrido e a busca por peixe mais dócil que apresente facilidade de manejo. Os primeiros relatos de hibridação interespecífica foram sobre a produção de “Tambacu”, híbrido pela fecundação de ovócitos de

Tambaqui (*Colossoma macropomum* (Figura 2)) e sêmen de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e também a produção do “Paqui” obtido com machos e fêmeas opostos ao do primeiro cruzamento. A origem do híbrido de Tambaqui com Pirapitinga, a “Tambatinga”, ocorreu no Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), quando demonstraram resultados satisfatórios de duas toneladas/ha/ano e taxas de sobrevivência de 81% (EMBRAPA, 2014).



Figura 2 – Exemplar da espécie *Colossoma macropomum*.

Fonte: Costa (2015).

4. NUTRIENTES

Os peixes dependem de recursos como as proteínas, aminoácidos, gorduras (lipídios), hidratos de carbono, fibras, vitaminas e minerais (macro e micro) em suas dietas. As determinações e níveis adequados de cada um desses nutrientes variam, não somente entre as espécies, mas também dentro das espécies, podendo ser influenciadas por fatores como a idade, funções produtivas e condições ambientais. Por exemplo, o peixe jovem, em crescimento ativo, requer nível mais alto de proteína que um peixe adulto. Machos e fêmeas em maturação de gônadas requerem maiores níveis de nutrientes do que peixes em repouso gonadal. No entanto, essas necessidades não estão bem estabelecidas para a grande maioria das espécies cultivadas ou potencialmente importantes para a piscicultura (RIBEIRO et al., 2017).

De acordo com Boscolo et al. (2011), são grandes os desafios encontrados pelos nutricionistas de espécies nativas, tendo em vista a aceitabilidade particular que cada espécie tem por sub-regiões dentro de uma mesma bacia hidrográfica. Características de adaptação ambiental fazem com que determinada espécie se destaque em uma região hidrográfica e não seja indicada para outras, haja vista as características ambientais e variações climáticas do País.

Em relação as exigências quantitativas para os dez aminoácidos essenciais (AAE) determinadas entre as espécies de peixes, prevalece que todas elas são espécies exóticas, entre elas a carpa (*Cyprinus carpio*), Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), Truta Arco Íris (*Oncorhynchus mykiss*), Bagre Americano (*Ictalurus punctatus*) e Salmão (*Oncorhynchus* sp.) (VÁSQUEZ-TORRES e ARIAS-CASTELLANOS, 2013). Neste sentido, a necessidade de desenvolver tecnologias que viabilizem a produção de espécies nativas tem levado os pesquisadores brasileiros a constantes estudos, especialmente em relação à alimentação e nutrição de peixes (ABIMORAD et al., 2007).

4.1 PROTEÍNA

Entre os nutrientes presentes nos tecidos dos peixes as proteínas são consideradas os principais constituintes. Em sua alimentação quando digeridas passam pelo processo de hidrólise em pequenos peptídeos e aminoácidos livres que serão absorvidos e distribuídos quando então formarão novas proteínas que terão sua predestinação ao crescimento, manutenção ou reprodução. Nos peixes além das

proteínas exercerem as funções de transporte de minerais e formação de anticorpos, tecidos e hormônios, elas também são fonte de energia (NRC, 2011).

A proteína (aminoácidos) é considerada o componente mais importante dos tecidos e também é caracterizada como nutriente essencial na dieta. A definição ideal quanto aos seus níveis na dieta, é um dos principais temas de estudos realizados recentemente. Atualmente a proteína caracteriza a porção mais onerosa da dieta final e sabendo que os custos com alimentação ultrapassam os 60% do custo de produção é crucial a definição do seu nível de inclusão ideal (FERREIRA et al., 2013).

