



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL



**CARACTERIZAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE APARENTE DE RAÇÕES  
CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE PROTEÍNA BRUTA NA ALIMENTAÇÃO  
DE JUVENIS DE MATRINXÃ *Brycon amazonicus***

CESAR AUGUSTO ALVES GONÇALVES

MANAUS-AMAZONAS

Setembro, 2018

CESAR AUGUSTO ALVES GONÇALVES

**CARACTERIZAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE APARENTE DE RAÇÕES  
CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE PROTEÍNA BRUTA NA ALIMENTAÇÃO  
DE JUVENIS DE MATRINXÃ *Brycon amazonicus***

Orientador: Jackson Pantoja Lima, Dr.

Co-orientadora: Márcia Regina Fragoso Machado-Bussons, Dra.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal-PPGCAN da Universidade Federal do Amazonas-UFAM como requisito final para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

MANAUS-AMAZONAS

Setembro, 2018

### Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

G635c      Gonçalves, Cesar Augusto Alves  
Caracterização da digestibilidade aparente de rações contendo níveis crescentes de proteína bruta na alimentação de juvenis de matrinxã *Brycon amazonicus* : Caracterização da digestibilidade aparente de rações contendo níveis crescentes de proteína bruta na alimentação de juvenis de matrinxã *Brycon amazonicus* / Cesar Augusto Alves Gonçalves. 2018  
36 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Jackson Pantoja Lima  
Coorientadora: Márcia Regina Fragoso Machado-Bussons  
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Amazonas.

1. *Brycon amazonicus*. 2. eficiência protéica. 3. enzimas. 4. Matéria seca. I. Lima, Jackson Pantoja II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



Poder Executivo  
Ministério da Educação  
Universidade Federal do Amazonas  
Faculdade de Ciências Agrárias  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal



### ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

No dia 14 de setembro de 2018, às 09:00 horas, na Sala de Aula do PPGCAN, 2º Andar do Bloco da Pós-Graduação FCA/ICB, Setor Sul do Campus Universitário da UFAM, Manaus/AM, **Cesar Augusto Alves Gonçalves**, realizou a Defesa de Dissertação de Mestrado intitulada "Digestibilidade aparente de juvenis de matrinxã alimentados com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta".

#### Banca Examinadora:

Membros	Parecer	Assinatura
Dr. Jackson Pantoja Lima (IFAM) – Presidente	Aprovado (✓) Reprovado ( )	
Dra. Cristina Motta Buhrnheim (UFAM) – Membro	Aprovado (X) Reprovado ( )	
Dr. Bruno Olivetti de Matos (NILTON LINS) – Membro	Aprovado (X) Reprovado ( )	

Manaus, 14 de setembro de 2018

Resultado Final: Aprovado (X)  
Reprovado ( )



Universidade Federal do Amazonas- Faculdade de Ciências Agrárias  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal- PPGCAN  
Setor Sul do Campus Universitário da UFAM- Bloco FCA/ICB- 2º Andar-Setor Sul- Campus Universitário  
Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 6.200 Coroado I - CEP: 69.077-000 Manaus- AM  
Fone: (092) 99128-7971/www.ppgcan.ufam.edu.br/e-mail: ppgcan.ufam@gmail.com

## AGRADECIMENTOS

Inicio meus agradecimentos primeiramente ao **Grande Arquiteto do Universo (DEUS)**, onde Ele colocou pessoas tão especiais a meu lado, sem as quais certamente não teria dado conta!

A minha mãe, **Maria do Perpétuo Socorro Alves Gonçalves**, meu infinito agradecimento. Que sempre acreditou em minha capacidade, me achando O MELHOR de todos. Isso só me fortaleceu e me fez tentar, dia a pós dia a não ser O MELHOR, mas a fazer o melhor de mim. Obrigado pelo amor incondicional!

A minha amada noiva, **Maira Ferreira da Silva**, por ser tão importante na minha vida. Sempre ao meu lado, pondo-me para cima e me fazendo acreditar que posso mais que imagino. Devido a seu companheirismo, amizade, paciência, compreensão, apoio, alegria e amor, este trabalho pôde ser concretizado.

A meus irmãos, **Demetrius Cesar Alves Gonçalves**, **Nathalie do Socorro Alves Gonçalves Fonteles**, ao meu filho (do coração) **Fulgêncio Gabriel Alves Gonçalves** e ao meu cunhado **Alsides Arley Gonçalves Fonteles da Costa**, meu agradecimento especial, pois, ao modo deles, sempre se orgulharam de mim e confiaram em meu trabalho. Obrigado pela confiança!

Ao **Prof. Dr. Frank George Guimarães Cruz**, que acreditou em meu potencial de uma forma que eu não acreditava ser capaz de corresponder. Sempre disponível e disposto a me ajudar, querendo que eu aproveitasse cada segundo dentro do mestrado para absorver algum tipo de conhecimento. O senhor não foi somente meu professor, mas, em alguns momentos, conselheiro e amigo. O senhor se tornou uma referência profissional e pessoal para meu crescimento. Obrigado por estar ao meu lado e acreditar tanto no meu potencial.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Jackson Pantoja Lima**, onde com seus esforços e orientações conseguimos colocar esse trabalho adiante, conseguindo também recursos juntamente ao CNPq, cujo qual também venho a agradecer.

A minha Co-orientadora **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Márcia Regina Fragoso Machado-Bussons**, que cedeu-me seu laboratório para a realização do experimento, cujo qual aloquei meus alevinos e fiz coleta de material. Agradeço principalmente os puxões de orelha (orientações) merecidos durante a realização do trabalho, e das muitas conversas que tivemos durante e depois de toda a realização do trabalho.

Ao **Prof. Dr. Bruno Oliveira de Matos** da Universidade Nilton Lins, que respondeu de imediato ao meu pedido para a composição da minha banca de defesa de dissertação de mestrado.

A **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristina Motta Bührnheim**, a quem tenho muita consideração, quem esteve comigo desde a minha graduação, me dando forças para continuar e sempre orientado meus caminhos profissionais, colocando-se sempre a minha disposição. A esta pessoa tenho muito apreço e consideração.

Em especial aos meus amigos do mestrado, **André Ferreira Silva, Aryane Rabello da Silva, Cristiane Cunha Guimarães, João Paulo Ferreira Rufino, Marcelo dos Santos Nascimento**, pelos momentos divididos juntos, e tornando mais leve o meu trabalho. Aos poucos nos tornamos mais que amigos, nos tornando irmãos! Foi bom poder contar com vocês.

Ao meu amigo (*in memoriam*) **Sergio Simonetti Ribeiro**, que dignamente me apresentou à importância da humildade e simplicidade, e também com o comprometimento e persistência aos meus ideais. Agradeço a Deus, por ter lhe posto em meu caminho, pelas orientações, mesmo que por pouco tempo, muito obrigado.

Finalmente, gostaria de agradecer à **Universidade Federal do Amazonas (UFAM)**, a **Universidade Nilton Lins** e ao **Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCAN)** por abrirem as portas para este Biólogo, para que o eu pudesse realizar este sonho que era a minha DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. Proporcionaram-me mais que a busca de conhecimento técnico e científico, mas uma LIÇÃO DE VIDA. Ninguém vence sozinho... OBRIGADOA TODOS!

## RESUMO

A exigência correta de proteína bruta nas dietas proporciona um equilíbrio metabólico perfeito para o animal. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo determinar a digestibilidade aparente de rações para juvenis de matrinxã com diferentes níveis de proteína bruta. As unidades experimentais consistiam de grupos com 10 juvenis de matrinxã, totalizando 200 peixes, com cinco repetições por tratamento. Os dados coletados foram submetidos à análise de regressão polinomial a 5% de significância. Diferenças ( $p < 0,05$ ) foram observadas na digestibilidade da matéria seca, com aumento no aproveitamento de nutrientes a partir do aumento do nível de proteína nas rações. Esse comportamento refletiu-se diretamente na digestibilidade dos demais nutrientes pelos juvenis de matrinxã, tais como cinzas, proteína bruta, energia aparente digestível, digestibilidade da energia digestível aparente e relação energia:proteína. Entretanto, este comportamento não foi observado ( $p > 0,05$ ) na digestibilidade do extrato etéreo. A digestibilidade do nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, cobre e zinco mostrou comportamento linear positivo ( $p < 0,05$ ), aumentando seu aproveitamento a partir do aumento do nível de proteína nas rações. Contudo, a digestibilidade de potássio, ferro e manganês reduziu ( $p < 0,05$ ) a partir do aumento do nível de proteína nas rações. O presente estudo indicou que o aumento do nível de proteína em rações para juvenis de matrinxã melhorou a digestibilidade dos nutrientes. Nossos resultados indicaram que 40% de proteína bruta nas dietas apresentaram melhores resultados. No entanto, o aumento exacerbado dos níveis de proteína e, conseqüentemente nitrogênio, nas rações pode causar desequilíbrios metabólicos, enfraquecendo a absorção e aproveitamento de alguns nutrientes, como os microminerais.

