

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA
MESTRADO EM ZOOTECNIA**

**REGULAÇÃO DA INGESTÃO PROTEICA PELO MÉTODO
DE AUTOALIMENTAÇÃO PARA JUVENIS DE
*Macrobrachium amazonicum***

Rafael Queiroz dos Anjos

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA

2021

**REGULAÇÃO DA INGESTÃO PROTEICA PELO MÉTODO DE
AUTOALIMENTAÇÃO PARA JUVENIS DE *Macrobrachium
amazonicum***

Rafael Queiroz dos Anjos

Engenheiro de Pesca

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2018.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Fortes da Silva.

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Mariana Cutolo de Araújo.

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA

2021

A599r

Anjos, Rafael Queiroz dos.

Regulação da ingestão proteica pelo método de autoalimentação para juvenis de *Macrobrachium amazonicum* / Rafael Queiroz dos Anjos. – Cruz das Almas, Bahia, 2021.

44f.; il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Mestrado em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Fortes da Silva.

Coorientadora: Prof. Dra. Mariana Cutolo de Araujo.

1.Camarão – Nutrição. 2.Camarão – Dieta – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 639.58

Ficha elaborada pela Biblioteca Central de Cruz das Almas - UFRB.

Responsável pela Elaboração - Antonio Marcos Sarmiento das Chagas (Bibliotecário - CRB5 / 1615).
(os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via formulário eletrônico).

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA
MESTRADO EM ZOOTECNIA

REGULAÇÃO DA INGESTÃO PROTEICA PELO MÉTODO DE
AUTOALIMENTAÇÃO PARA JUVENIS DE *Macrobrachium*
amazonicum

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de
Rafael Queiroz dos Anjos

Aprovada em: 29 de julho de 2021

RODRIGO FORTES
DA

SILVA:03368180681

Assinado de forma digital
por RODRIGO FORTES DA
SILVA:03368180681

Dados: 2021.09.23

12.16.11.03'00'

Prof. Dr. Rodrigo Fortes da Silva

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
Presidente

Prof. Dr. Eduardo Luís Cupertino Ballester
Universidade Federal do Paraná - UFPR
Examinador Externo

Dr.ª. Edenílce de Fátima Ferreira Martins
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB
Examinador Externo

Prof.ª Dr.ª Mariana Culoto de Araújo
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB
Examiinador Externo

REGULAÇÃO DA INGESTÃO PROTEICA PELO MÉTODO DE AUTOALIMENTAÇÃO PARA JUVENIS DE *Macrobrachium amazonicum*

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo avaliar a capacidade de acionamento à estratégia de autodemanda alimentar e investigar o efeito da baixa e da alta concentração de proteína utilizando esta estratégia no desempenho zootécnico, consumo de ração e metabolismo respiratório de *Macrobrachium amazonicum*. O estudo foi realizado no Laboratório de Nutrição e Comportamento Alimentar de Peixes (UFRB). No primeiro experimento foi realizado o acompanhamento da atividade alimentar por 30 dias utilizando o *software* DIO98USB a partir de alimentadores automáticos. O segundo experimento foi consistido por dois tratamentos: 20% e 40% de proteína bruta na dieta; com dois aquários por tratamento e duas repetições no tempo, totalizando oito unidades experimentais. Cada unidade experimental foi composta por um aquário de 10 litros na densidade de um camarão.L⁻¹. Foram confeccionadas rações purificadas atendendo as necessidades nutricionais para camarões de água doce conforme NRC (2011). Os camarões foram submetidos ao teste de consumo de oxigênio, sob jejum e após alimentação. Foram acondicionados individualmente em câmaras respirométricas de 250mL por um período de 180 minutos. Foram realizadas as análises diárias da temperatura, oxigênio dissolvido e potencial hidrogeniônico. No início e final do segundo experimento, após um jejum, foi realizada biometria dos animais e coleta de hepatopâncreas. Durante o primeiro experimento foi observado que os juvenis de *M. amazonicum* são capazes de aprenderem a acionar os alimentadores, em todos os aquários, apresentando consumo alimentar diário equivalente demonstrando deste modo similaridade dos animais em acionar os alimentadores. No segundo experimento, para os parâmetros de desempenho, houve diferença estatística para as variáveis ganho de peso, ganho de peso diário, ganho de peso em porcentagem, ganho de comprimento, taxa de crescimento específica ($p < 0,05$), com melhores resultados no tratamento 40% de PB. A taxa de eficiência proteica e índice hepatossomático apresentaram melhores resultados no tratamento 20% de PB ($p < 0,05$). Entre os tratamentos não houve diferença estatística ($p > 0,05$) na taxa de sobrevivência. Houve diferença no consumo de ração entre os tratamentos ($p < 0,05$), contudo não ocorreu diferença estatística para o consumo de proteína ($p > 0,05$). Para o consumo de oxigênio por *M. amazonicum* não houve diferenças estatísticas ($p > 0,05$) nas situações de jejum e após alimentação. Desta forma, pode-se concluir que juvenis de *M. amazonicum* são capazes de aprender a acionar o alimentador de autodemanda e apresentam melhor desempenho quando alimentados com dietas com 40% de PB utilizando esta estratégia alimentar.

Palavras-chave: Camarão-da-amazônia; Regulação da ingestão; Proteína

REGULATION OF PROTEIN INTAKE BY THE SELF-FEEDING METHOD FOR JUVENILES OF *Macrobrachium amazonicum*

ABSTRACT: This work aims to evaluate the ability to trigger the food self-demand strategy and investigate the effect of low and high protein concentration using this strategy on the zootechnical performance, feed intake and respiratory metabolism of *Macrobrachium amazonicum*. The study was carried out at the Fish Nutrition and Food Behavior Laboratory (UFRB). In the first experiment, feeding activity was monitored for 30 days using the DIO98USB software from automatic feeders. The second experiment consisted of two treatments: 20% and 40% crude protein in the diet; with two aquariums per treatment and two repetitions in time, totaling eight experimental units. Each experimental unit consisted of a 10 liter tank at the density of a prawn.L-1. Purified rations were prepared meeting the nutritional needs for freshwater prawn according to NRC (2011). Prawns were submitted to oxygen consumption test, under fasting and after feeding. They were individually placed in 250mL respirometric chambers for a period of 180 minutes. Daily analyzes of temperature, dissolved oxygen and hydrogen potential were performed. At the beginning and end of the second experiment, after fasting, biometry of the animals and collection of hepatopancreas were performed. During the first experiment it was observed that juveniles of *M. amazonicum* are able to learn to activate the feeders in all aquariums, presenting equivalent daily food consumption, thus demonstrating similarity of the animals in activating the feeders. In the second experiment, for the performance parameters, there was a statistical difference for the variables weight gain, daily weight gain, weight gain in percentage, length gain, specific growth rate ($p < 0.05$), with better results in the treatment 40% of CP. The protein efficiency rate and hepatosomatic index showed better results in the 20% CP treatment ($p < 0.05$). Between treatments there was no statistical difference ($p > 0.05$) in the survival rate. There was a difference in feed intake between treatments ($p < 0.05$), however there was no statistical difference for protein intake ($p > 0.05$). For oxygen consumption by *M. amazonicum* there were no statistical differences ($p > 0,05$) in fasting and after-feeding situations. Thus, it can be concluded that juveniles of *M. amazonicum* are able to learn to activate the self-demand feeder and show better performance when fed diets with 40% CP using this feeding strategy.

Keywords: Amazon river prawn; Intake regulation; Protein

LISTA DE ABREVIATURAS

NRC	<i>Nutrient Requirements of Fish and Shrimp</i>
UFRB	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
L	Litro
mL	Mililitro
PB	Proteína bruta
CP	Crude protein
g	Gramma
kJ	Quilojoule
Kg	Quilograma
BHT	Hidroxitolueno butilado
O ₂	Oxigênio molecular
mg	Miligramma
%	Porcentagem
mm	Milimetro
Ln	Logaritmo neperiano
IH	Índice hepatossomático
°C	Graus Celsius
pH	Potencial hidrogeniônico

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Espécime de <i>Macrobrachium amazonicum</i>	16
Figura 2. Esquema de funcionamento do sistema de células fotoelétricas de luz infravermelho para avaliação da atividade alimentar do <i>M. amazonicum</i>	24
Figura 3. Unidades experimentais no estudo de avaliação da ingestão de baixa e alta concentração de proteína na dieta de <i>M. amazonicum</i>	25
Figura 4. Balança analítica utilizada para pesagem dos hepatopâncreas de <i>M. amazonicum</i> utilizados no experimento.	29
Figura 5. Consumo alimentar médio diário (g) de juvenis de <i>M. amazonicum</i> durante 30 dias.	31
Figura 6. Consumo alimentar médio diário de dietas purificadas com 20% e 40% de proteína bruta por juvenis de <i>M. amazonicum</i>	33
Figura 7. Consumo alimentar médio diário de proteína (20% e 40%) por juvenis de <i>M. amazonicum</i>	33