Dietas formuladas com baixos teores proteicos podem retardar e diminuir o ritmo de crescimento dos peixes, comprometendo assim a eficiência, ou pior, provocando imunossupressão, quando o organismo mobiliza as proteínas de alguns tecidos para a manutenção de outras funções vitais. Quando administrada em excesso na dieta, parte dessa proteína irá compor os tecidos do animal e o restante será utilizada como fonte energética. Neste último caso, o prejuízo ambiental é maior pois o processo utilizado para produção de energia via utilização de proteínas (gliconeogênese) envolve a liberação do nitrogênio constituinte do grupamento amina e subsequente excreção na forma de amônia, degradando o meio em que os peixes estão inseridos (FRACALOSSO e CYRINO, 2013).

Diante da importância desse nutriente para os peixes, no sentido de elucidar os níveis e fontes proteicas que se adequassem às exigências de juvenis ($112,15 \pm 32,16$ g) do *Piaractus mesopotamicus*, Fernandes et al. (2001) avaliaram a substituição de farinha de peixe por farelo de soja (0, 50 e 100%), o que garantiu três diferentes níveis de proteína bruta na dieta (18, 22 e 26%). Verificou-se que mesmo com a substituição total do produto de origem animal, as variáveis de desempenho foram similares e o nível de 22% de proteína bruta foi adequado para adequação do desempenho de juvenis de Pacu (Tabela 1).

Também, para o *Piaractus brachypomus* (juvenis de $11,4 \pm 1,6$ g), cultivados em sistema de recirculação de água, alimentados com dietas semi-purificadas, verificou-se que o ganho de peso foi maximizado com incremento da proteína bruta da dieta até o nível de 32,0%. Níveis acima de 32% proporcionaram significativa redução nas taxas de crescimento específico e ganho de peso (VÁSQUEZ-TORRES, 2001).

Tabela 1 – Médias obtidas no desempenho do Pacu alimentado com diferentes fontes e níveis de proteína bruta.

Fontes	Consumo (g)	GP (g)	TCE (%.dia ⁻¹)	Peso (g)	CA
FA. de peixe	148,3	38,97	0,31	151,21	3,93
FA. de peixe + FE. de soja	158,97	51,75	0,38	162,67	3,31
FE. de soja	154,79	43,75	0,33	162,67	3,74
Níveis de proteína bruta (%)					
18	157,93	39,68	0,31	152,48	4,14
22	152,53	48,39	0,36	159,98	3,51
26	151,6	46,38	0,34	159,09	3,34

FA. – farinha; FE.- farelo; GP – ganho de peso; TCE – taxa de crescimento específico; CA – conversão alimentar.

Fonte: Fernandes et al. (2001).

Vásquez-Torres et al. (2012) avaliaram o crescimento de juvenis de Pirapitinga (peso inicial de 21 g) estocados em laboratório, recebendo dietas contendo níveis de proteína digestível entre 30,0 e 36,5%. Observou-se acréscimo nas médias das variáveis de peso final e taxa de crescimento específico (TCE) quando o conteúdo proteico ofertado aumentou (Tabela 2).

Tabela 2 – Peso final (g) e taxa de crescimento específico (TCE - %.dia⁻¹) de juvenis de Pirapitinga alimentados com diferentes níveis proteicos estocados em laboratório.

Ambiente	Parâmetros	Níveis de Proteína digestível (%)			
		30,0	32,4	36,5	
Laboratório	Peso	Inicial	21,00	21,00	21,00
		Final	48,00±9,00	49,00±9,00	51,00±9,00,
	TCE		1,70±0,20	1,74±0,23	1,82±0,15

Fonte: Vásquez-Torres et al. (2012).

Também em outras condições de cultivo (gaiolas e tanques) os espécimes de Pirapitinga quando receberam dietas contendo níveis de 27,7 a 36,3% de proteína digestível, verificou-se que tanto peso final, quanto o TCE, foram maximizados quando praticou-se maior nível proteico (Tabela 3) (VÁSQUEZ-TORRES et al., 2012).