**Palavras-chave:** *Brycon amazonicus*, eficiência protéica, enzimas, matéria seca.

## ABSTRACT

The correct requirement of crude protein in the diets providing a perfect metabolic balance to the animal. Thus, the present study aimed to determine the apparent digestibility of juveniles of *matrinxã* fed diets with different crude protein levels. The experimental units (replicates) consisted by groups with 10 juveniles of *matrinxã*. There were five replicates for each feed tested (see below), totalling 20 replicates. Data collected were subjected to polynomial regression at 5% of significance. Differences ( $p < 0.05$ ) were observed in digestibility of %dry matter, with raise in the digestibility from increase of protein level in the diets. This behaviour was directly reflected in the digestibility of nutrients by juveniles of *matrinxã*, such as %ashes, %crude protein, apparent digestible energy, %digestibility of apparent digestible energy and energy:protein ratio. However, this was not observed ( $p > 0.05$ ) in the digestibility of %etheral extract. Digestibility of nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium, copper and zinc showed linear positive ( $p < 0.05$ ) behaviour, raising the use of these minerals from increase of the protein level in the diets. Yet, digestibility of potassium, iron and manganese reduced ( $p < 0.05$ ) from increase of protein level in the diets. The present study indicates that raise of protein level in diets for juveniles of *matrinxã* improves nutrient digestibility. Our results indicate that 40% of crude protein in the diets showed better results. However, exacerbated raise of protein levels, and consequently nitrogen, in diets may cause metabolic imbalances, fade the absorption and use of some nutrients, as microminerals.

**Keywords:** *Brycon amazonicus*, dry matter, enzymes, protein efficiency.

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Ilustração do matrinxã ( <i>Brycon amazonicus</i> ) .....	5
<b>Figura 2.</b> Exemplar de matrinxã utilizado durante a fase experimental .....	9
<b>Figura 3.</b> Manejo dos animais e estrutura utilizada durante fase experimental.....	10
<b>Figura 4.</b> Manejo dos animais e estrutura utilizada durante fase experimental.....	10
<b>Figura 5.</b> Ração com adição de óxido crômico (marcador) pré-processada e após o processamento .....	11
<b>Figura 6.</b> Ração com adição de óxido crômico (marcador) pré-processada e após o processamento .....	11
<b>Figura 7.</b> Comportamento da digestibilidade aparente dos nutrientes por juvenis de matrinxã alimentados com rações contendo diferentes níveis de proteína.....	13
<b>Figura 8.</b> Comportamento da relação energia digestível:proteína bruta (ED:PB) de juvenis de matrinxã alimentados com rações contendo diferentes níveis de proteína.....	14

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Formulação e composição calculada (%) de dietas para juvenis de matrinxã com diferentes níveis de proteína.....	10
<b>Tabela 2.</b> Coefficientes de digestibilidade aparente de juvenis de matrinxã alimentados com dietas com diferentes níveis de proteína.....	12
<b>Tabela 3.</b> Energia Digestível Aparente (EDa), Coeficiente de Digestibilidade da Energia Digestível Aparente (CDADa) e relação Energia/Proteína (ED:PB) de juvenis de matrinxã alimentados com dietas com diferentes níveis de proteína.....	13
<b>Tabela 4.</b> Digestibilidade do perfil de minerais de juvenis de matrinxã alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína .....	14

**SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
2.1. ESPÉCIE ESTUDADA: MATRINXÃ ( <i>Brycon amazonicus</i> ) .....	3
2.2. PRODUÇÃO DE MATRINXÃ EM CATIVEIRO .....	4
2.3. NUTRIÇÃO E DIGESTIBILIDADE DA MATRINXÃ .....	6
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	9
3.1. LOCAL DE DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO .....	9
3.2. MANEJO DOS ANIMAIS .....	9
3.3. VARIÁVEIS ANALISADAS .....	11
3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	12
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	12
4.1. RESULTADOS .....	12
4.2. DISCUSSÃO .....	15
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	18
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	19

## 1. INTRODUÇÃO

A aquicultura no Brasil é uma das atividades do agronegócio que mais se desenvolvem, especialmente devido alguns fatores, tais como as condições climáticas que tendem a ser favoráveis, além dos recursos hídricos abundantes. Sabe-se que quase metade de todo o pescado consumido no mundo, é de fato, exportado pelo Brasil.

Comparada à produção mundial de pescado em 2010 (aproximadamente 148 milhões de toneladas), o Brasil ainda encontra-se muito longe de setornar um dos maiores produtores de pescado, pois produziu no mesmo período apenas 1.264.765 t, apesar da sua grande capacidade hídrica. (MPA, 2010; FAO, 2012).

Neste contexto, a aquicultura gera um PIB pesqueiro de cincobilhões de reais para o Brasil, mobilizando cerca de 800 mil profissionais, gerando 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos, demonstrando seu enorme potencial de crescimento e geração de divisas para o Brasil (MPA, 2010).

E dentre as espécies que contribuem na aquicultura nacional, o *Brycon amazonicus* destaca-se como uma espécie restrita à bacia Amazônica. Todavia, esta é uma espécie com largo potencial para a exploração comercial, pois sua carne é apreciada em diversas localidades. O período reprodutivo de *B. amazonicus*, na natureza, ocorre em períodos de enchente entre os meses de dezembro a janeiro. Esta espécie atinge sua maturidade sexual entre 2 a 3 anos de vida, podendo variar quanto ao estado nutricional do animal. Os peixes do gênero *Brycon* do sexo feminino podem apresentar um dimorfismo sexual aparente, principalmente com a aproximação do período reprodutivo, ficando com a sua nadadeira anal caracteristicamente áspera.

É uma espécie de hábito alimentar classificado como onívoro, alimentando-se de frutos, sementes e pequenos organismos aquáticos (podendo alimentar-se até mesmo da própria espécie), e reofílica, vivendo em ambientes com correntezas. Já em condições de cativeiro, aceita ração extrusada (ração comercial), grãos, frutos e subprodutos agrícolas, apresentando um rápido crescimento.

A importância da proteína bruta na composição da ração é de grande importância, pois tende a auxiliar no desenvolvimento, na energia, no desempenho e na produção do animal. Compreende-se que a vinculação de proteína bruta na fabricação da ração, permite determinar os níveis de proteína, agregando um balanceamento perfeito. Estimasse que o custo de gasto com a fabricação da ração pode encarecer a criação do matrinxã (*B. amazonicus*), pode representar até 80% do valor do custo da produção para a Piscicultura. Avaliando esta informação, deve-se de fato compreender o quanto desta ração (proteínas), está sendo

consumida pelo organismo do animal e avaliar se o animal está nutrido ou alimentado fazendo um quantitativo do coeficiente da digestibilidade aparente da proteína bruta no organismo.

No que se refere à quantidade de energia (concentração energética) da ração, observa-se que a quantidade excessiva (acúmulo lipídico) de energia, pode vir a gerar mais gasto a mais quanto à produção na aquicultura, pois o animal pode estar apenas ganhando peso e não está nutrido. O excesso energético na ração consumido pelo animal pode até mesmo saciá-lo, mas também pode interferir na sua produção e desenvolvimento muscular, quanto ao baixo teor energético e baixo consumo, o animal pode não ter o ganho de massa muscular e com vir a ter perdas no seu desenvolvimento.

A importância da avaliação da digestibilidade aparente de diferentes níveis de proteína bruta em rações para a Matrinxã (*B. amazonicus*), está em analisar o quanto foi consumido de energia (proteína) pelo organismo do animal, através da análise de suas fezes, podendo desta forma compreender o quanto foi consumido e excretado pelo animal, o quantitativo de perda e ganho energético, visando uma melhor capacidade de desenvolvimento, produção e nutrição do animal. A coleta das fezes pode ser feita diretamente do tubo digestivo, com leve pressão dos dedos na região ventral do peixe ou, cuidadosamente, no fundo do aquário.

Diante do exposto, realizou-se este trabalho com o objetivo de determinar a digestibilidade aparente de rações para juvenis de matrinxã com diferentes níveis de proteína

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1.ESPÉCIE ESTUDADA: MATRINXÃ (*Brycon amazonicus*)

O matrinxã, (*Brycon amazonicus*, Spix & Agassiz, 1829) pertence à classe Actinopterygii, Ordem Characiformes, Família Characidae e Gênero *Brycon*, um grupo de identificação muito confuso por ausência de uma ampla revisão que abranja um grande número de espécies representativas de enorme distribuição geográfica do gênero (BORGES, 1986), com cerca de 62 espécies confirmadas, sendo considerado um dos maiores gêneros de *Characiformes* neotropicais (HOWES, 1982).



**Figura 1.** Ilustração do matrinxã (*Bryconamazonicus*). Fonte: SANTOS (2011).

Esta é uma espécie neotropical de água doce, nativa das bacias Amazônica e Tocantins, Araguaia (HOWES, 1982). O nome *Brycon*, que nomeia a subfamília Bryconinae, no significado etimológico, descende da palavra grega Brycon, que significa morder ou devorar com certo barulho (GODOY, 1975). Recentemente, Lima (2003) verificou que a espécie *Bryconcephalus*, que ocorre na Amazônia brasileira, amplamente criada no Brasil, é, na verdade, *B. amazonicus* e encontra-se restrito ao alto rio Amazonas.

A espécie é também conhecida como rabo-de-fogo, jatuarana e sardina colimorada (Colômbia). É uma espécie de grande porte, podendo alcançar 40 cm de comprimento; tem coloração cinza-amarelada, mais clara no ventre, e escamas com as bordas escuras (FERREIRA et al., 1998; SANTOS et al., 2006).