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Dietas purificadas com 20% e 40% de proteína bruta utilizadas no estudo de avaliação da ingestão de baixa e alta concentração de proteína na dieta de *Macrobrachium amazonicum*..... 26
- Tabela 2.** Desempenho zootécnico de *M. amazonicum* alimentados com dietas purificadas com 20% e 40% de proteína bruta. 32
- Tabela 3.** Consumo de oxigênio por *M. amazonicum* em teste de hipoxia alimentados com dietas purificadas com 20% e 40% de proteína bruta e em jejum. 34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. HIPÓTESE	14
3. OBJETIVOS	15
3.1 Objetivo Geral	15
3.2 Objetivos Específicos	15
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
4.1 <i>Macrobrachium amazonicum</i>	16
4.2 Ritmos circadianos de camarões	18
4.3 Autodemanda e ingestão de proteínas por camarões	20
5. MATERIAIS E MÉTODOS	23
5.1 Condições experimentais	23
5.2 Primeiro experimento: Avaliação da capacidade dos camarões <i>M. amazonicum</i> no acionamento de alimentadores diante a estratégia de autodemanda alimentar	24
5.3 Segundo experimento: Ingestão de dietas com baixa e alta concentração de proteína por <i>M. amazonicum</i> sob a estratégia de autodemanda	25
5.3.1 Dietas experimentais	26
5.3.2 Consumo de oxigênio	27
5.3.3 Parâmetros de desempenho	27
5.3.4 Coleta de hepatopâncreas	29

5.4 Análise estatística	30
6. RESULTADOS.....	31
7. DISCUSSÃO	35
8. CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1. INTRODUÇÃO

Macrobrachium amazonicum possui ampla distribuição geográfica no país e deste modo habita diversos ambientes como lagoas, rios e represas. Possui importância econômica em diversas regiões, tornando-se uma espécie de interesse para produção aquícola (NEW e VALENTI, 2010). A alimentação dessa espécie está diretamente relacionada com seu hábito alimentar e atualmente existe diferentes técnicas para o fornecimento de dietas, dentre elas o método convencional e o uso de bandejas (PRETO *et al.*, 2008).

Entre as formas de fornecer alimento, está a autodemanda, que proporciona ao animal a possibilidade de se alimentar até a sua saciedade, de acordo com as suas respostas fisiológicas e metabólicas em função de suas exigências nutricionais (FORTES-SILVA *et al.*, 2015). O uso da estratégia de autodemanda para *M. amazonicum* é inovador e acarreta em maior conhecimento das características comportamentais da espécie.

Os ritmos circadianos são processos biológicos e fisiológicos que ocorrem de forma rítmica/cíclica na mesma hora ao longo de um dia e se repetem em ciclos de 24 horas. Dentre estes processos são comumente estudadas a atividade locomotora e alimentar (ESPINOSA-CHAURAND *et al.*, 2017).

Dentre os nutrientes que compõe uma dieta, as proteínas são importantes na constituição de tecidos, produção hormonal, como carreadores biológicos e formação de enzimas (HAMIDOGHLI *et al.*, 2020; TALUKDAR *et al.*, 2020). Na aquicultura o custo com ração pode variar entre 40% e 60% dos custos de produção e a proteína é fração mais onerosa na elaboração da ração, portanto o seu uso deve ser eficiente (SCORVO-FILHO *et al.*, 2010; BRABO *et al.*, 2021).

A qualidade e a quantidade de proteína presente na dieta de camarões, associada a fatores ambientais podem acarretar respostas produtivas e metabólicas, como alterações no comportamento alimentar, atividade enzimática, metabolismo e fisiologia digestiva. O uso de proteína por camarões influencia diversas variáveis como massa corpórea, produção de excretas nitrogenadas, consumo de oxigênio, desempenho zootécnico, aspectos

reprodutivos e produtivos, digestão e aspectos comportamentais (LOPEZ-URIOSTEGUI *et al.*, 2017; SANTOS *et al.*, 2017; QUINTO *et al.*, 2018)

O camarão-da-amazônia (*M. amazonicum*) ao ingerir diferentes níveis proteicos na dieta possuem respostas metabólicas distintas e à medida que crescem e aumentam sua massa corpórea, aumentam a excreta de nitrogênio (HAYD *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2017), contudo a ingestão da concentração adequada de proteína pode resultar em equilíbrio metabólico sem comprometer o ritmo respiratório (TABOADA *et al.*, 1998).

Apenas mais recentemente o aspecto comportamental vem sendo estudado e utilizado como ferramenta eficaz para conhecimento de espécies. Portanto, a realização de estudos envolvendo o uso diferenciado de proteína e ritmos alimentares são importantes subsídios para consolidação de atividades envolvendo a nutrição de camarões.

2. HIPÓTESE

M. amazonicum apresenta a capacidade aprendizagem à estratégia de autodemanda alimentar e a ingestão de dietas com baixa e alta concentração proteica resultam em diferenças no desempenho zootécnico, metabolismo respiratório e consumo de ração.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar a capacidade de acionamento à estratégia de autodemanda alimentar e investigar o efeito da ingestão de dietas com baixa e alta concentração de proteína, no desempenho zootécnico, consumo de ração e metabolismo respiratório de *Macrobrachium amazonicum*.

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a capacidade dos camarões em acionar os alimentadores de autodemanda;
- Avaliar o desempenho zootécnico;
- Avaliar o consumo de dietas;
- Mensurar metabolismo respiratório.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 *Macrobrachium amazonicum*

O camarão-da-amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) (Figura 1) vive em ambientes tropicais de água doce e salobra. No Brasil é encontrado na Bacia Amazônica, Bacia do São Francisco, Bacia do Paraguai, Bacias Costeiras do Norte e Nordeste. Além de ser achado na Guiana, Guiana Francesa, Venezuela, Equador, Peru e Bolívia (COELHO e RAMOS-PORTO, 1985; PEREIRA *et al.*, 2017).

Figura 1. Espécime de *Macrobrachium amazonicum*.



Fonte: Próprio Autor.

Esses animais vivem em ambientes tropicais lânticos, reservatórios, regiões alagadas e lagoas. Locais estes que variam de acordo com a estação do

ano e com o índice pluviométrico (ODINETZ-COLLART, 1991; MAGALHÃES, 2001). Nas fases adulto e juvenil são bentônicos e vivem associados a substratos, tais como folhas, troncos, lodos, areia e pedras (MAGALHÃES, 2000).

É um camarão de água doce rústico, resistente a doenças, politrófico, permite intensificação em diversas fases de cultivo, com curta fase larval e elevadas percentagens de sobrevivência (MORAES-VALENTI e VALENTI, 2010).

O ciclo de vida do *M. amazonicum* possui variações dependentes das características hidrológicas e ambientais, as quais podem influenciar a estratégia reprodutiva, o tamanho do ovo e o desenvolvimento larval (MORAES-VALENTI e VALENTI, 2010). Durante o ciclo larval, as larvas passam por 9 estágios antes de se metamorfosearem em pós-larvas, assumindo deste modo o hábito bentônico até a fase adulta (MAGALHÃES, 1985).

Há quatro morfotipos de machos de *M. amazonicum*: *Translucent Claw* (TC), *Cinnamon Claw* (CC), *Green Claw 1* (GC1) e *Green Claw* (GC2) sendo o GC 2 dominante em relação aos demais machos. Estas características são importantes na estrutura populacional da espécie (MORAES-VALENTI e VALENTI, 2010) e diferem na coloração, no ângulo e espessura dos espinhos, na reprodução e no crescimento.

A estrutura populacional do camarão-da-amazônia está diretamente relacionada ao ambiente e a densidade populacional, cujo aumento da densidade reduz significativamente o número de machos dominantes e fêmeas maduras. Este fato se dá pelo aumento da competição natural por espaço e alimentação (MORAES-RIODADES e VALENTI, 2006; MORAES-VALENTI e VALENTI, 2007).

Alterações fisiológicas, histológicas e histoquímicas podem ocorrer em *M. amazonicum* durante todo o seu ciclo de vida, sendo constatadas a partir de mudanças do organismo, principalmente no hepatopâncreas (MORAES-VALENTI e VALENTI, 2010).

O hepatopâncreas é um órgão marrom-amarelado que ocupa grande parte da região cefalotorácica do animal. Este é dividido em dois lobos (direito e esquerdo) constituídos por túbulos que possuem diferentes zonas revestidas

com tecidos. Nestas encontra-se cinco tipos de células responsáveis pela digestão, armazenamento de nutrientes, controle hormonal e reprodução (FRANCESCHINI-VICENTINI *et al.*, 2009).

Camarões de água doce, como o *M. amazonicum*, são onívoros e possuem preferência dietética por populações de invertebrados bentônicos e em casos de dietas naturais nutricionalmente incompletas, a população pode sofrer redução em função da predação (MORAES-VALENTI e VALENTI, 2010; NEW e VALENTI, 2010). Além da preferência alimentar, existem outras evidências que sugerem o hábito onívoro, como a variedade de plantas e animais em sua dieta natural, bem como a presença de enzimas digestivas, tais quais tripsina, carboxipeptidases, leucina aminopeptidase, celulase e quitinase (LEE *et al.*, 1980; CHUANG *et al.*, 1985; ROY *et al.*, 2018).

É de importante compreensão a relação entre a produtividade natural e o fornecimento de rações em cultivos de *M. amazonicum*, bem como a fase correta para fornecimento destas rações visando obter taxas máximas de crescimento (CORREIA *et al.*, 2003; D'ABRAMO, 2006; NEW e VALENTI, 2010). Dietas bem formuladas tendem a servir como substituto completo para *M. amazonicum* ocasionando deste modo em economia e introduzindo um fator de sucesso na produção (MORAES-VALENTI e VALENTI, 2010; NEW e VALENTI, 2010).