Tabela 3 – Peso final (g) e taxa de crescimento específico (TCE - $\% \cdot \text{dia}^{-1}$) de juvenis de Pirapitinga alimentados com diferentes níveis proteicos estocados em gaiolas e tanques.

		Níveis de Proteína bruta (%)			
			27,7	33,3	36,3
Gaiolas	Peso	Inicial	29,00	29,00	29,00
		Final	180,70±20,00	176,50±25,60	190,70±51,30
	TCE		1,40±0,07	1,38±0,10	1,46±0,18
Tanques	Peso	Inicial	65,00	65,00	65,00
		Final	344,00±66,50	484,00±28,50	396,50±129,4
	TCE		1,66±0,38	1,33±0,32	1,70±0,57

Fonte: Vásquez-Torres et al. (2012).

Nas espécies piscícolas os aminoácidos que compõem as proteínas, são alguns dos nutrientes que mais oneram a dieta, sendo de suma importância determinar a concentração mínima desses, que implica no crescimento máximo dos peixes (HALVER e HARDY, 2002). O uso deste nutriente de maneira mais eficiente utilizando-se de esqueletos de carbono pela via metabólica da gliconeogênese promove ao peixe o “efeito poupador de proteína”, metabolismo que emprega o uso de proteína para manutenção, reparo de tecidos e crescimento, diminuindo a sua utilização como fonte energética (KUMAR et al., 2006).

Estudos mostraram que além da utilização do “efeito poupador de proteína” a determinação dos aminoácidos limitantes é imprescindível para o adequado crescimento dos peixes alimentados com dietas que demandem menor valor econômico. Para o gênero *Piaractus* sp. Cavalheiro et al., (2014), determinou que dietas com predominância de proteína de origem animal, a Lisina, a Treonina e o Triptofano são os primeiros aminoácidos limitantes.

Sendo assim, no sentido de elucidar níveis adequados de Lisina e Metionina na dieta de *Piaractus mesopotamicus*, Muñoz Ramírez (2002) avaliou níveis crescentes desses aminoácidos totais (0,2, 0,4 ou 0,6%) que foram incluídos a uma dieta basal com 22% de proteína bruta (PB), 4100 Kcal de energia bruta (EB)/Kg, 0,42% de Metionina e 1,16% de Lisina fornecidos a alevinos com peso médio de 14,98 ± 1,16 g. Verificou-se similaridade sobre a conversão alimentar, as taxas de crescimento específico, de eficiência proteica, consumo alimentar aparente e proporção de proteína bruta/extrato etéreo no ganho de peso entre os níveis

avaliados. Esses resultados comprovaram que na fase inicial de desenvolvimento do Pacu, os níveis nutricionais estudados de Lisina e Metionina, não interferiram no desenvolvimento dos alevinos.

4.2 CARBOIDRATOS

Devido a disponibilidade de alimentos em seu habitat natural os peixes utilizam as proteínas e gorduras mais facilmente que os carboidratos como fonte de energia, porém, estudos revelam que em níveis adequados, peixes onívoros podem aproveitar, substancialmente frações de carboidratos das dietas permitindo assim desonerar o custo com alimentação.

A inclusão de fontes de carboidratos, principalmente os alimentos ricos em amido e polissacarídeos apresentam resultados positivos quando em níveis adequados, substituindo frações proteicas como fonte de energia para o peixe, promovendo desta forma o efeito poupador de proteína. Outros benefícios da substituição são o econômico e ambiental, pois a menor utilização de proteína resulta em menor custo da dieta levando em conta que o nutriente que mais onera a ração são as fontes proteicas, e menores taxas de excreção de amônia no ambiente (BOSCOLO et al., 2011).