O matrinxã caracteriza-se como uma espécie originária da Bacia Amazônica, que segundo Soares (1989), em seu ambiente natural vive em águas com temperaturas elevadas durante todo o ano (27 a 29 °C). No entanto, estudos realizados por Guimarães e Storti Filho (1997) demonstram que a faixa de tolerância à temperatura por juvenis de matrinxã amplia-se entre 18 e 36° C, indicando a possibilidade de seu cultivo em várias áreas geográficas.

Os vários representantes do gênero *Brycon* participam de complexas interações ecológicas, como dispersão de sementes de árvores das florestas ripárias (GOTTSBERGER, 1978; GOULDING, 1980; BORGES, 1986; BUSSING, 1993; HORN, 1997).

Os juvenis de matrinxã são criados nas áreas de várzea, no período que vai da enchente até a seca (LEITE & ARAÚJO-LIMA 2002). Após saírem dos lagos e igarapés para primeira migração, época em que o rio está enchendo, os peixes formam grandes cardumes e migram para o rio principal até o sitio de desova. Após a desova, a matrinxã se dirige para florestas inundadas para se alimentar, onde permanecem de 4-6 meses (GOULDING, 1979).

É importante destacar que o gênero *Brycon* de maneira geral é amplamente distribuído na América Central e do Sul, e é considerado um dos maiores dentre os characiformes neotropicais, sendo o matrinxã uma espécie de ocorrência restrita à Bacia Amazônica (HOWES, 1982). A grande importância do matrinxã para a Amazônia Ocidental relaciona-se, principalmente, com o volume de desembarque e comercialização no mercado consumidor de Manaus (MERONA & BITENCOURT, 1988).

Por sua natureza agressiva, é muito apreciado pelos pescadores esportivos, além do seu alto valor comercial devido sua carne de excelente qualidade. Indivíduos jovens da espécie apresentam forte comportamento territorialista e agressividade entre indivíduos (SERRA et al., 2008; FERRAZ & GOMES, 2009), sendo comportamento dificultoso para práticas de manejo, como é o caso do transporte em que ocorre agrupamento dos peixes. Perdas por mortalidade costumam ser comuns após o transporte em decorrência direta ou indireta do estresse (KUBITZA, 1997).

O matrinxã apresenta-se ainda como uma espécie de peixe de comportamento reofílico, ou seja, que vive em águas correntes, frias, alcalinas, neutras e até um pouco ácidas. Em seu habitat natural, rios de águas claras, o matrinxã gosta de ficar próximo a rochas e troncos de árvores submersos (HOWES, 1982; BORGES, 1986).

Em termos de crescimento somático, o matrinxã alcança no primeiro ano de vida de 700 até 1000g, e de 1300 a 1600g no segundo ano, demonstrando o potencial desta espécie para o cultivo (GRAEF et al., 1987). Soares (1989) constatou que o matrinxã apresenta taxa de crescimento acelerado, sendo um peixe bem resistente e de fácil adaptação em cativeiro, que aceita rações comerciais, conseguindo obter bons índices zootécnicos.

## **2.2.PRODUÇÃO DE MATRINXÃ EM CATIVEIRO**

A aquicultura, por seu crescente aporte na produção mundial de pescado, surge como alternativa para aumentar a produção de alimentos. Huss (1998) prevê que no próximo século

haverá um aumento na demanda de pescado nos países em desenvolvimento, por ser uma alternativa alimentar de alto valor nutritivo, possuir relativamente baixos teores de gordura e alta digestibilidade. Em geral, a composição química do pescado é extremamente variável, contendo entre 70 a 85% de umidade, 15 a 24% de proteína, 0,1 a 22% de gordura e 1 a 2% de minerais (OGAWA & KOIKE, 1987).

Estes percentuais variam de uma espécie para outra e também dentro de uma mesma espécie, dependendo da época do ano, do tipo e quantidade de alimento disponível, da qualidade da dieta consumida, do estágio de maturação sexual, da idade, das condições de cultivo e da parte do corpo analisada (LAGLER et al., 1977; CASTAGNOLLI, 1979; MACHADO, 1984; JUNK, 1985).

O matrinxã é de grande importância econômica na Bacia Amazônica, ocupando os primeiros lugares nos desembarques de Manaus e Porto Velho (GRAEF et al., 1993), sendo a segunda espécie mais criada na região Amazônica (BRANDÃO et al., 2005), só perdendo para o tambaqui (HOSHIBA et al., 2007) e tendo sua criação expandido consideravelmente na a partir da década de 90 devido especialmente suas características zootécnicas e organolépticas, tornando-se de grande interesse pelos pescadores. Esta espécie é também, muito procurada pelos pescadores espalhados pelo Estado de São Paulo, para a pesca esportiva (SCORVO FILHO et al., 1998).

Segundo Pantoja-Lima et al. (2015) a espécie é encontrada em 14% das pisciculturas em sistemas de viveiro escavado no Estado do Amazonas e 68% dos viveiros de canais de igarapé. De acordo com Gandra (2010), a espécie matrinxã (*Bryconamazonicus*) é a mais utilizada nos canais de igarapé por adaptar-se facilmente a este ecossistema de água corrente e límpida, o que vai de encontro a sua classificação como uma espécie reofílica, ou seja, que vive em ambientes de correnteza (FERREIRA et al., 1998).

É importante salientar que o sistema de cultivo em raceways, ao qual o cultivo em igarapé se assemelha, também é uma opção bastante utilizada no cultivo de matrinxã. Entretanto, este oferece algumas vantagens, se comparado ao cultivo em viveiros, tais como: permitir maiores taxas de estocagem e maior produção de biomassa por unidade de volume do que o sistema semi-intensivo (viveiro), visto que a água com elevada carga de matéria orgânica está sendo constantemente substituída por água limpa; ocupar menor espaço que viveiros ou barragens; facilitar as operações de despesca, alimentação e observação dos peixes (área inundada é menor) e propiciar menores custos de mão-de-obra no manejo (ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2009).

Além disso, a crescente demanda pelo cultivo desta Matrinxã em ambiente controlado se deve, principalmente, à sua pronta adaptação ao cativeiro e à aceitação de alimentos artificiais, tanto de origem vegetal quanto animal (IZEL et al., 2004).

Por se tratar de uma espécie de hábito alimentar onívoro, em condições de cativeiro, aceita de forma positiva a ração peletizada, grãos, frutos e subprodutos agrícolas apresentando rápido crescimento (HONCZARYK, 1999). Reimer (1982) já destacava que o matrinxã apresenta capacidade de adaptar seu metabolismo ao tipo de nutriente presente nas dietas, aumentando a atividade das enzimas digestivas em função do substrato de alimento ofertado (proteína, carboidrato ou gordura). Devido a essa característica, pode aproveitar eficientemente gorduras, carboidratos e proteínas como fonte de energia para realizar suas funções biológicas.

Esta espécie é capaz, ainda, de aproveitar eficientemente tanto alimentos protéicos de origem vegetal como de origem animal, tornando-a ainda mais atrativa para a produção em escala comercial, podendo utilizar ração com diferentes ingredientes, desde que atenda às suas necessidades nutricionais (CYRINO, 1986).

Esta destaca-se ainda como uma espécie com extenso potencial para a exploração comercial (VILLACORTA-CORREA, 1987; HONCZARYK, 1994), devido suas taxas de crescimento desejáveis, ótimo crescimento em condições de cativeiro, alta qualidade e sabor de carne, além de suportar altas densidades de estocagem (ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2009).

### **2.3. NUTRIÇÃO E DIGESTIBILIDADE DA MATRINXÃ**

O matrinxã na natureza costuma alimentar-se de pequenos invertebrados, plantas, frutos e matéria orgânica em decomposição, sendo classificado como planctófago, frugívoro, iliófago e/ou onívoro (FRACALOSSO & CYRINO, 2012).

Segundo Pizango-Paima (1997), o matrinxã em ambiente natural, não tem comportamento alimentar contínuo, e sua alimentação sofre flutuações pela abundância e escassez do alimento, como consequência das modificações do ambiente e dos processos de migração e reprodução. Para Goulding (1980), as matas alagadas e matas ciliares são os principais fornecedores da energia que sustentam peixes desta e de outras espécies da Amazônia.

Estimativas de digestibilidade tem sido prioridade para a nutrição na aquicultura, tanto para avaliar ingredientes ou a qualidade das rações completas (SADIKU & JUANCEY, 1995). Estudos têm revelado diferentes disponibilidades de energia para diferentes espécies, de acordo com as diferenças de fisiologia da digestão (DEGANI et al., 1997).

Neste contexto, a digestibilidade de uma ração é definida como a habilidade com que o animal digere e absorve os nutrientes e a energia contidos no mesmo (MAYNARD & LOOSLY, 1966). E o coeficiente de digestibilidade pode ser calculada por dois métodos, o indireto, em que a coleta de excreta é parcial, utilizando de indicadores como substância referência, e o direto, no qual a quantificação do alimento ingerido e a coleta de excretas são totais (NOÛE & CHOUBERT, 1986; PEZZATO et al., 1988; NRC, 1993).