Estudos estão sendo realizados nas mais diversas áreas utilizando o *M. amazonicum* para desenvolvimento de pacote tecnológico com objetivo de maior produção (ARAUJO e VALENTI, 2011; LIMA e SILVA, 2015; MULATI, 2017; QUEIROZ e ARAUJO, 2021; QUEIROZ *et al.*, 2021).

4.2 Ritmos circadianos de camarões

Ritmos circadianos são importantes reguladores biológicos. Os organismos aquáticos, inclusive os camarões, utilizam estes como ferramentas adaptativas na obtenção de sucesso comportamental e fisiológico, tais como temperatura ambiental, fotoperíodo, saúde e alimentação (VERA *et al.*, 2006; MONTOYA *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2016; GUERRA-SANTOS *et al.*, 2018).

Diferentes ritmos de locomoção ocorrem em camarões ao longo do dia, apresentando atividade superior no período noturno, com maior atividade locomotora e variações horizontal e vertical, tendo a natação como principal componente locomotor (PONTES, 2006)

O ritmo natatório de pós-larvas e juvenis de três espécies de camarões marinhos (*Farfantepenaeus duorarum*, *Farfantepenaeus aztecus* e *Litopenaeus setiferus*) foram analisados e constatou-se diferenças entre as espécies e os estágios de vida, e que estas foram influenciadas pelas diferentes condições ambientais (OGBURN *et al.*, 2013). Fatores ambientais associados a fototaxia endógena de larvas de camarão marinho afetam o fotocomportamento influenciando deste modo em migrações verticais (DOUGLASS *et al.*, 1992).

A exposição de *Litopenaeus amboinensi* a diferentes fotoperíodos foi uma importante ferramenta na identificação de diferentes níveis de RNA mensageiro (responsável em transportar informação do DNA), sendo significativamente menores durante o dia em relação à noite, bem como maiores níveis de melatonina durante a noite (CHOI *et al.*, 2018).

Algumas espécies de crustáceos possuem ritmos de melatonina controlados de forma endógena, sendo esses causadores de maior atividade noturna, de exploração, alimentação e reprodução (HAN *et al.*, 2018). Já que a melatonina quando relacionada à modulação das respostas neuroendócrinas possui importante papel na redução dos efeitos de estresse (SÁNCHEZ-VÁZQUEZ *et al.*, 2019).

Conhecida para a maioria dos camarões, a característica de hábito alimentar noturno é baseada na maior incidência de alimento no estômago durante a noite em relação ao dia, confirmando deste modo, intensa atividade alimentar neste período (REYMOND e LAGARDÉRE, 1990; SOARES *et al.*, 2005). Além da repleção estomacal, são conhecidas características natatórias de exploração em busca de alimento em período noturno (SANUDIN *et al.*, 2014)

Porém existem situações que a ingestão de alimento pode ocorrer com maior frequência no período diurno, como pela maior facilidade em encontrar o alimento neste período, bem como pela resposta fisiológica do animal (PONTES e ARRUDA, 2005). Ou seja, a ingestão de alimento por camarões pode variar

em função da frequência alimentar, a qual deve corresponder ao ritmo alimentar destes (LIMA *et al.*, 2009; PONTES *et al.*, 2015).

O fotoperíodo relacionado ao substrato adequado pode influenciar no aumento da percepção e busca de alimento, deslocamento e exploração do ambiente, podendo aumentar a eficiência dos sistemas de produção (SILVA, 2009).

Os ritmos circadianos de crustáceos estão diretamente relacionados com o ambiente e com outros organismos, seja por competição, comensalismo e predação (OGBURN *et al.*, 2013; MELVIN, 2017), influenciando diretamente a produção.

4.3 Autodemanda e ingestão de proteínas por camarões

A estratégia de autodemanda é a capacidade que os animais possuem para se alimentar de acordo com o apetite até a saciedade, sendo considerada uma técnica alimentar controlada por um relógio biológico (PRATIWY e KOHBARA, 2018).

Alimentadores de autodemanda são dispositivos acoplados a um sistema automatizado que será responsável por fornecer rações às espécies de interesse em função do apetite e das suas necessidades fisiológicas e metabólicas (FORTES-SILVA *et al.*, 2015). Dentre as formas de acionamento dos alimentadores pelos animais estão os sensores elétricos de movimento, sensores infravermelhos de movimento e os sensores mecânicos (BOUJARD *et al.*, 1992; SÁNCHEZ-VÁZQUES *et al.*, 1994; KITAGAWA *et al.*, 2015).

O uso de alimentadores de autodemanda vem se tornando ferramenta útil na análise do ritmo alimentar, preferência alimentar e da ingestão de nutrientes de diversas espécies. Bem como pode contribuir para determinação de dietas eficientes (SÁNCHEZ-VÁZQUEZ *et al.*, 1999; MONTOYA *et al.*, 2012; MATTOS *et al.*, 2016), visto que o processo de aprendizagem é distinto entre diferentes espécies.

Estudo utilizando o *Litopenaeus vannamei* foi precursor na utilização de alimentadores de autodemanda, possibilitando identificar a presença de maior atividade alimentar e locomotora no período noturno, estendendo-se até o início da manhã (SANTOS *et al.*, 2016). Neste estudo foram utilizados alimentadores fotoelétricos de infravermelho responsáveis por registrar os períodos de alimentação e locomoção dos animais.

Outros estudos utilizando alimentadores automáticos para *L. vannamei*, demonstraram eficiência em detrimento ao fornecimento manual de dietas, acarretando em melhores variáveis de desempenho sem afetar a qualidade da água (ULLMAN *et al.*, 2018; ULLMAN *et al.*, 2019).

A alimentação dos camarões é importante fator de desenvolvimento, sendo esta controlada pelo ritmo biológico do animal. Nas dietas, entre os nutrientes, as proteínas são importantes na constituição dos tecidos dos camarões durante o crescimento e responsáveis pela formação de enzimas e hormônios. Estando associadas aos aspectos reprodutivos e produtivos, bem como a processos metabólicos (NWANNA *et al.*, 2019; PANIGRAHI *et al.*, 2019).

Maiores níveis de proteína em dietas para *Penaeus monodon* resultam em maiores níveis de excreção de amônia (RICHARD *et al.*, 2010). Estudo realizado com a ingestão de diferentes alimentos e níveis proteicos por larvas e pós-larvas de *M. amazonicum* constatou que existem diferenças nas respostas metabólicas relacionadas a excreta nitrogenada. Estas diferenças estão associadas aos estágios de vida e se tornam maiores à medida que crescem e aumentam a massa corpórea (HAYD *et al.*, 2010).

O aumento de massa corpórea em juvenis de *M. amazonicum* está diretamente relacionado com uma maior ingestão de proteínas dietéticas. Animais submetidos a ingestão de 35% de proteína apresentaram maior massa corpórea, comparado a 20% de ingestão proteica (SANTOS *et al.*, 2017).

Porém níveis de 30% a 45% de proteína na dieta para juvenis de *M. pantanalense* não ocasionaram diferenças para ganho de peso, comprimento total, conversão alimentar e taxa de crescimento específico (FREITAS *et al.*, 2016).

Maiores níveis de proteína bruta (50%) e de concentrações de metionina na dieta de *P. monodon* ocasionam maior atividade da enzima alanina

aminotransferase nos músculos em relação as brânquias e hepatopâncreas. Porém nenhuma deficiência foi encontrada com a ingestão de menores teores proteicos (RICHARD *et al.*, 2010).

Entretanto, baixos níveis de proteína (10% e 20%) na dieta influenciaram em maior consumo de oxigênio em *P. setiferus*. O nível de 10% de proteína atendeu a exigência proteica da espécie, porém ocorreu o maior consumo de oxigênio. Isto foi devido ao equilíbrio metabólico energético de lipídeos e proteínas na obtenção de energia, ocasionando maior ritmo respiratório sem comprometer o desempenho (TABOADA *et al.*, 1998).

Estudos com proporções de inclusão e o valor nutritivo das proteínas em dietas para camarões são importantes (SÁNCHEZ-MUROS *et al.*, 2018). Deste modo, as informações oriundas com os estudos já desenvolvidos podem ser utilizadas como base para o desenvolvimento de mais pesquisas e otimizar a produção de camarões (WANG *et al.*, 2015; MOHAMED *et al.*, 2018).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Condições experimentais

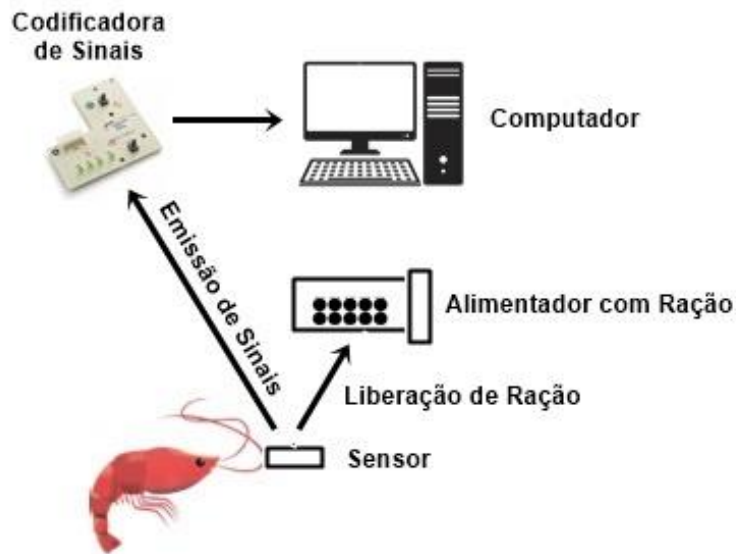
O presente estudo foi realizado no Laboratório de Nutrição e Comportamento Alimentar de Peixes (AQUA), na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) - Cruz das Almas/Bahia. Os animais utilizados foram oriundos do Laboratório de Carcinicultura da UFRB.