No sentido de elucidar os benefícios da utilização de carboidratos Della-Flôra (2017), avaliou o efeito de dietas contendo diferentes fontes de carboidratos (Milho, Quirera de arroz e Sorgo), sobre o crescimento e metabolismo de juvenis ($12,13 \pm 0,09$ g) de *Piaractus mesopotamicus* mantidos em sistema de recirculação de água em tanques (280 L), alimentados com dietas extrusadas, por três vezes ao dia. As três fontes de carboidratos foram adequadamente utilizadas pela espécie, sem qualquer efeito adverso sobre as taxas de crescimento e sobrevivência. Todavia, o milho apresenta melhor aproveitamento dentre as fontes de carboidratos da dieta, pois a Quirera de arroz e o Sorgo geraram aumento no catabolismo de aminoácidos no processo de produção de energia de acordo com o que foi constatado após avaliar o nível de amônia no sangue.

Estudos realizados por Ramirez (2005), avaliaram a utilização de diferentes fontes de carboidratos para juvenis ($49,1 \pm 8,3$ g) de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com sete dietas isoprotéicas, semipurificada (farinha de peixe, carboximetil celulose, celulose microfina, óleo de soja e suplemento vitamínico e

mineral) incluindo em cada uma 40% de uma das sete diferentes fontes purificadas de carboidratos (amido de milho regular, amido de milho ceroso, amido de milho pré-gelatinizado, fécula de mandioca modificada e pré-gelatinizada, dextrina, maltodextrina e dextrose). As fontes de carboidratos mais complexas proporcionaram pior desempenho quando comparado a dietas contendo a fécula de mandioca e o amido pré-gelatinizado e modificado (Tabela 4).

Tabela 4 – Ganho de peso diário (GPD- $g\ dia^{-1}$), crescimento diário (CD- $cm\ dia^{-1}$), consumo médio diário (CMD - $g\ dia^{-1}$) e conversão alimentar (CA) de juvenis de Pacu conforme as fontes de carboidrato.

Causas de variação	Parâmetros			
	GPD	CD	CMD	CA
AR	0,67	0,08	1,40	2,16
AC	0,77	0,09	1,33	1,78
APgM	1,01	0,10	1,42	1,47
FPgM	1,31	0,10	1,63	1,25
DX	0,97	0,10	1,84	1,92
MD	0,68	0,09	1,20	1,76
DT	0,10	0,04	0,48	4,85
CV (%)	30,90	12,10	20,20	10,70

AR: amido de milho regular; AC: amido de milho ceroso; APgM: amido de milho pré-gelatinizado e modificado; FPgM: fécula de mandioca modificada e pré-gelatinizada; DX: dextrina; MD: maltodextrina; DT: dextrose.

Fonte: Ramirez (2005).

No intuito de transparecer a relação carboidrato:lipídeo como fonte de energia para juvenis ($7,8 \pm 0,49\ g$) de *Piaractus brachypomus*, Vásquez-Torres (2001) avaliaram os efeitos de dietas semipurificadas, isoprotéicas, com 32% de proteína e níveis de energia entre 500 e 540 Kcal/100g em esquema fatorial AxB sendo A: três níveis de carboidrato (20,0, 28,0 e 36,0) e B: três níveis de lipídeos (4,0, 8,0 e 12,0%). Os dados indicaram que a Pirapitinga tem maior eficiência para utilização de carboidratos do que lipídeos como fonte de energia.

São limitados os dados disponíveis na literatura científica quanto à possibilidade de inclusão de carboidratos estruturais (polissacarídeos não-amiláceos – PNA's) na dieta de peixes. Os peixes não produzem a celulase para digerir a

celulose, no entanto é possível a inclusão de até 9,0% de fibra bruta em dietas na alimentação de peixes do gênero *Piaractus* sp. (PEDRON et al., 2011). Diante dessa condição, o uso de aditivos, como uso de enzimas, especialmente carboidrases, proteases e fitases, capazes de desdobrar componentes não digestíveis ou antinutricionais, podem perfazer importante alternativa para nutrição de peixes redondos.