Estudos de digestibilidade são importantes para o desenvolvimento de rações para o uso na aquicultura (JONES & DE SILVA, 1997), sendo um dos aspectos mais relevantes para avaliar a capacidade de uma determinada espécie em utilizar os nutrientes de um determinado alimento (HANLEY, 1987), além de ser um indicador potencial da energia e nutrientes disponíveis para o crescimento, manutenção e reprodução do animal, bem como dos níveis de nutrientes indigestíveis para avaliação de resíduos aquaculturais (CHO, 1993).

O óxido crômico é usado como indicador inerte em experimentos de digestão e balanço de nutrientes para animais domésticos, e este indicador tem sido utilizado com sucesso para a determinação da digestibilidade aparente em peixes (SMITH & LOVELL, 1973; NRC, 1993; DEGANI et al., 1997). Em estudos utilizando óxido crômico como indicador, o nutriente componente da dieta é calculado por intermédio da taxa do indicador para nutrientes no alimento e nas fezes (HANLEY, 1987).

De acordo com Cho (1987), a determinação da digestibilidade dos nutrientes de uma matéria prima é o primeiro cuidado quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão em uma ração para peixes. Os primeiros estudos sobre a determinação dos coeficientes de digestibilidade dos alimentos pelos peixes foram realizados por Homburger em 1877 (HEPHER, 1988). O valor nutritivo de um alimento depende de seu conteúdo em nutrientes e da capacidade do animal em ingeri-los e absorvê-los. O resultado desse processo varia em função da espécie, das condições ambientais, quantidade e qualidade do nutriente, proporção relativa entre os nutrientes e dos processos tecnológico a que o alimento tenha sido submetido. Assim, segundo o NRC (1993), a digestibilidade descreve a fração do nutriente ou da energia do alimento que não é excretada.

De acordo com Morales et al. (1999), a quantificação do alimento consumido e a coleta total das fezes é dificultada pelo meio aquático, por isso usa-se preferencialmente o método indireto de determinação de digestibilidade.

Silva et al. (2007) comentou ainda que a rápida expansão da atividade aquícola depende fundamentalmente de sistemas que usam rações balanceadas e de boa qualidade, por permitir o aumento na produtividade de espécies de valor econômico, com menor impacto

ambiental. Pezzato (1999) considerou ainda como um requisito necessário que as rações produzidas no Brasil apresentem-se, sendo formuladas e balanceadas pelo valor biológico dos ingredientes, e não por sua composição química.

E entre os produtos e subprodutos convencionais e alternativos disponíveis no Brasil para composição destas dietas, destacam-se o farelo de soja (FS), milho (MO), trigo (TG), farelo de trigo (FT), óleo de soja (OS), triticale (TC), milheto (MT) e farinha de varredura de mandioca (FM). Poucos são os trabalhos sobre a digestibilidade destes alimentos para os peixes, principalmente com relação aos alternativos. Outrora, devido à grande diversidade de espécies, as investigações com peixes, apesar de acumularem décadas, ainda se apresentam escassas quando comparadas com outras espécies de interesse zootécnico (PEZZATO, 1999; BOSCOLO, 2002).

Muitas vezes, para a formulação de rações para peixes, são utilizados valores de proteína e energia bruta ou digestíveis de alimentos determinados para outros animais (AKSNES & OPSTVEDT, 1998), o que não é nutricionalmente adequado, além de provocar maior impacto tanto à criação quanto ao ambiente, pois os nutrientes não digeridos e absorvidos serão excretados (SUGIURA et al., 1998).

A obtenção de um manejo alimentar adequado de uma espécie, depende de um conjunto de fatores que influenciam a ingestão dos alimentos tais como: quantidade e qualidade do alimento, tamanho, textura, cor, propriedades organolépticas do alimento, temperatura da água, oxigênio dissolvido, horário de arraçamento, frequência e ritmo de alimentação, sistema de criação, teor de proteína e energia da ração (FRASCA-SCORVO et al., 2007). Muitos estudos foram realizados sobre os mecanismos que regulam a ingestão de alimentos, tempo de trânsito gastrointestinal, identificação e detecção do alimento, tais como os estudos de Ivlev (1961), Brett (1971), Vahl (1979), Cowey(1981) e Cho (1992).

Neste sentido, Simpson e Raubenheimer (2001) propõem uma estrutura conceitual e experimental para estudos de ingestão de macronutrientes em peixes. Também, foram realizadas muitas investigações sobre a alimentação do matrinxã em cativeiro, sendo que, Saint-Paul e Werder (1977) realizaram os primeiros trabalhos investigando a alimentação, e outros autores realizaram investigações relacionadas à alimentação na natureza e a nutrição desta espécie, tais como: Borgethi et al., (1991), Izel et al. (1996), Gomes et al. (2000), Pezzato et al. (2000), Pizango-Paima et al. (2001), Salum et al. (2002), Izel et al. (2004), Hoshiba et al. (2007).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. LOCAL DE DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

O estudo foi conduzido no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos da Universidade Nilton Lins, Manaus, Amazonas, Brasil, de Janeiro à Março de 2017, em um delineamento inteiramente casualizado.

Os procedimentos de manejo dos animais seguiram as diretrizes estabelecidas pelo Comitê de Ética em Pesquisa Animal da Universidade Nilton Lins (Protocolo no. 009/2017 CEUA / UNL).

#### 3.2. MANEJO DOS ANIMAIS

As unidades experimentais (repetições) consistiram de grupos de 10 juvenis de matrinxã ( $51,4 \pm 1,1$  g de peso inicial e  $22,1 \pm 0,8$  cm de comprimento inicial). Houve cinco repetições para cada dieta testada (Tabela 1), totalizando 20 réplicas e 200 animais.



**Figura 2.** Exemplar de matrinxã utilizado durante a fase experimental. Fonte: Arquivo pessoal de Cesar Augusto Alves Gonçalves.

Os peixes foram obtidos de um incubatório comercial e tiveram permissão para se adaptar às condições experimentais por uma semana. As unidades experimentais foram constituídas em tanques circulares de polietileno de 200 L, adaptadas para coleta de fezes.

Os animais foram transportados em sacos plásticos de 80 litros, abastecidos com água e oxigênio, e transportados para a Universidade Nilton Lins (Figuras 3 e 4), aclimatados em caixas d'água de 300L pelo período de quarentena e alimentados com ração com 28% de PB.



**Figuras 3 e 4.** Manejo dos animais e estrutura utilizada durante fase experimental. Fonte: Arquivo pessoal de Cesar Augusto Alves Gonçalves.

Quatro dietas teste foram produzidas com base em formulações desenvolvidas especificamente para o matrinxã (IZEL et al., 2004). Os alimentos continham níveis similares de nitrogênio e energia, mas cada um continha diferentes níveis de proteína bruta (28%, 32%, 36% e 40%) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Formulação e composição calculada (%) de dietas para juvenis de matrinxã com diferentes níveis de proteína.

Ingredientes	Níveis de proteína (%)			
	28	32	36	40
Amido de milho	30,1787	21,1372	12,0958	3,0543
Farelo de soja (45%)	29,1454	39,0063	48,8673	58,7283
Farelo de trigo (16%)	10,0000	10,0000	10,0000	10,0000
Farinha de peixe (55%)	16,1759	15,3564	14,5369	13,7174
Farinha de carne e osso (45%)	10,0000	10,0000	10,0000	10,0000
Óleo de soja	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000
Fosfato bicálcico	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000
Suplemento Vitamínico. <sup>1</sup>	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500
Suplemento Mineral <sup>2</sup>	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutriente	Níveis Nutricionais			
Energia Digestível, kcal.kg <sup>-1</sup>	2.716,85	2.740,87	2.764,88	2.788,89
Proteína bruta, %	28,000	32,0000	36,0000	40,0000
Lisina, %	1,7032	1,9550	2,2069	2,4588
Triptofano, %	0,3064	0,3689	0,4314	0,4938
Treonina, %	1,0732	1,2289	1,3846	1,5403
Gordura, %	5,1400	5,1800	5,2500	5,3200
Cinzas, %	10,8327	11,2573	11,6820	12,1066
Fibra bruta, %	3,0287	3,6639	4,2991	4,9344
Sódio, %	0,2109	0,2143	0,2177	0,2211

<sup>1</sup> Vitaminamix (Nutreco®) por kg de produto: vitamina A, 5.000.000 UI; vitamina D3, 1.600.000 UI; vitamina E, 60.000 UI; vitamina K3, 6.000 mg; tiamina (B1), 10.000 mg; riboflavina (B2), 10.000 mg; niacina, 60.000 mg; piridoxina, 10.000 mg; ácido pantotênico, 20.000 mg; biotina, 300 mg; ácido fólico, 3.000 mg; cobalamina, 12.000 µg; inositol, 40.000 mg. Ácido ascórbico (vitamina C), 350.000 mg.

<sup>2</sup> Mineral mix (Nutreco®) por kg de produto: Mg, 25.000 mg; Fe, 35.000 mg; Cu, 20.000 mg; Zn, 80.000 mg; I, 1.000 mg; Mn, 50.000 mg; Se, 200 mg; e Co, 480 mg.