Cada unidade experimental foi composta por um aquário com volume de 10 litros e 10 camarões (densidade de um camarão.L⁻¹). A qualidade da água em cada unidade experimental foi mantida com utilização de um filtro biológico individual interno e aeração constante.

Cada aquário foi composto por uma fotocélula ligada diretamente ao alimentador, fazendo com que a ração fosse ofertada. O sistema foi acionado à medida que os animais interrompiam a emissão da luz infravermelho ao passarem pela mesma, fazendo que o sinal de interrupção fosse enviado por um relé à uma chave codificadora, conectada ao computador (Figura 2). Por sua vez, este registrou as informações no *software* DIO98USB (Universidade de Múrcia, Espanha)

O cálculo do consumo foi feito por diferença, após a pesagem da dieta no dia posterior. As sobras de ração disponíveis nos alimentadores e as sobras das rações liberadas nos aquários foram pesadas diariamente após secagem em estufa a 60°C e posteriormente, quantificadas. A quantidade de alimento ofertada por demanda foi regulada em um volume mínimo de três pellets por acionamento do alimentador, para que o animal pudesse se alimentar quando sentisse necessidade durante o dia e/ou a noite.

Figura 2. Esquema de funcionamento do sistema de células fotoelétricas de luz infravermelho para avaliação da atividade alimentar do *M. amazonicum*.



Fonte: Próprio Autor.

5.2 Primeiro experimento: Avaliação da capacidade dos camarões *M. amazonicum* no acionamento de alimentadores diante a estratégia de autodemanda alimentar

Todos os dias foram adicionadas nos alimentadores 10 gramas da dieta comercial (composição: 90% de matéria seca, 35% de proteína bruta, 7,5% extrato etéreo, 5% carboidrato e 16% de cinzas; pellets de granulometria de 2,4 milímetros – Poti Guaçu EXT Guabi®).

Foram utilizados 40 camarões com peso médio de $2,18 \pm 0,33$ gramas e comprimento médio de $54,95 \pm 4,35$ milímetros, que foram acondicionados em quatro unidades experimentais. A atividade alimentar foi avaliada a partir do momento que os animais se mostraram capazes de acionar os alimentadores, por 30 dias, a partir da mesma metodologia descrita no item 5.1

5.3 Segundo experimento: Ingestão de dietas com baixa e a alta concentração de proteína por *M. amazonicum* sob a estratégia de autodemanda alimentar

Esta etapa foi conduzida em delineamento em blocos casualizados com dois tratamentos (T1: 20% PB - baixo nível e T2: 40% PB - alto nível), dois aquários por tratamento e duas repetições no tempo, com duração de 50 dias cada, totalizando oito unidades experimentais (Figura 3). Camarões com peso médio de $1,55 \pm 0,28$ gramas e comprimento total médio de $52,08 \pm 3,79$ milímetros foram utilizados nesta etapa. Ao total foram utilizados 80 camarões, sendo 40 em cada repetição e 10 em cada aquário (unidade experimental).

Figura 3. Unidades experimentais no estudo de avaliação da ingestão de baixa e alta concentração de proteína na dieta de *Macrobrachium amazonicum*.



Fonte: Próprio Autor.

A atividade alimentar foi avaliada a partir da mesma metodologia descrita no item 5.1.

5.3.1 Dietas experimentais

As dietas experimentais foram fornecidas a partir da estratégia de auto demanda. Foram utilizadas duas dietas purificadas com 20% e 40% de proteína bruta (PB) conforme descrito na Tabela 1. Todas as rações foram feitas com a finalidade de atender todas as necessidades nutricionais para camarões de água doce, conforme NRC (2011), com energia digestível calculada usando coeficiente estimados: 18,8 kJ.g⁻¹, proteína; 33,4 kJ.g⁻¹, lipídeos 14,6 kJ.g⁻¹.

Tabela 1. Dietas purificadas com 20% e 40% de proteína bruta utilizadas no estudo de avaliação da ingestão de baixa e alta concentração de proteína na dieta de *Macrobrachium amazonicum*.

Ingredientes (g.Kg⁻¹)	20% PB	40% PB
Caseína ^a	170	340
Gelatina ^b	50	100
Óleo de soja ^c	30	30
Óleo de peixe ^d	30	30
Dextrina ^e	518	296
Premix ^f	25	25
Carboximetilcelulose	50	50
Alfa-celulose ou alginate	127	129
BHT	0,2	0,2
Total	1000	1000
Proteína estimada (g.Kg⁻¹)	203	406
Energia estimada (kJ/g⁻¹)	13382	13957

Rodapé: Proteína bruta (PB), proteína (P) e energia digestível (E). ^aCaseína - 1g: P = 0,9 e E = 16,92; ^bGelatina - 1g: P = 1 e E = 18,8; ^cÓleo de soja - 1g: E = 33,1; ^dÓleo de peixe (Guinama®) - 1g: E = 33,1; ^eDextrina - 1g: E = 14,6; ^fComposição: Vitamina A, vitamina D3, vitamina E, vitamina K3, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B6, vitamina B12, vitamina C, pantonato de cálcio, niacina, ácido fólico, cloreto de colina, biotina, sulfato de cobre, sulfato de ferro, sulfato de manganês, carbonato de cobalto, iodato de cálcio, selenito de sódio, sulfato de zinco, BHA, etoxiquina, ácido cítrico, inositol, dióxido de silício, óleo mineral. Vitamina A (min) 1000000.00 IU, vitamina D3 (min) 250000.00 IU, vitamina E (min) 12500.00 IU, vitamina K3 (min) 1250.00 mg, vitamina b1 (min) 1875.00 mg, vitamina B2 (min) 1875.00 mg, vitamina B6 (min) 1250.00 mg, vitamina B12 (min) 2500.00 mcg, vitamina 300 mg, niacina (min) 10.00 g, ácido fólico (min) 625.00 mg, biotina (min) 62.50 mg, colina (min) 50.00 g, cobre (min), ferro (min) 6250.00 mg, manganês (min) 1875.00 mg, cobalto (min) 12.50 mg, iodo (min) 62.50 mg, zinco (min) 6250.00 mg, selênio (min) 12.50 mg, inositol (min) 12.50 g.

5.3.2 Consumo de oxigênio

Os camarões de cada repetição foram submetidos ao teste de consumo de oxigênio, em momentos distintos, sob jejum e após alimentação. Para avaliação em jejum, foram privados de alimentação por um período de 24 horas. Para o teste, os camarões foram acondicionados individualmente em câmaras respirométricas de 250mL por 180 minutos conforme metodologia descrita por Taboada *et al.* (1998). A aferição do oxigênio foi realizada com oxímetro digital YSI-55 (mg de O₂.L⁻¹). O consumo de oxigênio foi calculado de acordo com a fórmula a seguir:

- Consumo de oxigênio [(mg.L⁻¹(minuto))]:

$$\{[(\text{oxigênio inicial} - \text{oxigênio final}) \times \text{volume da câmara}] / \text{biomassa}\} / \text{tempo}$$

5.3.3 Parâmetros de desempenho

No início e final do experimento da segunda etapa após um jejum de 24 horas, foi realizada biometria dos animais para mensuração do peso e comprimento. Para isto foi utilizado balança semi-analítica com precisão de 0,001 grama e paquímetro com precisão de 0,1 centímetro.

Os parâmetros avaliados foram ganho de peso, ganho de peso diário, ganho de peso em porcentagem, ganho de comprimento, consumo de ração, taxa de crescimento específica, eficiência alimentar, taxa de eficiência proteica e sobrevivência.

Para obtenção dos dados de desempenho foram utilizadas as fórmulas a seguir:

- Ganho de peso (g):

$$GP = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

- Ganho de peso diário (g):

GPD= Ganho de peso / dias de experimento

- Ganho de peso (%):

TGP = Ganho de peso / (Peso inicial x 100)

- Ganho de comprimento (mm):

GC= Comprimento final – Comprimento inicial

- Consumo de ração (g):

CR= [Consumo total / (Peso final x Animais por repetição) x 100] / dias de experimento

- Taxa de crescimento específica:

TCE= [Ln (pe so final) – Ln (Peso inicial)] / Dias de experimento

- Eficiência alimentar:

EA= (Ganho de peso / Consumo total) x Animais por repetição

- Taxa de eficiência proteica (%):

TEP= Ganho de peso / Nível de proteína

- Taxa de Sobrevivência (%):

TS = (Quantidade de sobreviventes / Quantidade inicial) x 100

5.3.4 Coleta de hepatopâncreas

Após a biometria foi realizada eutanásia dos camarões por hipotermia para a coleta do hepatopâncreas e a pesagem para cálculo do índice hepatossomático, conforme demonstra a Figura 4.

Figura 4. Balança analítica utilizada para pesagem dos hepatopâncreas de *M. amazonicum* utilizados no experimento.



Fonte: Próprio Autor.