Neste sentido França (2015), avaliou a capacidade de absorção e deposição corporal de fósforo pelos peixes utilizando a enzima fitase em duas formas de inclusão para pacu, bem como avaliar a influência da extrusão na atividade da enzima. Foram utilizados juvenis ($1,93 \pm 0,25$ g) de pacu, mantidos em sistema fechado de recirculação de água com filtragem biológica e mecânica. O experimento foi composto por seis tratamentos, tratamento 1 (sem adição de fosfato), 2 (com fosfato inorgânico), 3 (adição de fitase granulada 1500 UFA.Kg^{-1}), 4 (Adição de fitase granulada 3000 UFA.Kg^{-1}), 5 (adição de fitase líquida 1500 UFA.Kg^{-1}) e 6 (adição de fitase líquida 3000 UFA.Kg^{-1}). Foram analisados os dados de ganho de peso, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência proteica, taxa de crescimento específico, sobrevivência, retenção de fósforo (ração, ossos, sangue) e análise da atividade enzimática para avaliação da influência do processamento. Observou-se que a enzima em sua forma líquida (Tratamento 5) apresentou uma melhora no desempenho zootécnico de uma forma em geral e que o processo de extrusão afetou de forma negativa a atividade da enzima.

5. DIGESTIBILIDADE

A avaliação de digestibilidade é recorrente em estudos de nutrição, o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) se apresenta como importante dado para determinação do valor nutricional do alimento, uma vez que cada ingrediente possui sua composição química e cada animal apresenta particularidade digestiva para alimentos específicos. O CDA de ingredientes além de permitir inferir valor biológico a formulação de rações eficientes, nutricionalmente completas, auxilia na regulação de determinados componentes da dieta que quando em excesso podem causar danos ao organismo dos peixes e ao ambiente de cultivo, prejudicando assim a produção e provocando prejuízos ambientais (GONÇALVES e CARNEIRO, 2003).

Os dados quanto a digestibilidade dos alimentos utilizados na formulação da dieta é de suma importância para ser evitado o excesso ou a falta de determinados componentes e assim ocorra a sub ou superdosagem. Associado a esse aspecto, a definição dos níveis de exigências nutricionais também se apresenta de suma importância no processo de formulação. A ausência desses aspectos eleva a ineficiência de uso dos nutrientes, reduzem a taxa de crescimento, pioram a sustentabilidade ambiental da produção piscícola e oneram o custo de produção (GONÇALVES e CARNEIRO, 2003).

De acordo com Ribeiro et al. (2017), a digestibilidade dos alimentos da dieta tem relação com o tempo de permanência do alimento no trato gastrointestinal e com as características ambientais as quais os peixes estão sendo submetidos. Nesse sentido avaliou-se o trânsito do alimento e o tempo de esvaziamento gástrico sobre o efeito de duas temperaturas de cultivo (23 e 27 °C) utilizando-se de juvenis de Pacu com peso médio inicial de 160g. Verificou-se diferentes tempos de trânsito gastrointestinal entre as duas temperaturas, em favor da temperatura de 27 °C, que foi 157,14% superior àquela verificada para a de 23 °C. Essa condição pode influenciar o melhor aproveitamento do alimento. Também, em relação ao tempo de esvaziamento gástrico, verificou-se que à maior temperatura, o esvaziamento foi 2,66 vezes mais rápido (56 vs. 21 horas) (DIAS-KOBERSTEIN et al., 2005).

No intuito de elucidar sobre a digestibilidade dos nutrientes e da energia das dietas, Abimorad e Carneiro (2004) avaliaram diferentes tipos de coletas de fezes de juvenis de pacu (250 g), em decorrência da possibilidade de lixiviação de parte dos nutrientes e ainda a contaminação das fezes. Foram avaliadas quatro metodologias,