Para produzir o alimento, a mistura foi homogeneizada, adicionada a 10% de água e peletizada utilizando um moinho industrial. Pellets de 3 a 4 mm foram secos em estufa de circulação forçada (45 °C por 24 h). A ração foi armazenada a -20 °C em recipientes herméticos e as porções utilizadas na alimentação diária foram pesadas imediatamente antes do uso e mantidas em refrigeradores. Em todas as dietas foram adicionados 0,5% de óxido crômico (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). As dietas foram oferecidas quatro vezes ao dia (9:00, 12:00, 3:00 e 18:00), com coleta de fezes realizada até 30 dias (Figuras 5 e 6).



**Figuras 5 e 6.** Ração com adição de óxido crômico (marcador) pré-processada e após o processamento. Fonte: Arquivo pessoal de Cesar Augusto Alves Gonçalves.

### 3.3. VARIÁVEIS ANALISADAS

As amostras coletadas (dietas e fezes) foram armazenadas em placas de petri a -20 °C durante o período experimental, descongeladas à temperatura ambiente no final do período experimental, centrifugadas a uma rotação de 2,296g x 2 min, pesadas e secas em estufa de circulação de ar forçada a 55°C por 24 horas.

Após a secagem, as amostras foram analisadas no Laboratório Central da Universidade Nilton Lins de acordo com a AOAC (1999) para medir % de Matéria Seca (MS), % de Proteína Bruta (PC), % de Extrato Etéreo (EE), % de Cinzas (AS), % de nitrogênio (N) e perfil de minerais (% fósforo (P), % potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn)).

Para determinar os coeficientes de digestibilidade aparente, utilizou-se a equação citada por Cho et al. (1985):

$$CDA (\%) = 100 - \left[ 100 \times \left( \frac{\% Id}{\% If} \times \frac{\% Nf}{\% Nd} \right) \right]$$

Onde:

CDA = coeficiente de digestibilidade aparente;

Id = concentração de cromo na dieta;

Se = concentração de cromo nas fezes;

Nd = nutriente na dieta;

Nf = nutriente nas fezes.

A energia bruta foi estimada com base nos valores de energia calculados para proteína = 5,64 kcal / g, extrato etéreo = 9,44 kcal / g e extrato não-nitrogenado = 4,11 kcal / g, considerando o desdobramento para energia digestível (NRC, 2011).

### 3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada através do programa computacional SAS (2008), onde os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as estimativas dos tratamentos do Experimento 1 serão analisados por regressão polinomial à 0,01 e 0,05 de significância, enquanto as médias dos tratamentos do Experimento 2 foram avaliadas pelo teste de Tukey a 0,01 e 0,05 de significância.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. RESULTADOS

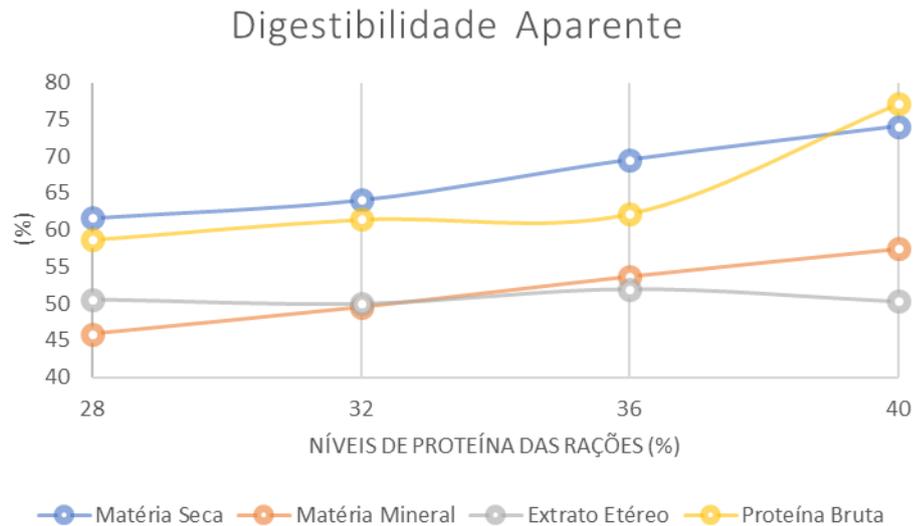
Os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente estão presentes na Tabela 2. Diferenças ( $p < 0,05$ ) foram observadas na digestibilidade da % de matéria seca ( $y = 4,273x + 56,62$   $R^2 = 0,98$ ), com aumento na digestibilidade do aumento do nível protéico nas dietas.

**Tabela 2.** Coeficientes de digestibilidade aparente de juvenis de matrinxã alimentados com dietas com diferentes níveis de proteína.

Coeficientes (%)	Níveis de Proteína (%)				p-valor	Efeito	CV (%)
	28	32	36	40			
Matérias seca	61,61	64,05	69,52	74,03	0,03	LP	11,32
Matéria mineral	45,88	49,51	53,66	57,41	0,02	LP	13,13
Extrato etéreo	50,60	50,00	52,01	50,29	0,06	ns	2,87
Proteína bruta	58,68	61,43	62,20	77,08	0,03	LP	2,63

CV - Coeficiente de variação. p-valor - coeficiente de probabilidade. LP - Linear positivo. ns - não significativo.

Este aumento na digestibilidade da matéria seca reflete diretamente na digestibilidade dos nutrientes pelos juvenis de matrinxã, como % de cinzas ( $y = 3,874x + 41,93$   $R^2 = 0,99$ ) e % de proteína bruta ( $y = 5,597x + 50,855$   $R^2 = 0,75$ ). Entretanto, esse comportamento não foi observado ( $p > 0,05$ ) na digestibilidade do extrato etéreo (Figura 7).



**Figura 7.** Comportamento da digestibilidade aparente dos nutrientes por juvenis de matrinxã alimentados com rações contendo diferentes níveis de proteína.

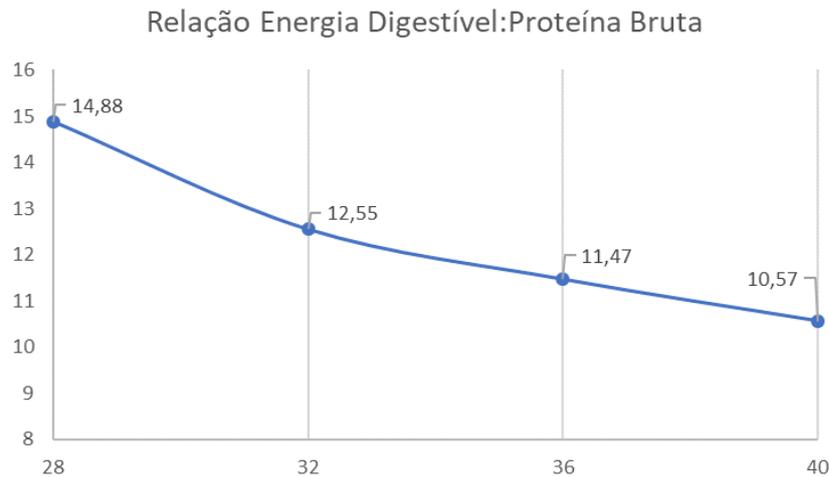
Os resultados do metabolismo energético estão presentes na tabela 3. O comportamento na digestibilidade da matéria seca também refletiu no metabolismo energético, com aumento gradual ( $p < 0,05$ ) na energia aparente digestível ( $y = 96,12x + 4460,00$   $R^2 = 0,94$ ) e % de digestibilidade de energia aparente digestível ( $y = 0,924x + 86,04$   $R^2 = 0,88$ ).

**Tabela 3.** Energia Digestível Aparente (EDa), Coeficiente de Digestibilidade da Energia Digestível Aparente (CDADa) e relação Energia/Proteína (ED:PB) de juvenis de matrinxã alimentados com dietas com diferentes níveis de proteína.

Coeficientes (%)	Níveis de Proteína (%)				p-valor	Efeito	CV (%)
	28	32	36	40			
Eda	4.531,89	4.674,43	4.777,27	4.818,04	0,04	LP	2,49
CDEda	86,38	88,57	89,20	89,25	0,03	LP	13,13
ED:PB	14,88	12,55	11,47	10,57	0,01	LN	2,88

CV - Coeficiente de variação. p-valor - coeficiente de probabilidade. LP - Linear positivo. LN - Linear negativo.

No entanto, a razão energia: proteína mostrou uma redução gradual ( $p < 0,05$ ) a partir do aumento dos níveis de proteína nas dietas ( $y = -1,401x + 15,87$   $R^2 = 0,94$ ). Este resultado demonstra um equilíbrio maior no balanceamento das rações com níveis mais elevados de proteína para juvenis de matrinxã (Figura 8).



**Figura 8.** Comportamento da relação energia digestível:proteína bruta (ED:PB) de juvenis de matrinxã alimentados com rações contendo diferentes níveis de proteína.

Os resultados do perfil dos minerais estão presentes na tabela 4. Digestibilidade do nitrogênio ( $y = 9,016x + 3,43$   $R^2 = 0,89$ ), fósforo ( $y = 14,986x + 31,73$   $R^2 = 0,97$ ), cálcio ( $y = 7,545x + 61,73$   $R^2 = 0,94$ ), magnésio ( $y = 13,392x + 14,565$   $R^2 = 0,89$ ), cobre ( $y = 9,726x + 42,19$   $R^2 = 0,92$ ) e zinco ( $y = 4,248x + 65,83$   $R^2 = 0,99$ ) apresentaram comportamento linear positivo ( $p < 0,05$ ), elevando o uso desses minerais a partir do aumento do nível de proteína nas dietas.