Para o cálculo do índice hepatossomático (%) foi utilizada a fórmula a seguir:

$$\text{IH (\%)} = (\text{Peso do hepatopâncreas} / \text{Peso do camarão}) \times 100$$

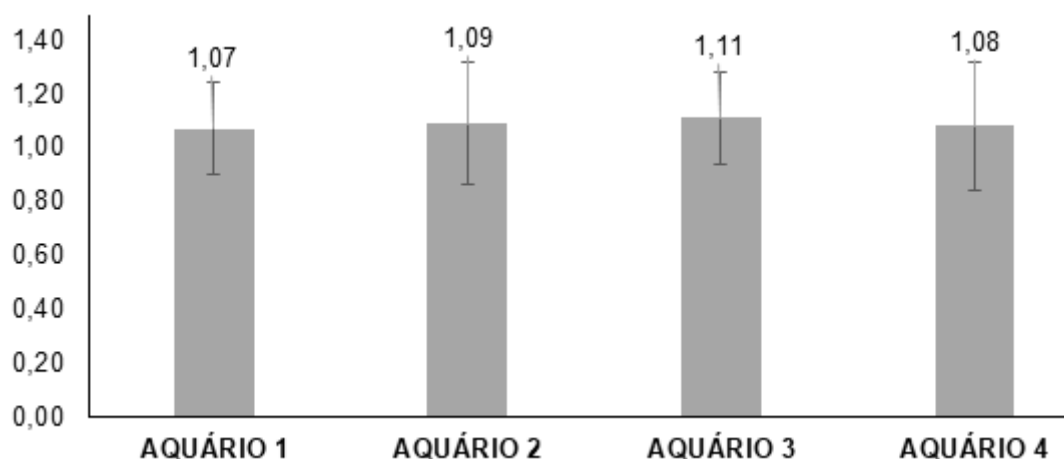
5.4 Análise estatística

As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico RStudio (Versão 1.4.1103). Os valores do primeiro experimento foram submetidos a análise descritiva. Os dados do segundo experimento foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Levene). Dados com distribuição normal foram submetidos ao Teste T (*Student*) e os dados que não possuíram distribuição normal foram submetidos ao Teste de Mann-Whitney ao nível de 5% de significância. Os dados de ganho de peso, ganho de peso diário, ganho de peso em percentagem, taxa de crescimento específica, taxa de eficiência proteica, taxa de sobrevivência e índice hepatossomático foram submetidos ao Teste T e os dados de ganho de comprimento, consumo de ração, eficiência alimentar e consumo de oxigênio foram submetidos ao Teste de Mann-Whitney.

6. RESULTADOS

No primeiro experimento, os resultados demonstraram que os juvenis de *M. amazonicum* são capazes de aprenderem a acionar os alimentadores sem depender da interferência humana para o fornecimento das rações. A figura 5 demonstra o consumo de ração no primeiro experimento em quatro diferentes unidades experimentais utilizadas por um período de 30 dias. Em todos os aquários os animais apresentaram consumo alimentar diário semelhante, demonstrando a similaridade de acionamento em todos os aquários com médias diárias de 1,07, 1,09, 1,11 e 1,08 gramas nos aquários de um a quatro respectivamente.

Figura 5. Consumo alimentar médio diário (g) de juvenis de *Macrobrachium amazonicum* durante 30 dias.



Dieta fornecida Poti Guaçu EXT (Guabi®)

Dentre os parâmetros de desempenho do segundo experimento (Tabela 2), houve diferenças estatísticas para as variáveis ganho de peso, ganho de peso diário, ganho de peso em porcentagem, ganho de comprimento e taxa de crescimento específica ($p < 0,05$), sendo encontrados os melhores resultados no tratamento com fornecimento de dieta com 40% de PB. A taxa de eficiência proteica e índice hepatossomático apresentaram melhores resultados no

tratamento com fornecimento de dieta 20% de PB ($p < 0,05$). A taxa de sobrevivência dos camarões nos tratamentos não diferiu estatisticamente ($p > 0,05$).

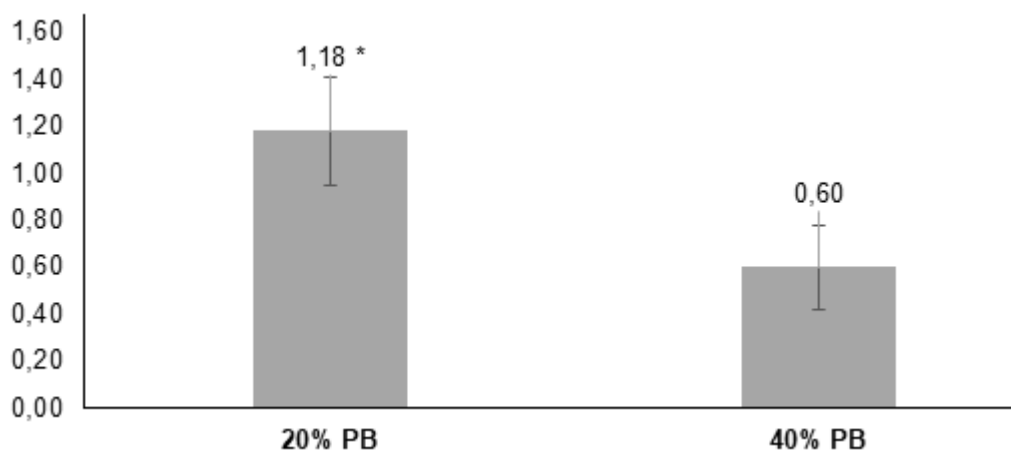
Tabela 2. Desempenho zootécnico de *M. amazonicum* alimentados com dietas purificadas com 20% e 40% de proteína bruta.

Parâmetros	% PB	
	20	40
Ganho de peso (g)	0,34 ± 0,07	0,57 ± 0,08 *
Ganho de peso diário (g)	0,007 ± 0,001	0,011 ± 0,002 *
Ganho de peso (%)	25,41 ± 5,39	41,62 ± 6,25 *
Ganho de comprimento (mm)	2,66 ± 0,91	5,05 ± 1,19 *
Taxa de crescimento específica	0,53 ± 0,04	0,65 ± 0,04 *
Eficiência alimentar	0,062 ± 0,013	0,213 ± 0,032 *
Taxa de eficiência proteica (%)	1,73 ± 0,37 *	1,41 ± 0,21
Índice hepatossomático	0,70 ± 0,13 *	0,56 ± 0,13
Taxa de Sobrevivência (%)	90,00 ± 9,57	90 ± 8,16

Gramas (g), milímetro (mm), porcentagem (%) e proteína bruta (PB). Variáveis sinalizadas com asterisco (*) obtiveram diferença estatística pelo *Teste T* ($p < 0,05$).

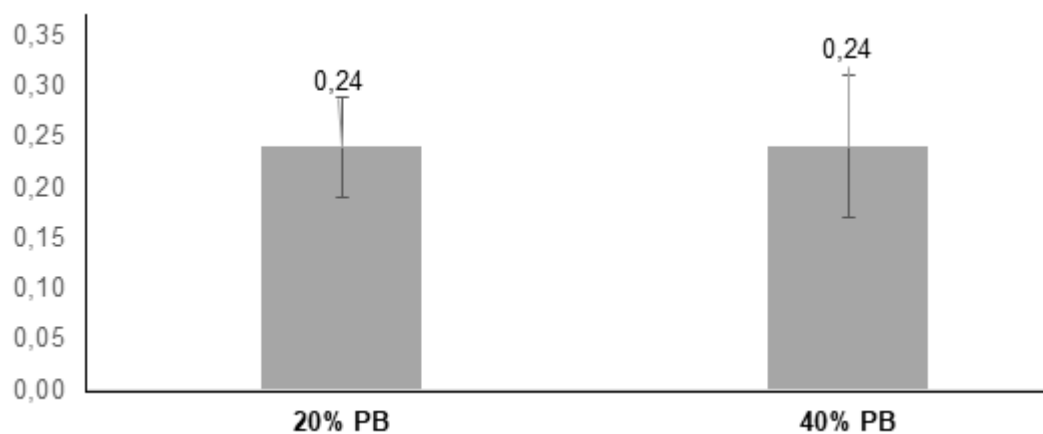
Entre os tratamentos do segundo experimento houve diferença estatística ($p < 0,05$) no consumo de dieta, contudo não ocorreu diferença para o consumo de proteína ($p > 0,05$) (Figuras 6 e 7).

Figura 6. Consumo alimentar médio diário de dietas purificadas com 20% e 40% de proteína bruta por juvenis de *M. amazonicum*.



A presença de asterisco (*) indica que houve diferença significativa para o consumo de proteína entre os tratamentos com 20% de 40% de proteína bruta na segunda etapa experimental pelo *Teste T* ($p < 0,05$).

Figura 7. Consumo alimentar médio diário de proteína (20% e 40%) por juvenis de *M. amazonicum*.



Ausência de asterisco (*) indica que não houve diferença significativa para o consumo de proteína entre os tratamentos com 20% de 40% de proteína bruta na segunda etapa experimental *Teste T* ($p > 0,05$).

Para o consumo de oxigênio por *M. amazonicum* não houve diferenças estatísticas ($p > 0,05$) nas situações de jejum e após alimentação (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo de oxigênio por *M. amazonicum* em teste de hipoxia alimentados com dietas purificadas com 20% e 40% de proteína bruta e em jejum.