dentre elas a dissecação intestinal, a extrusão manual, o método Ghelph e o Ghelph modificado, que se apresentaram equivalentes quanto aos seus propósitos. Em segunda etapa desse estudo, os autores avaliaram o CDA da proteína e da energia de cinco concentrados proteicos de origem animal, cinco de origem vegetal e quatro energéticos. Para tal fim, foram utilizadas rações elaboradas com 69,5% de dieta-referência, 30% do ingrediente teste e 0,5% de Óxido de cromo (Cr_2O_3), como indicador. Foi utilizado o método de extrusão manual para a coleta de fezes. O CDA da energia sobre a fração dos alimentos se apresentou alto e não variaram estatisticamente, apresentando maior índice o farelo de trigo com 93,89%. Os coeficientes de digestibilidade da energia dos alimentos variaram consideravelmente, apresentando altos valores (acima de 90%) para o sorgo, o farelo de arroz e soja crua ou tostada, e baixos valores (menores que 70%) para as farinhas de vísceras e de sangue, os farelos de soja e de algodão e levedura (Tabela 4).

Também Fabregat et al. (2008) avaliaram a digestibilidade aparente da proteína e da energia de quatro alimentos (amido de milho, glúten de milho, farelo de girassol e celulose purificada) utilizados na alimentação de juvenis de pacu ($50,53 \pm 5,70$ g) estocados em aquários com capacidade para 100 litros em temperatura média de $28,2 \pm 0,7^\circ\text{C}$. Para a coleta das fezes foi utilizado o sistema de Guelph modificado e o Cr_2O_3 foi utilizado como marcador inerte.

Os alimentos mais fibrosos como glúten de milho e farelo de girassol apresentaram coeficiente de digestibilidade menor, enquanto que o amido de milho apresentou CDA da energia de 99,98%. Em relação a digestibilidade da proteína dos alimentos relacionados se apresentaram com valores aproximados quando comparados aos resultados obtidos sobre o CDA de energia, evidenciando a alta eficiência de aproveitamento da proteína dos diferentes ingredientes para juvenis de pacu, isso decorrendo do baixo conteúdo de proteína dos alimentos (FABREGAT et al., 2008).

Esses resultados corroboram com a condição de que alimentos fibrosos não são boa alternativa para atender as exigências em energia de peixes redondos. Considerando que quanto mais fibrosos os alimentos, maior o tempo de passagem pelo trato intestinal, que de acordo com os autores relacionados anteriormente apresenta taxas menores de aproveitamento de energia dos alimentos.

Tabela 5 - Valores médios de proteína bruta (PB - %) e energia bruta (EB - %), coeficiente de digestibilidade aparente da fração protéica (CDaPB - %) e da energia (CDaEB - %), proteína digestível (PD - %) e energia digestível (ED - Kcal/Kg) dos alimentos para o Pacu.

Alimentos	PB	CDaPB	PD	EB	CDaEB	ED
Farinha de Penas	79,02	75,73±11,33	59,84	5227,41	79,52±8,95	4156,84
Farinha de Peixe	58,30	88,40±3,41	51,54	3833,00	78,14±1,40	2995,11
Farinha de Vísceras	58,60	83,40±5,21	48,87	4489,03	69,99±5,81	3141,87
Farinha de Sangue	73,44	57,72±7,14	42,39	4831,75	67,41±3,71	3257,08
Farelo de Soja	44,59	81,14±6,74	36,18	4203,70	63,68±2,70	2676,92
Farinha de Carne e ossos	40,58	88,60±3,62	35,95	3022,53	83,98±2,31	2538,32
Soja tostada	37,06	92,04±2,74	34,11	5438,34	91,45±2,26	4973,36
Farelo de Algodão	38,90	86,00±1,83	33,45	4268,43	59,55±4,54	2541,85
Soja crua	39,58	83,46±5,11	33,03	5086,27	92,71±3,22	4715,48
Levedura	40,13	68,86±14,68	27,63	3837,37	45,77±3,78	1756,36
Farelo de Trigo	16,20	93,89±1,33	15,21	4081,90	81,16±1,03	3312,87
Sorgo	14,37	92,93±1,96	13,35	3719,10	93,36±4,02	3472,15
Farelo de Arroz	13,40	80,82±3,94	10,83	4541,45	92,73±2,40	4211,29
Milho	8,79	84,38±11,00	7,42	3996,90	86,69±2,69	3464,91
Coeficiente de variação (%)		8,23			5,14	