**Tabela 4.** Digestibilidade do perfil de minerais de juvenis de matrinxã alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína.

Coeficientes (%)	Níveis de proteína (%)				p-valor	Efeito	CV (%)
	28	32	36	40			
Nitrogênio	14,95	20,27	25,35	43,31	0,01	LP	18,01
Fósforo	46,80	59,63	80,58	89,77	0,02	LP	13,85
Potássio	93,40	93,10	92,53	87,83	0,03	LN	6,52
Cálcio	69,33	78,40	81,04	93,60	0,01	LP	15,81
Magnésio	33,51	34,29	52,20	72,18	0,01	LP	9,84
Cobre	53,50	61,74	66,42	84,36	0,02	LP	14,52
Ferro	82,57	64,34	63,50	36,27	0,01	LN	9,85
Manganês	66,83	41,02	36,22	19,53	0,02	LN	10,36
Zinco	70,33	74,13	78,21	83,13	0,01	LP	9,36

CV - Coeficiente de variação. p-valor - coeficiente de probabilidade. LP - Linear positivo. LN - Linear negativo.

No entanto, a digestibilidade do potássio ( $y = - 1,7261x + 96,035 R^2 = 0,72$ ), ferro ( $y = - 13,973x + 96,605 R^2 = 0,89$ ) e manganês ( $y = - 14,67x + 77,575 R^2 = 0,93$ ) reduziu ( $p < 0,05$ ) do aumento do nível de proteína nas dietas.

## 4.2.DISCUSSÃO

Os parâmetros de digestibilidade dos macronutrientes mostraram que o aumento do nível de proteína nas dietas aumenta a digestibilidade e o uso de nutrientes pelo metabolismo dos juvenis de matrinxã. Estes resultados indicam que o aumento na digestibilidade da matéria seca por organismo de juvenis de matrinxã influencia diretamente no comportamento de digestibilidade de outros nutrientes. Além disso, considerando a relação custo-benefício, um melhor aproveitamento dos nutrientes pelo organismo de peixes proporciona um melhor desenvolvimento dos peixes em ambiente controlado (IZEL et al., 2004; ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2011).

Fisiologicamente, juvenis de matrinxã exibem bom crescimento compensatório (URBINATI et al. 2014), levando à conclusão de que o balanço ideal de nutrientes nas dietas, principalmente proteína (IZEL et al., 2004), pode melhorar o uso de todos os nutrientes pelo metabolismo dos peixes, expressando isso no desenvolvimento do corpo.

Existem estudos sobre as relações de crescimento, atividade física e nutrição balanceada para peixes tropicais de água doce (HACKBARTH, 2010; ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2011). Em geral, cada uma dessas variáveis é estudada de forma independente, mas é razoável supor que a associação de uma atividade de natação ideal e uma dieta bem balanceada pode resultar em respostas mais satisfatórias no desempenho de peixes, como é o caso do matrinxã, que é uma espécie tipicamente de águas em correnteza.

Durante o ciclo de vida dos peixes, a maior taxa de crescimento é observada entre as fases larval e juvenil, quando a taxa de síntese de proteína excede a de degradação. Esse processo é mais acentuado em músculos natatórios, onde há alta eficiência de deposição proteica (CARTER & HOULIHAN, 2001). Nessa fase, esses músculos podem atingir até 70% de eficiência de deposição, enquanto no corpo como um todo esse índice varia entre 40 e 50% (JOBBLING, 2001).

Neste estudo, os animais não diferiram entre os tratamentos na digestibilidade do extrato etéreo, ou seja, a digestibilidade da gordura pelo organismo. Cruz e Rufino (2017) afirmam que a proteína é o nutriente metabólico e econômico mais importante nas dietas de peixes, independente das espécies, sendo responsável tanto pelo metabolismo energético

quanto pelo desenvolvimento corporal. Assim, quando os níveis de proteína estão de acordo com os padrões de exigência nutricional, as gorduras são destinadas exclusivamente para deposição como uma forma de reserva de energia.

O mesmo comportamento fisiológico é observado em outras espécies, principalmente as que apresentam hábitos alimentares onívoros/carnívoros, como tambaqui (OISHI et al., 2010), pirarucu (ONO et al., 2008), pacu (Fernandes et al., 2001) entre outras. Ono et al. (2008) também afirmam que esse aumento no uso de nutrientes pelo organismo é claramente verificado a partir do aumento da energia aparente e da porcentagem de energia que está sendo utilizada, além de uma redução gradual da relação energia: proteína, como foi observado em nossos resultados.

Neste sentido, Hanley (1991) comenta que níveis altos de proteínas, em desacordo com os níveis energéticos, podem causar desbalanço na relação energia:proteína das dietas, fazendo com que os peixes aumentem o seu consumo, para suprir a necessidade de energia, e conseqüentemente, aumentem o catabolismo dos aminoácidos e a excreção de nitrogênio no ambiente.

É importante salientar que os peixes regulam o consumo de ração pela ingestão energética. Assim, uma dieta deficiente em energia provocará um aumento no consumo de alimentos e, em casos extremos, uma maior utilização da proteína para gerar energia, em detrimento de seu emprego em processos de crescimento. Por outro lado, uma dieta com excesso de energia pode levar a uma limitação no consumo de proteínas e vitaminas e a um maior acúmulo de gordura corporal (TEXEIRA, 1998).

Na digestibilidade dos minerais, ainda que a maioria deles possa ser absorvida pelos peixes do ambiente aquático (BAKKE et al., 2011), os juvenis de matrinxã apresentaram o comportamento observado na digestibilidade de outros nutrientes, tanto na matéria mineral em geral (cinzas) e macro e micro minerais, exceto potássio, ferro e manganês.

No caso da redução na digestibilidade desses minerais, esta pode indicar que o aumento exacerbado dos níveis protéicos e conseqüentemente do nitrogênio nas dietas para juvenis de matrinxã pode causar desequilíbrios metabólicos e, posteriormente, diminuir a absorção e o uso de outros nutrientes, como comentado por Cruz e Rufino (2017).

Bakke et al. (2011) afirmam que esses minerais, juntamente com o sódio e o cloro, atuam diretamente no equilíbrio ácido-base do organismo, estando diretamente relacionados às alterações metabólicas da alimentação, principalmente oscilações no metabolismo protéico (PEZZATO et al., 2009), além de papel fundamental nos processos intracelulares, como sinalização celular e metabolismo energético.

A divergência existente nas informações sobre os níveis de proteína bruta em rações para matrinxã, evidencia a necessidade de pesquisas que visem gerar conhecimentos sobre as necessidades protéicas de juvenis da espécie (IZEL et al., 2004), como no caso específico deste estudo.

Graef et al. (1986), demonstraram que é possível a criação em cativeiro desta espécie com a utilização de rações balanceadas para aves com 18,5% de proteína bruta (PB). Werder e Saint-Paul (1978), preconizaram o uso de dietas com teores de 34 e 35% de PB na alimentação de matrinxã, 50% da proteína de origem animal. Cyrino et al. (1986), constataram que matrinxã digere igualmente proteína de origem animal e vegetal, e ressaltaram que 35% de PB e 3.200 kcal de energia metabolizável/kg podem ser suficientes para atender às exigências nutricionais desta espécie. Tais observações também foram obtidas em estudos realizados por Mendonça et al. (1993).

A partir destas constatações, e porque não dizer ampla divergência de informações quanto ao atendimento das exigências para matrinxãs, verifica-se ainda mais a necessidade da realização de trabalhos que identifiquem a exigências metabólica dos nutrientes básicos em diferentes estágios de desenvolvimento e manejo zootécnico, além dos mecanismos que regem a digestibilidade e aproveitamento de cada um destes nutrientes.

## **5. CONCLUSÕES**

O presente estudo indica que o aumento do nível protéico em dietas para juvenis de matrinxã melhora a digestibilidade dos nutrientes.

Nossos resultados indicam que 40% da proteína bruta nas dietas apresentaram melhores resultados.

No entanto, o aumento exacerbado dos níveis de proteína e, conseqüentemente, do nitrogênio, nas dietas, pode causar desequilíbrios metabólicos e, posteriormente, atenuar a absorção e o uso de alguns nutrientes, como microminerais.