PB (%)	Jejum	Alimentados
20	0,004 ± 0,0007	0,004 ± 0,0008
40	0,008 ± 0,0006	0,007 ± 0,0007

Proteína bruta (PB). Variáveis sinalizadas sem asterisco (*) não houve diferença estatísticas pelo Teste *T* ($p > 0,05$).

7. DISCUSSÃO

Durante o primeiro experimento foi avaliada capacidade do *M. amazonicum* em acionar a fotocélula e conseqüentemente, acionar o alimentador automático, para que ocorra a alimentação dos animais. Em situações de comportamento alimentar há três estados do conhecimento: o aprendizado a curto prazo e memória, a memória intermediária a partir de efeito parental e memória ancestral que engloba o afeito genético no fenótipo. A aprendizagem com a experiência permite ao animal avaliar se um alimento pode fornecer de forma satisfatória ou não, um aporte de nutrientes aos seus requisitos nutricionais (FORTES-SILVA *et al.*, 2012).

O conhecimento de estratégias alimentares fornece correta compreensão do papel da alimentação no desenvolvimento e produtividade de camarões do gênero *Macrobrachium* (NEW e VALENTI, 2010), bem como se os mesmos são capazes de obter desempenho zootécnico satisfatório ao se adaptarem a novas tecnologias.

Os resultados coletados demonstram que os camarões sobre a estratégia de autodemanda, apresentaram atividade alimentar, ou seja, a capacidade de aprendizado e adaptação ao sistema de alimentação utilizado. Esta capacidade de adaptação ao sistema de autodemanda influenciou diretamente no consumo da ração comercial fornecida no primeiro experimento, demonstrando semelhança no consumo em todas as unidades experimentais (aquários). Em estudo com camarões *L. vannamei* foi observada a capacidade de se adaptar ao sistema de autodemanda e sugerem que a alimentação pode ser um sincronizador biológico (SANTOS *et al.*, 2016) o que sugere valores médios similares aos resultados encontrados no presente estudo.

Atividades comportamentais de camarões do gênero *Macrobrachium* são evidenciadas em período diurno e noturno, contudo são maiores em período noturno com ocorrência destes na coluna d'água com característica exploratória (LING, 1969; NAKAMURA, 1975; FERNANDES, 2016). Conhecer o comportamento da espécie é fator importante no entendimento da atividade

alimentar e consequente consolidação de estratégias alimentares a serem adotadas em caráter produtivo.

O uso de sistemas automatizados, como o do presente estudo, traz inovação e subsídios para afirmações mais precisas sobre a alimentação da espécie. O conhecimento da atividade alimentar de *M. amazonicum* é importante para determinação de estratégias para fornecimento de dietas, otimizando deste modo a sua produção.

A maior frequência de acionamento do alimentador da dieta ocorreu nos animais submetidos a 20% PB, porém houve equivalência do consumo de proteína com valores médios diários de 0,24 gramas para 20 e 40% de proteína. Os resultados apontam para um maior consumo de 20% PB em função da necessidade dos camarões consumirem maior quantidade de ração para atender ao requerimento proteico. Para juvenis de camarões do gênero *Macrobrachium* varia entre 30 e 40% (ZIMMERMANN, 2001; HARI e KURUP, 2003; SANTOS *et al.*, 2017; PÉREZ-RODRÍGUEZ *et al.*, 2018).

Valores nutricionais adequados em dietas para camarões de água doce favorecem o seu desempenho, ainda que cada fase do ciclo de vida do animal possa corresponder a exigências diferentes (NEW e VALENTI, 2010). Os diferentes resultados encontrados nas variáveis de desempenho podem ser explicados por não atender à exigência nutricional proteica para os camarões alimentados com dietas contendo 20% de proteína, impossibilitando o seu desenvolvimento. O consumo de proteína em concentrações ideais beneficia maior deposição de músculos e consequentemente, maior ganho de peso, ganho de comprimento e maior taxa de crescimento específica desde que os níveis de energia presentes nas dietas atendam a exigência da espécie. Fato este que ocorreu no presente estudo no qual os níveis de energia foram de 13.382 kJ.g⁻¹ e 13.957 kJ.g⁻¹ nas dietas com 20% e 40% de proteína bruta, respectivamente. Isto sugere que a concentração proteica é limitante ao desenvolvimento dos animais.

Para juvenis de *M. rosenbergii*, valores de proteína bruta em torno de 35% são recomendadas para obtenção de melhores variáveis de desempenho (D'ABRAMO e NEW, 2010). Em estudo realizado comparando diferentes níveis

de proteína bruta em dietas para *M. amazonicum*, foi obtido maior ganho de peso e comprimento para os camarões alimentados com dietas contendo 40% de proteína bruta em relação aos camarões alimentados com dietas contendo 20% de proteína bruta, sem afetar a sobrevivência entre os tratamentos, recomendando o nível de 37% de proteína como adequado para a espécie (SANTOS *et al.*, 2017)

Estudos realizados com a ingestão de diferentes alimentos e níveis proteicos por larvas e pós-larvas de *M. amazonicum* constataram que existem diferenças nas respostas metabólicas relacionadas a excreta nitrogenada, associadas aos estágios de vida e se torna maior à medida que crescem e aumentam sua massa corpórea (HAYD *et al.*, 2010).

Em muitos casos dentro do mesmo gênero (*Macrobrachium*) quando comparadas espécies diferentes, há variações de exigências proteicas dietéticas e respostas metabólicas o que implicará de forma distinta no aumento de massa corpórea nos camarões. Juvenis de *M. amazonicum* tendem a maior deposição de massa corpórea quando submetidos a ingestão de 35% de PB. Já *M. pantanalense* não expressa respostas de desempenho zootécnico diferentes com variações entre 30 e 45% de proteína na dieta (FREITAS *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2017).

O hepatopâncreas é o órgão que origina a maioria das atividades metabólicas digestivas e estas são relacionadas às características da alimentação dos camarões. Alimentação esta que em ambiente natural é controlada pelo ritmo biológico do animal e pela variedade de alimentos disponíveis. Entretanto em ambientes experimentais o alimento disponível é exclusivamente a dieta fornecida e o órgão responderá fisiologicamente em relação ao alimento ingerido, originando deste modo atividade digestiva específica para a situação.

O principal local de absorção de aminoácidos em camarões é o hepatopâncreas. Este é responsável pela secreção de enzimas digestivas e absorção de nutrientes através das suas células B (Blasenzellen) e R (Restzellen), respectivamente (ZIMMERMANN, 2001; NEW e VALENTI, 2010). O maior consumo de dieta com 20% PB pelos camarões, para equilibrar os níveis de exigência nutricional, pode ter ocasionado maior armazenamento de

nutrientes no hepatopâncreas. E deste modo, acarretar aumento do IHS em relação aos camarões que consumiram dieta com 40% PB.

Não houve diferença significativa no consumo de oxigênio pelos camarões quando submetidos ao teste de hipóxia em jejum e alimentados dentro do mesmo tratamento.

Apesar do consumo de oxigênio em camarões de água doce estar diretamente relacionado ao peso e diminuir à medida que o peso do animal aumenta (ELMOR *et al.*, 1981). Os dados encontrados no presente trabalho sugerem que as reservas energéticas armazenadas no hepatopâncreas dos camarões, quando em jejum, auxiliaram na manutenção do metabolismo respiratório para os tratamentos com 20% e 40% de proteína bruta. Contudo, picos de consumo de oxigênio e outros problemas como mortalidade podem ocorrer após 60 minutos em condições de estresse e tendem a ser menos estáveis em camarões alimentados com 20% de proteína (TABOADA *et al.*, 1998; DEAN e RICHARDSON, 2010). Estudo com baixos níveis de proteína (10% e 20%) na dieta influenciaram em maior consumo de oxigênio em *P. setiferus*. No qual o nível de 10% de proteína atendeu a exigência proteica da espécie ocasionando em maior consumo de oxigênio em função da busca pelo equilíbrio metabólico na obtenção de energia sem comprometer o seu desempenho (TABOADA *et al.*, 1998).

Os resultados encontrados no presente estudo são importantes subsídios para o desenvolvimento de estratégias e ferramentas envolvendo a nutrição e o comportamento alimentar de *M. amazonicum*.

8. CONCLUSÃO

Juvenis da espécie *M. amazonicum* são capazes de utilizar o alimentador de autodemanda e utilizaram esta estratégia alimentar como regulador da ingestão de dietas.

Animais alimentados com 40% de proteína bruta na dieta tiveram melhor desempenho zootécnico nas variáveis de ganho de peso, ganho de peso diário, ganho de comprimento e taxa de crescimento específica.

Camarões submetidos a dieta com 20% de proteína bruta aumentavam a sua ingestão, mostrando que são capazes de regular a ingestão de uma dieta pelo seu conteúdo proteico.