Fonte: Abimorad e Carneiro (2004).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A variabilidade genética, a metodologia empregada, incluindo os tipos de sistemas utilizados para determinações nutricionais envolvendo o gênero *Piaractus* sp. ainda se apresentam como entraves para a melhor adequação da nutrição das espécies que o compõem. Investimentos em pesquisas, que possam melhor elucidar esses aspectos no intuito de reduzir custos para o produtor, bem como os efeitos negativos quanto ao aspecto ambiental são necessários. A carência na definição de pacotes tecnológicos assertivos no cultivo de espécies nativas, especialmente as do gênero *Piaractus* sp., tem proporcionado perda progressiva da importância do cultivo dessas espécies em âmbito nacional.

7. REFERÊNCIAS

ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Métodos de Coleta de Fezes e Determinação dos Coeficientes de Digestibilidade da Fração Protéica e da Energia de Alimentos para o Pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1101-1109, 2004

ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J.; URBINATI, E.C. Growth and metabolism of pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887) juveniles fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. **Aquaculture Research**, v.38, p.36-44, 2007.

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.

BOOTH, M. A.; MOSES, M. D.; ALLAN, G. L. Utilisation of carbohydrate by yellowtail kingfish *Seriola lalandi*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 376-379, n. 1-4, p. 151-161, 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**. Brasília, p.60, 2011.

CAVALHEIRO A. C. M., CASTRO. M. L. S., EINHARDT M. D. S., POUHEY J. L. O. F., PIEDRAS S. N., XAVIER E. G. Micro ingredientes utilizados em alimentação de peixes em cativeiro – Revisão. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, 109, p. 11-20, 2014.

COSTA, A. C. **Imputação de parentesco genético e predição das capacidades combinatórias em *Serrasalmideos***. Tese (Doutorado em Produção e Nutrição de Não Ruminantes) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, p. 26-30. 2015.

CRESCÊNCIO, R. Ictiofauna brasileira e seu potencial para criação. In: **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. UFSM, ed. Santa Maria, p.23-26, 2005.

DELLA FLORA, M. A. L. **Fontes de carboidratos Na Alimentação De Juvenis De Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. Tese (Doutorado em Nutrição e Alimentação Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2017.

DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R.; CARNEIRO, D.J.; URBINATI, E.C. Tempo de trânsito gastrointestinal e esvaziamento gástrico do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em diferentes temperaturas de cultivo. **Acta Scientiarum**, v. 27, n. 3, p. 413-417, 2005.

EMBRAPA. Riscos genéticos da produção de híbridos de peixes nativos. 1. ed. Palmas, TO: **EMBRAPA PESCA E AQUICULTURA**, p. 22-30, 2014.

FABREGAT, T.E.H.P.; FERNANDES, J.; RODRIGUEZ, L.; BORGES, F.; PEREIRA, T.; NASCIMENTO, T. Digestibilidade aparente da energia e da proteína de ingredientes selecionados para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 6, n. 4, p. 459-464, 2008.

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**, p.617-626, 2001.

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**, v.43, p.439 – 446, 2013.

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

FRANÇA, W. G.; **Avaliação do uso da fitase em dietas à base de fontes vegetais na alimentação do pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável) – Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná, Polatina-PR, 2015.

GONÇALVES, E. G.; CARNEIRO, D. J. Coeficiente 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.

HALVER, J. E; HARDY, R. W. Nutrient Flow and Retention. In: Halver, J. E; Hardy, R.W. **Fish Nutrition**. 3 ed, Academic Press. p.755-770, 2002.

HASHIMOTO, D. T.; DO PRADO, F. D.; SENHORINI, J. A.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Aquicultura de híbridos de bagres neotropicais: estratégias genéticas para conservação e manejo. **Carpa e Bagre: Biologia, Comportamento e Estratégias de Conservação**, p. 1-30, 2014. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/11449/172492> >.