## 6. REFERÊNCIAS

1. AKSNES, A.; OPSTVEDT, J. Content of digestible energy in fish feed ingredients determined by the ingredient-substitution method. **Aquaculture**, v. 161, p. 45-53, 1998.
2. ARBELÁEZ-ROJAS, G.A.; INOUE, L.A.K.A.; MORAES, G. Atividade proteolítica e crescimento de matrinxã em natação sustentada e alimentado com dois níveis de proteína. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1521-1529, 2011.
3. BAKKE, A.M.; GLOVER, C.; KROGDAHL, A. Feeding digestion and absorption of nutrients. In: Grosell, M.; Farrell, A.P.; Brauner, C.J. (Eds.) **The multifunctional gut of fish. Fish Physiology Series**, vol. 30. San Diego: Academic Press, p. 57-75, 2011.
4. BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 539-545, 2002.
5. BORGES, G.A. **Ecologia de três espécies do gênero *Brycon* (Müller – Troschel, 1984) (Pisces, Characidae), no rio Negro – Amazonas, com ênfase na caracterização taxonômica e alimentação**. Dissertação (Mestrado), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, Brasil, 1986. 150p.
6. BORGETHI, J.R.; CANZI, C.; NOGUEIRA, S.V.G. A influência da proteína no crescimento do matrinxã (*Bryconorignyanus*) em tanques-rede. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 51, n. 3, p. 695-699, 1991.
7. BRANDÃO, F.R.; GOMES, L.C.; CHAGAS, E.C.; ARAÚJO, L.D.; SILVA, A.L.S. Densidade de estocagem de matrinxã (*Bryconamazonicus*) na recria em taque-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 4, n. 3, p. 299-303, 2005.
8. BRETT, J.R. Satiation time appetite and maximum food intake of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka*. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, v. 28, p. 409-415, 1971.
9. BUSSING, W.A. Fish communities and environmental characteristics of tropical rain forest river in Costa Rica. **Revista de Biologia Tropical**, v. 41, n. 3, p. 791-809, 1993.
10. CARTER, C.G.; HOULIHAN, D.F. Protein synthesis. In: WRIGHT, P.A.; ANDERSON, P.M. (Ed.). **Nitrogen excretion**. New York: Academic, p.31-75, 2001.
11. CASTAGNOLLI, N. **Fatores que influenciam a absorção de energia nos peixes**. In: **Fundamentos de nutrição de peixes**. São Paulo: Livrocetes, 1979. 108p.

12. CHO, C.H. La energia en la nutrición de los peces. In: **Nutrición en acuicultura II**. Madrid: J. Espinosa de los Monteros y U. Labarta, p. 197-237, 1987.
13. CHO, C.H. Feeding systems for rainbow trout and other salmonids with reference to current estimates of energy and protein requirements. **Aquaculture**, v. 100, p. 107-123, 1992.
14. CHO, C.Y. Digestibility of feedstuffs as a major factor in aquaculture waste management. In: KAUSHIK, S.J.; LAQUET, P. (Eds.) **Fish nutrition practice**. Paris: INRA, p. 363-374, 1993.
15. COWEY, C.B. The food and feeding of captive fish. In: HAWKINS, A.D. (ed). **Aquarium Systems**. London: Academic Press, p. 223-246, 1981.
16. CRUZ, F.G.G.; RUFINO, J.P.F. **Formulação e Fabricação de Rações (Aves, Suínos e Peixes)**. 1ª ed. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas (EDUA), 2017. 92p.
17. CYRINO, J.E.P.; CASTAGNOLLI, N.; PEREIRA FILHO, M. **Digestibilidade da proteína de origem animal e vegetal pelo matrinxã (*Bryconcephalus GÜNTHER, 1869*)**. In: Anais do 4º Simpósio Brasileiro de Aquicultura, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil, p. 49-62, 1986.
18. FRACALOSI, D.M.; CYRINO, J.E.P. (Ed.). **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012. 375p.
19. DEGANI, G.; VIOLA, S.; YEHUDA, Y. Apparent digestibility of protein and carbohydrate in feed ingredients for adult tilapia (*Oreochromis aureus* x *O. niloticus*). **Israeli Journal of Aquaculture**, v. 49, n. 3, p. 115-123, 1997.
20. FERRAZ, F.B.; GOMES, L.C. Social relationship as inducer of immunological and stress responses in matrinxã (*Bryconamazonicus*). **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, v. 153, p. 293-296, 2009.
21. 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.
22. FERREIRA, E.J.G.; ZUANON, J.A.S.; SANTOS, G.M. **Peixes comerciais do médio Amazonas: região de Santarém**. 1ª ed. Brasília: ProVázea-IBAMA, 1998. 210p.
23. FRASCA-SCORVO, C.M.; CARNEIRO, D.J.; MALHEIROS, E.B. Efeito do manejo alimentar no desempenho do matrinxã *Bryconamazonicus* em tanques de cultivo. **Acta Amazônica**, v. 37, n. 4, p. 621-628, 2007.

24. GODOY, M.P. **Peixes do Brasil: Subordens Characoidei, Bacia do Rio Mogi Guassu**. Piracicaba: Franciscana, v. 2, 1975, p. 288-290.
25. GOMES, L.C.; BALDISSEROTTO, B.; SENHORINI, J.A. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of the matrinxã, *Bryconcephalus* (Characidae), in ponds. **Aquaculture**, v. 183, p. 73-81, 2000.
26. GOTTSBERGER, G. Seed dispersal by fish in the inundated regions of Humaitá, Amazônia. **Biotropica**, v. 10, n. 3, p. 170-183, 1978.
27. GOULDING, M. **Ecologia da pesca do rio Madeira**. Manaus: INPA, 1979.
28. GOULDING, M. **The fishes and forest, explorations in Amazonian Natural History**. University of California Press, Berkeley, Los Angeles. 1980, 280p.
29. GRAEF, E.W.; RESENDE, E.K.; PETRY, P.; STORTI FILHO, A. Policultivode matrinhã (*Bryconsp*) e jaraqui (*Semaprochilodussp*) em pequenas represas. **Acta Amazônica**, v. (único), p. 33-42, 1987.
30. GRAEF, E.W. Considerações sobre a prática da piscicultura no Amazonas. In: FERREIRA, E.J.G.; SANTOS, G.M.; LEÃO, E.L.M.; OLIVEIRA, L.A. (ed.). **Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia**. Manaus: INPA, p. 345-360, 1993.
31. GUIMARÃES, S.F.; STORTI FILHO, A. **The effects of temperature on survival of young matrinhã (*Bryconcephalus*) under laboratory conditions**. In: Anais do Internacional SymposiumBiologyofTropicalfishes, Manaus, Amazonas, Brasil, p. 41, 1997.
32. HACKBARTH, A. **Exercício aeróbico e suas implicações no crescimento e metabolismo de pacu (*Piaractusmesopotamicus*)**. Tese (Doutorado), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brasil, 2010. 112p.
33. HANLEY, F. The digestibility of foodstuffs andeffects of feeding selectivity and digestibility determinations in tilapia (*Oreochromisniloticus*). **Aquaculture**, v. 66, p. 163-179, 1987.
34. HANLEY, F. Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipidon growth, foodconversion,andbody compositionofNile tilapia, (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 93, p. 323-334, 1991.
35. HEPHER, B. **Nutrition of pond fishes**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. 386p.
36. HONCZARYK, A. **Efeito da densidade de estocagem sobre a performance de matrinxã *Brycon sp.*** In: Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Aquicultura e III

- Encontro Brasileiro de Patologia dos Organismos Aquáticos. Piracicaba, São Paulo, Brasil. 1994.
37. HONCZARYK, A. **O potencial do matrinxã, *Bryconcephalus*, na piscicultura da Amazônia.** In: Anais da Conferência Internacional Amazônia no Terceiro Milênio: Atitudes Desejáveis. Manaus, Amazonas, Brasil, p. 24-27, 1999.
38. HORN, M.H. Evidence for dispersal of fig seeds by the fruit-eating charcid fish *Bryconguatemalensis* Regan in a Costa Rica tropical rain forest. **Oecologia**, v. 109, p. 259-264, 1997.
39. HOSHIBA, M.A.; GANECO, L.N.; SENHORINI, J.A; URBINATTI, E.C. **Utilização do triptofano no enriquecimento da ração na larvicultura de matrinxã (*Bryconamazonicus*).** In: Anais da 44ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal, São Paulo, Brasil, 2007.
40. HOWES, G. Review of the genus *Brycon* (Teleoste: Characoidei). **Bulletin del Museo de Historia Naturales**, v. 43, n. 1, p. 1-47, 1982.
41. HUSS, R.B. **El pescado fresco sucalidad y cambios de sucalidad.** Roma: FAO, 1998. 202 p. (Documento Técnico de Pesca, 348).
42. IVLEV, V.S. **Experimental ecology of the feeding of fishes.** Yale: University Press, 1961. 302p.
43. IZEL, A.C.U.; PERIN, R.; MELO, L.A.S. **Desempenho de matrinxã (*Bryconcephalus*) submetidos a dietas com diferentes níveis protéicos na Amazônia Central.** In: Anais da 32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Fortaleza, Ceará, Brasil, p. 258-259, 1996.
44. IZEL, A.C.U.; PEREIRA-FILHO, M.; MELO, L.A.S.; MACEDO, J.L.V. Avaliação de níveis protéicos para nutrição de juvenis de matrinxã (*Bryconcephalus*). **Acta Amazônica**, v. 34, n. 2, p. 179-184, 2004.
45. JOBLING, M. Nutrient partitioning and the influence of feed composition on body composition. In: HOULIHAN, D.; BOUJARD, T.; JOBLING, M. (Ed.). **Food intake in fish.** Oxford: Blackwell Science, p.354-375, 2001.
46. JONES, P.L.; DE SILVA, S.S. Apparent nutrient digestibility of formulated diets by the Australian freshwater crayfish *Cherax destructor* Clark (Decapoda, Parastacidae). **Aquaculture Research**, v. 28, n. 11, p. 881-891, 1997.
47. JUNK, J. W. Temporary fat storage, an adaptation of some fish species to the water level fluctuations and related environmental changes of Amazon river. **Amazoniana**, v. 9, n. 3, p. 315-351, 1985.