As diferentes concentrações de proteína não influenciaram a taxa metabólica dos camarões quando submetidos ao teste de hipóxia em jejum ou em alimentação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, M. C.; VALENTI, W. C. 2011. Efeito da intensidade luminosa no desenvolvimento larval do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*. **Boletim do Instituto de Pesca**. n. 37 (2): 155-164.
- BOUJARD, T.; DUGY, X.; GENNER, D.; GOSSET, C.; GRIG, G. 1992. Description of a modular, low cost, eater meter for the study of feeding behavior and food preferences in fish. **Physiology & Behaviour**. n. 52: 1101-1106.
- BRABO, M. F.; SILVA, A. R. L.; BARROS, K. D. N.; RODRIGUES, R. P.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. 2021. Custo de produção de rações alternativas para peixes onívoros no estado do Pará, Amazônia Brasil. **Agrarian**. n. 51: 127-135.
- BRASIL. Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008. **Procedimento científico para o uso de animais**, Brasília, DF, out. 2008.
- CHOI, J. Y.; YOUNG-UNG, C.; KHO, J.; CHOI, C. Y. 2018. Effects of various photoperiods and specific wavelengths on circadian rhythm in ornamental cleaner shrimp *Lysmata amboinensis*. **Biological Rhythm Research**.
- CHUANG, J. L.; LEE, M. F.; JENN, J. S. 1985. Comparison of digestive enzyme activities of five species of shrimps cultured in Taiwan. **Journal of the Fisheries Society of Taiwan**. n. 12: 43-53.
- COELHO, P. A.; RAMOS-PORTO, M. 1985. Camarões de água doce do Brasil: distribuição geográfica. **Revista Brasileira de Zoologia**. n. 6: 405-410.
- CORREIA, E. S.; PEREIRA, J. A.; SILVA, A. P.; HOROWITZ, A.; HOROWITZ, S. 2003. Grow-out of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in fertilised ponds with reduced levels of formulated feed. **Journal of the World Aquaculture Society**. n. 34: 184-191.
- D'ABRAMO, L. R. 2006. Low input pond production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* using an organic fertilization strategy. **Abstracts of Aquaculture America**. p. 13-15.
- D'ABRAMO, L. R. D.; NEW, M. B. 2010. **Nutrition, Feeds and Feeding**. p. 219-238. In: NEW, M. B.; VALENTI, W. C.; TIDWELL, J. H.; D'ABRAMO, L. R.; KUTTY, M. N., eds. *Freshwater Prawns Biology and Farming*. Wiley-Blackwell, Oxford, Reino Unido.
- DEAN, T. L.; RICHARDSON, J. 2010. Responses of seven species of native freshwater fish and a shrimp to low levels of dissolved oxygen. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**. n. 33: 99-106.
- DOUGLASS, J. K.; WILSON, J. H.; FORWARD-JR, R. B. 1992. A tidal rhythm in phototaxis of larval grass shrimp (*Palaemonetes pugio*). **Marine Behaviour and Physiology**. n. 19: 159-173.
- ELMOR, M. R. D.; LOBAO, V. L.; VALENTI, W. C. 1981. Consumo de oxigênio por *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman, 1836) como subsidio ao seu transporte e cultivo. **Boletim do Instituto de Pesca**. n. 8: 65-78.
- ESPINOSA-CHAURAND, D.; VEJA-VILLASANTE, F.; CARRILO-FARNÉS, O.; NOLASCO-SORIA, H. 2017. Effect of circadian rhythm, photoperiod, and molt cycle on digestive enzymatic activity of *Macrobrachium tenellum* juveniles. **Aquaculture**. n. 479: 225-232.

- FERNANDES, E. R. M. P. **Atividade diária e pesca do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862), no município de Itacoatiara-AM.** 2016. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos) – Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara.
- FORTES-SILVA, R.; KITAGAWA, A.; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ. 2015. Dietary self-selection in fish: a new approach to studying fish nutrition and feeding behaviour. **Reviews in Fish Biology and Fisheries.** p. 1-14.
- FORTES-SILVA, R; ROSA, P, V; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F, J. 2012. Dietary self-selection of protein-unbalanced diets supplemented with three essential amino acids in Nile tilapia. **Physiology & Behavior.** n. 105, p. 639-644.
- FRANCESCHINI-VICENTINI, I. B.; RIBEIRO, K.; PAPA, L. P.; MARQUES JUNIOR, J.; VICENTINI, C. A.; VALENTI, P. M. C. M. 2009. Histoarchitectural features of the hepatopancreas of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. **International Journal of Morphology.** n. 27: 121-128.
- FREITAS, E; PASSOS, F; HAYD, L. 2016. Diferentes níveis proteicos no crescimento de juvenis de *Macrobrachium pantanalense*. **Archivos de Zootecnia.** n. 65 (249): 43-49.
- GUERRA-SANTOS, B; LÓPEZ-OLMEDA, J. F; PEREIRA, D. S. P; RUIZ, C. E; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F. J; ESTEBAN, M. A; CERQUEIRA, R. B; FORTES-SILVA, R. 2018. Daily rhythms after vaccination on specific and non-specific responses in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Chronobiology International.**
- HAMIDOGHLI, A.; WON, S.; FARRIS, N. W.; BAE, J.; CHOI, W.; YUN, H.; BAI, S. C. 2020. Solid state fermented plant protein sources as fish meal replacers in whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Animal Feed Science and Technology.** n. 264: 44-74.
- HAN, Z; LI, X; XIN, L; XU, W; LI, Y. 2018. Circadian rhythms of melatonin in haemolymph and optic lobes of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) and Chinese grass shrimp (*Palaemonetes sinensis*). **Biological Rhythm Research.**
- HARI, B.; KURUP, B. M. 2003. Comparative evaluation of dietary protein levels and plant-animal protein ratios in *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). **Aquaculture Nutrition.** n. 9: 131-137.
- HAYD, L. A; LEMOS, D; VALENTI, W. C. 2010. Ontogenetic variation in ammonia excretion during the early life stages of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*. **Journal of the World Aquaculture Society.** n. 45: 107-115.
- KITAGAWA, A. T. et al. 2015. Feeding behaviour and the effect of photoperiod on the performance and hematological parameters of the pacamã catfish (*Lophiosilurus alexandri*). **Applied Animal Behaviour Science.** n. 171: 211-218.
- LEE, P. G.; BLAKE, N. J.; RODRICK, G. E. 1980. A quantitative analysis of digestive enzymes for the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **Proceedings of the World Mariculture Society.** n. 11: 392-402.
- LIMA, J. F; SILVA, L. M. A. 2015. Population structure and relative growth of freshwater prawn *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (Crustacea, Palaemonidae) in two regions of the State of Amapá, Amazon River mouth, Brazil. **Biota Amazônia.** n. 16: 52-57.
- LIMA, P. P.; PONTES, C. S.; ARRUDA, M. F. 2009. Activity pattern of the marine shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) in laboratory as a function of different feeding frequencies. **Aquaculture Research.** n. 41: 53-60.
- LING, S. W. 1969. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii*. **FAO Fish Reports.** n. 57: 589-606.

LOPEZ-URIOSTEGUI, F.; PONCE-PALAFIX, J. T.; LANGO-REYNOSO, F.; CASTAÑEDA-CHAVEZ, M. R.; ARENAS-FUENTES, V. E.; VEJA-VILLASANTE, F. 2017. Stomach Repletion Rhythms of the Caridean Shrimps, *Macrobrachium americanum* and *M. tenellum* (Crustacea: Decapoda) in a Caged-Pond System. **Pakistan Journal Zoology**. n. 49: 973-977.

MAGALHÃES, C. 1985. Desenvolvimento larval obtido em laboratório de palaemonídeos da região amazônica, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda). **Amazoniana**. n. 9 (2): 247-174.

MAGALHÃES, C. 2000. **Diversity and abundance of decapod crustaceans in the Rio Negro basin, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil**. In A Biological Assessment of the Aquatic Ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil, (Ed. by B. Chernoff, L.E. Alonso, J.R. Montambault & R. Lourival), pp. 56–62. RAP Bulletin of Biological Assessment 18. Conservation International, Washington, DC.

MAGALHÃES, C. 2001. **Diversity, distribution, and habitats of the macro-invertebrate fauna of the Rio Paraguay and Rio Apa, Paraguay, with emphasis on decapod crustaceans**. In: A Biological Assessment of the Aquatic Ecosystems of the Rio Paraguay Basin, Alto Paraguay, Paraguay (Ed. by B. Chernoff, P.W. Willink & J.R. Montambault), pp. 68–72. RAP Bulletin of Biological Assessment 19. Conservation International, Washington, DC.

MATTOS, B. O.; NASCIMENTO-FILHO, E. C. T.; ANJOS-SANTOS, A.; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F. J.; FORTES-SILVA, R. 2016. Daily self-feeding activity rhythms and dietary self-selection of pirarucu (*Arapaima gigas*). **Aquaculture**. n. 465: 152-157.

MELVIN, S. D. 2017. Effect of antidepressants on circadian rhythms in fish: Insights and implications regarding the design of behavioural toxicity tests. **Aquatic Toxicology**. n. 182: 20-30.

MOHAMED, E. M.; ELMESIRY, G.; ELLITHY, A.; MOHAMED, K. 2018. Genetic, nutritional and pathological investigations on the effect of feeding low protein diet and biofloc on growth performance, survival and disease prevention of Indian white shrimp *Fenneropenaeus indicus*. **Aquaculture**. n. 26: 589-615.

MONTOYA, A.; ZAMORA, S. SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F. J. 2012. Dietary selection by gilthead sea bream (*Sparus aurata*) provided with unbalanced mixed-macronutrient feeds dispensed from self-feeders. **Aquaculture**. n. 358: 35-40.

MONTOYA, A.; LÓPEZ-OLMEDA, J. F.; YÚFERA, M.; SÁNCHEZ-MUROS, M. J.; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F. J. 2010. Feeding time synchronises daily rhythms of behaviour and digestive physiology in gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**. n. 306: 315–321.