JOMORI, R. K.; DUCATTI, C.; CARNEIRO, D. J.; PORTELLA, C. M. Stable carbon and nitrogen isotopes as natural indicators of live and dry food in *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) larval tissue. **Aquacult. Res.**, v.39, p.370-381, 2008.

KUMAR, S.; SAHU, N. P.; PAL, A. K.; CHOUDHURY, D.; MUKHERJEE, S. C. Studies on digestibility and digestive enzyme activities in *Labeo rohita* (Hamilton) juveniles: effect of microbial α amylase supplementation in nongelatinized or gelatinized corn-based diet at two protein levels. **Fish Physiol And Biochem**, Holanda, v.32, p.209-220, 2006.

KUBITZA, F. A produção de pescado no mundo e aquicultura. **Panorama da Aqüicultura**. Rio de Janeiro, mar/abril, p.17, 2007.

MARTINS, M. G. et al. Inclusão de complexo enzimático ssf em rações para juvenis de tambacu. **Archives of Veterinary Science**, v.21, n.1, 2016.

MELCHINGER, A. E. Genetic diversity and heterosis. In: COORS, J. G.; PANDEY, S. (Ed.). The genetics and exploitation of heterosis in crops. **Madison: ASA/CSSA**, p.99-118, 1999.

MUÑOZ-RAMÍREZ, A.P.; CARNEIRO, D.J. Suplementação de Lisina e Metionina em dietas com baixo nível protéico para o crescimento inicial do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.4, p.909-916, 2002.

NATORI, M. M. **Ingredientes derivados do milho em dietas para tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) e pacu (*Piaractus mesopotamicus*): digestibilidade, desempenho e viabilidade econômica**. Dissertação (Mestrado em Qualidade de Produtividade Animal) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, Pirassununga-SP, 2011.

NRC. Nutrient Requirements of Fish. Washington, **National Academy Press**, p.376, 2011.

OSTRENSKY, A. et al. Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer. In: **A. Ostrensky, J. R. Borghetti, D. Soto**. Brasília, p.276, 2008.

PEDRON, F. et al. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) com diferentes proporções de amilose:amilopectina na dieta. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.63, p.207, 2011.

PEIXE BR. **Anuário Brasileiro de Piscicultura**. São Paulo. p.23, 2022.

RAMIREZ, A. P. M., **UTILIZAÇÃO DE CARBOIDRATOS DIGESTÍVEIS EM DIETAS PARA PACU, *Piaractus mesopotamicus***. TESE (Doutorado em Aquicultura) - Centro de aquicultura UNESP Campus Jaboticabal. Jaboticabal. 2005.

RIBEIRO, F. M.; et al. Alimentação e nutrição de pacu (*Piaractus mesopotamicus*): revisão de literatura. **Nutritime Revista Eletrônica**, v.14, n.1, p.4936-4943, 2017.

SILVA, L. L. **Heterose e capacidade de combinação em cruzamentos dialélicos parciais de pimentão**. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, p.82, 2002.

VASQUEZ-TORRES, W. **EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA, GORDURA E CARBOIDRATOS EM DIETAS PARA CRESCIMENTO DE JUVENIS DE PIRAPITINGA; *Piaractus brachypomus***. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Amazonas. Amazonas, 2001.

VÁSQUEZ-TORRES, W.; HERNÁNDEZ, A. G.; GUTIÉRREZ, E. M. C.; YOSSA, M. I. Efecto del nivel de proteína dietaria sobre el crecimiento y parámetros séricos en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, p.450-461, 2012.

VÁSQUEZ-TORRES, W.; ARIAS, C. J. A. Crescimento de juvenis de *Piaractus brachypomus* alimentados com dietas contendo diferentes perfis de aminoácidos essenciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, p.849-856, 2013.