48. KUBITZA, F. Transporte de peixes vivos. Parte 1. **Panorama da Aquicultura**, v. 7, p. 20-26, 1997.
49. LAGLER, K.F.; BARDACH, J.E.; MILLER. et al. **Ictiologia**. México: John Wiley & Sons, 1977. 489p.
50. LEITE, R.G.; ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M. Feeding of the *Bryconcephalus*, *Triportheus elongates* and *Semaprochilodus insignis* (Osteichthyes, Characiformes) larvae in Solimões/Amazonas river and floodplain areas. **Acta Amazônica**, v. 32, n. 3, p. 499-515, 2002.
51. LIMA, F.C.T. Subfamily Bryconinae (Characins, Tetras). In: REIS, R.E; KULANDER, S.O; FERRARIS JR, C.J. (Orgs.) **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDPURCS, p. 174-181, 2003.
52. MACHADO, Z.L. **Tecnologia de recursos pesqueiros: parâmetros, processos, produtos**. Recife: Superintendência de Desenvolvimento da Região Nordeste  $\frac{3}{4}$  Divisão de Recursos Pesqueiros, 1984. 277p.
53. MAYNARD, L.A.; LOOSLY, J.K. **Nutrição animal**. Rio de Janeiro: McGraw Hill, 1966. 550p.
54. MERONA, B.; BITTENCOURT, M.M. A pesca na Amazônia através dos desembarques no mercado de Manaus: resultados preliminares. **Memória Sociedad de Ciencias Naturales La Salle**, v. 48(suplem.), p. 433-453, 1988.
55. MORALES, A.E.; CARDENETE, G.; SANZ, A.; et al. Re-avaluation of crude fiber and acid-insoluble ash as intermarkers, alternative to chromic oxide, in digestibility studies with rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 179, p. 71-79, 1999.
56. BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2010**. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/topicos/300-boletimestatistico-da-pesca-eaicultura-2010>>. Acesso em: 24 ago. 2018.
57. NRC - National Research Council. **Nutrient requirements of warmwater, fishes and shellfishes: nutrient requirements of domestic animals**. Washington: The National Academies Press, 1993. 114p.
58. NRC - National Research Council. **Nutrient requirements of fish and shrimp. Animal Nutrition Series National Research Council of the National Academies**. Washington: The National Academies Press, 2011. 376p.

59. NOÛE, J.; CHOUBERT, G. Digestibility in rainbow trout: comparison of the direct and indirect methods of measurement. **The Progressive Fish-Culturist**, v. 48, p. 190-195, 1986.
60. OGAWA, M.; KOIKE, J. **Manual de pesca**. Fortaleza: Associação dos Engenheiros de Pesca do estado do Ceará, 1987. 800p.
61. OISHI, C.A.; NWANNA, L.W.; PEREIRA FILHO, M. Optimum dietary protein requirement for Amazonian Tambaqui, *Colossomacropomum* Cuvier, 1818, fed fishmeal free diets. **Acta Amazônica**, v. 40, p. 757-762, 2010.
62. ONO, E.A.; NUNES, E.S.S.; CEDANO, J.C.C.; PEREIRA-FILHO, M., ROUBACH, R. Digestibilidade aparente de dietas práticas com diferentes relações energia: proteína em juvenis de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 2, p. 249-254, 2008.
63. PANTOJA-LIMA, J.; SANTOS, S.M.; OLIVEIRA, A.T.; ARAUJO, R.L.; SILVA JUNIOR, J. A. L.; ARIDE, P.H.R. Pró-Rural aquicultura: relatos das principais ações de extensão tecnológica e um panorama do setor aquícola do Estado do Amazonas, Brasil. **NEXUS Revista de Extensão do IFAM**, v. 1, p. 35-45, 2015.
64. PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C.; SILVEIRA, A.C. et al. **Digestibilidade aparente de fontes protéicas pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. In: Anais do 5º Simpósio Brasileiro de Aquicultura. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, p. 373-378, 1988.
65. PEZZATO, L.E. **Alimentação de peixes - Relação custo e benefício**. In: 36ª Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, p. 109-118, 1999.
66. PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; CARRATORE, C.R.; SALARO, A.L.; OLIVEIRA, M.C.B.; ROSA, G.J.M. **Avaliação do matrinxã, *Bryconcephalus mantidos sob condições de clima tropical***. In: Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Aquicultura/III Encontro Brasileiro de Patologia de Organismos Aquáticos, Piracicaba, São Paulo, Brasil, p. 177-181, 2000.
67. PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FURUYA, W.M. Valor nutritivo dos alimentos utilizados na formulação de rações para peixes tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38 (suppl.), p. 43-51, 2009.
68. PIZANGO-PAIMA, E.G.P. **Estudo da alimentação e composição corporal do matrinxã, *Bryconcephalus* (Gunther, 1869) (Characiformes, Characidae) na**

- Amazônia Central, Manaus, AM.** Dissertação (Mestrado), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, Brasil, 1997. 75p.
69. PIZANGO-PAIMA, E.G.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. Composição corporal e alimentar do matrinxã *Bryconcephalus*, (GÜNTHER, 1869), na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 31, n. 3, p. 509-520, 2001.
70. REIMER, G. The influence of diet on the digestive enzyme of the Amazon fish matrinxã, *Brycon cf. melanopterum*. **Journal of Fish Biology**, v. 21, p. 637-642, 1982.
71. SADIKU, S.O.E.; JUANCEY, K. Digestibility, apparent amino acid availability and waste generation potential of soybean flour: poultry meat meal blend based diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), fingerlings. **Aquaculture Research**, v. 26, p. 651-657, 1995.
72. SAINT-PAUL, U.; WERDER, U. **Aspectos generales sobre a piscicultura en el Amazonas y resultados preliminares de experimentos de alimentación de *Bryconmelanopterum* con raciones peletizadas con diferentes composiciones.** In: Anais do Simpósio de La Asociación Latino Americana de Acuicultura, Macaray, Venezuela, p. 1-22, 1977.
73. SALUM, W.B.; BERTECHINI, A.G.; CANTELMO, O.Â.; PEZZATO, L.E.; LOGATO, P.R.V. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo de ingredientes de ração para o matrinxã (*Bryconcephalus*, GÜNTHER 1869) (Teleostei, Characidae). **Ciência & Agrotecnologia**, v. 26, n. 1, p. 174-181, 2002.
74. SANTOS, G.M.; FERREIRA E.J.G.; ZUANON J.A.S. **Peixes comerciais de Manaus.** Manaus: IBAMA/AM, ProVárzea, 2006. 144p.
75. SANTOS, M.S. **Crescimento compensatório de juvenis de matrinxã *Bryconamazonicus* (SPIX & AGASSIZ, 1829).** Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil, 2011. 55p.
76. SCORVO FILHO, J.D.; MARTINS, N.B.; AYROSA, L.M.S. Piscicultura em São Paulo: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra de 1996/1997. **Informações Econômicas**, v. 28, n.3. p. 41-60, 1998.
77. SERRA, M; WOLKERS, C.P.B.; URBINATI, E.C. Influência da suplementação da ração com cortisol no comportamento de juvenis de matrinxã (*Bryconamazonicus*). In: Anais do Congresso Aquacultura, Maringá, Paraná, Brasil, 2008.

78. SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B.A.S.; OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossomamacropomum*Cuvier, 1818). **Acta Amazônica**, v, 37, n. 1, 157-164, 2007.
79. SIMPSON, S.J.; RAUBENHEIMER, D. A framework for the study of macronutrient intake in fish. **Aquaculture Research**, v. 32, p. 421-432, 2001.
80. SMITH, B.W.; LOVELL, R.T. Determination of apparent protein digestibility in feeds for channel catfish. **Transaction of the American Fisheries Society**, v. 4, p. 831-835, 1973.
81. SOARES, M.C.F. **Estudos preliminares do cultivo do matrinxã (*Bryconcephalus - Günther, 1869*) (Teleostei: Characidae). Aclimação, crescimento e reprodução.** Dissertação (Mestrado em Produção Animal), Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil, 1989. 73p.
82. SUGIURA, S.H.; DONG, F.M.; RATHBONE, C.K. et al. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. **Aquaculture**, v. 159, p.177-202, 1998.
83. TEXEIRA, A.S. **Alimentos e Alimentação dos Animais.** Lavras: Gráfica Univ. UFLA/FAEPE, p. 239-240, 1998.
84. THESTATEOFWORLDFISHERIESANDAQUACULTURE,2012[online].In: FAO - Food and Agriculture Organization of the UnitedNations. **Fisheries and Aquaculture Department**, 2012.230p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2018.
85. URBINATI, E.C.; SARMIENTO, S.J.; TAKAHASHI, L.S. Short-term cycles of feed deprivation and refeeding promote full compensatory growth in the Amazon fish matrinxã (*Bryconamazonicus*). **Aquaculture**, v. 433, p. 430-433, 2014.
86. VAHL, O. An hypothesis on the control of food intake in fish. **Aquaculture**, v. 17. p. 221-229, 1979.
87. VILLACORTA-CORREA, M.A. **Crescimento de matrinxã *Bryconcephalus* (Guther, 1869) (Teleostei, Characidae) Rio Negro seus efluentes e no baixo rio Solimões.** Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, Brasil, 1987. 124p.