MORAES-RIODADES, P. M. C.; VALENTI, W. C. 2002. Crescimento relativo do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em viveiros. **Revista Brasileira de Zoologia**. n. 19: 1169-1176.

MORAES-RIODADES, P. M. C.; VALENTI, W. C. 2006. **Effects of stocking density on population structure of Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* raised in ponds**. In: Abstracts of Aquaculture 2006, 9–13 May 2006, Firenze, p. 629. World Aquaculture Society, Baton Rouge.

MORAES-VALENTI, P. M. C.; VALENTI, W. C. 2007. Effect of intensification on grow-out of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. **Journal of the World Aquaculture Society**. n. 38: 516–526.

MORAES-VALENTI, P.; VALENTI, W. C. 2010. **Culture of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum***. p. 485-501. In: NEW, M. B.; VALENTI, W. C.; TIDWELL, J. H.;

- MULATI, A. L. L. 2017. **Dieta natural de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda) no Oeste de Minas Gerais, Brasil**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada – UFLA. Lavras, p. 45.
- NAKAMURA, R. A. 1975. A preliminary report on the circadian rhythmicity in the spontaneous locomotor activity of *Macrobrachium rosenbergii* and its possible application to prawn culture. **Proceedings of the annual meeting – World Mariculture Societ**. n. 6: 37-41.
- National Research Council. 2011. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington, D.C: National Academies Press.
- NEW, M. B.; VALENTI, W. C., eds. 2010. **Freshwater Prawns Biology and Farming**. Wiley-Blackwell, Oxford, Reino Unido.
- NWANNA, L. C; PIYATIRATITIVORAKUL, S; KLINBUNGAM, S; BONNUEA, S. 2019. Determination of Methionine Requirement of Juvenile Marine Black Giant Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*). **Journal of Applied Sciences and Environmental Management**. n. 23: 843-846.
- ODINETZ-COLLART, O. 1991. Stratégie de reproduction de *Macrobrachium amazonicum* en Amazonie Centrale (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). **Crustaceana**. n. 61: 253–70.
- ODINETZ-COLLART, O; MAGALHÃES, C. 1994. Ecological constraints and life history strategies of Palaemonid prawns in Amazonia. **Verhandlungen Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie**. n. 25: 2460-2467.
- ODINETZ-COLLART, O; RABELO, H. 1996. Variation in egg size of the fresh-water prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae). **Journal of Crustacean Biology**. n. 16: 684-688.
- OGBURN, M. B; CRIALES, M. M; THOMPSON, R. T; BROWDER, J. A. 2013. Endogenous swimming activity rhythms of postlarvae and juveniles of the penaeid shrimp *Farfantepenaeus aztecus*, *Farfantepenaeus duorarum*, and *Litopenaeus setiferus*. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. n. 400: 149-155.
- PANIGRAHI, A; SUNDARAM, M; SARANYA, C; SATISH-KUMAR, R; SYAMA, D. J; SARASWATHY, R; OTTA, S. K; SHYNE, A. P. S; NILA, R. P; GOPAL, C. 2019. Influence of differential protein levels of feed on production performance and immune response of pacific white leg shrimp in a biofloc-based system. **Aquaculture**. n. 503: 118-127.
- PEREIRA, J. A. et al. 2017. Camarões de água doce (Crustacea: Decapoda) que ocorrem no igarapé Água Boa, municípios de Alto Alegre e Boa Vista, Roraima. **Boletim do Museu Integrado de Roraima**. n. 2: 39-44.
- PÉREZ-RODRÍGUEZ, J. C.; YAMASAKI-GRANADOS, S.; GARCÍA-GUERRERO, M. U.; PORCHAS, M. M.; MARTÍNEZ, Y. M.; CERVERA, J. R. L.; CORTÉS-JACINTO, E. 2018. Growth and survival of juvenile cauque river prawn *Macrobrachium americanum* fed with diets containing different protein levels. **Latin American Journal of Aquatic Research**. n. 46: 534-542.
- PONTES, C. S. 2006. Padrão de deslocamento do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) nas fases clara e escura ao longo de 24 horas. **Revista Brasileira de Zoologia**. n. 23: 223-227.
- PONTES, C. S.; ARRUDA, M. F. 2005. Acesso ao alimento artificial e enchimento do trato digestivo de juvenis do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) durante as fases clara e escura do período de 24 horas. **Revista Brasileira de Zoologia**. n. 22: 1039-1043.

- PONTES, C. S.; MARQUES, L. C.; ANDREATTA, E. R.; MOURA, R. S. T.; HENRY-SILVA, G. G. 2015. Feeding frequency and growth performance of juvenile pink shrimp. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. n. 67: 1415-1420.
- PRATIWIY, F. M; KOHBARA, J. 2018. Dualistic feeding pattern of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) reared under different self-feeding system conditions. **Aquaculture Research**. n. 49: 969-976.
- PRETO, B. L; PIZZATO, G. M; VALENTI, W. C. 2008. Uso de bandejas de alimentação na fase de engorda do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum* (heller, 1862). **Boletim do Instituto de Pesca**. n. 34: 125-130.
- QUEIROZ, R. A.; ARAUJO, M. C. 2021. **Probiótico comercial no desempenho, ingestão alimentar e composição centesimal do camarão-da-amazônia**. p. 254-265. In: CORDEIRO, C. A. M.; SAMPAIO, D. S.; HOLANDA, F. C. A. F. org. Engenharia de Pesca: Aspectos Teóricos e Práticos. Editora Científica, Guarujá, Brasil.
- QUEIROZ, R. A.; SILVA, T. N. S.; ARAUJO, M. C. 2021. **Dietas elaboradas com diferentes fontes de carboidratos para o camarão-da-amazônia**. p. 72-80. In: GALATI, R. L.; QUEIROZ, M. F. S. org. Inovações na Nutrição Animal: Desafios da Produção de Qualidade. Editora Científica, Guarujá, Brasil.
- QUINTO, B. P T; ALBUQUERQUE, J. V; BEZERRA, R. S; PEIXOTO, S; SOARES, R. 2018. Replacement of fishmeal by two types of fish protein hydrolysate in feed for postlarval shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Reviews in Aquaculture**. p. 1-29.
- REYMOND, H.; LAGARDÉRE, J. P. 1990. Feeding rhythms and food of *Penaeus japonicus* Bate (Crustacea, Penaeidae) in Salt Marsh Ponds: Role of Halophilic Entomofauna. **Aquaculture**. n. 84: 125-143.
- RICHARD, L; VACHOT, C; BRÉQUE, J; BLANC, P; RIGOLET, V; KAUSHIK, S; GEURDEN, I. 2010. The effect of protein and methionine intake on glutamate dehydrogenase and alanine aminotransferase activities in juvenile black tiger shrimp *Penaeus monodon*. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. n. 391: 153-160.
- ROY, S.; KUMAR, V.; MITRA, A.; MANNA, R. K.; SURESH, V. R.; HOMECHAUDHURI, S. 2018. Amylase and protease activity in shrimps and prawn of Sundarbans, West Bengal, India. **Indian Journal of Geo Marine Sciences**. n. 47: 53-59.
- RStudio for Windows. Versão 1.2.5019. 2009.
- SÁNCHEZ-MUROS, M. J; RENTERIA, P. VIZCAINO, A; BARROSO, F. G. 2018. Innovative protein sources in shrimp (*Litopenaeus vannamei*) feeding. **Reviews in Aquaculture**. p. 1-18.
- SÁNCHEZ-VÁZQUES, F. J.; MARTÍNEZ, M.; ZAMORA, S.; MADRID, J. A. 1994. Design and performance of an accurate demand feeder for the study of feeding behavior in sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. **Physiology & Behaviour**. n. 56: 789-794.
- SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F. J.; YAMAMOTO, T.; AKIYAMA, T.; MADRID, J. A.; TABATA, M. 1999. Macronutrient self-selection through demand-feeders in rainbow trout. **Physiology and Behaviour**. n. 66: 45-51.
- SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F. J; LOPEZ-OLMEDA, J. F; VERA, L. M; MIGAUD, H; LOPEZ-PATINO, M. A; MÍGUEZ, J. M. 2019. Environmental cycles, melatonin and circadian control of stress response in fish. **Frontiers in Endocrinology**.
- SANTOS, A. A; LÓPEZ-OLMEDA, J. F; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F. J; FORTES-SILVA, R. 2016. Synchronization to light and mealtime of the circadian rhythms of self-feeding behavior and locomotor activity of white shrimps (*Litopenaeus vannamei*). **Comparative Biochemistry and Physiology**. n. 199: 54-61.

- SANTOS, L. D.; CAGOL, L.; HELDT, A.; CAMPAGNOLO, R.; BALLESTER, E. L. C. 2017. Níveis crescentes de proteína bruta em dietas práticas para camarão-da-amazônia. **Boletim do Instituto de Pesca**. n. 43 (3): 417-425.
- SANUDIN, N.; TUZAN, A. D.; YONG, A. S. K. 2014. Feeding activity and growth performance of shrimp post larvae *Litopenaeus vannamei* under light and dark condition. **Journal of Agricultural Science**. n. 6.
- SCORVO-FILHO, J. D.; FRASCÁ-SCORVO, C. M. D.; ALVES, J. M. C.; SOUZA, F. R. A. 2010. A tilapicultura e seus insumos, relações econômicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. n. 39: 112-118.
- SILVA, P. F. **Comportamento alimentar do camarão marinho *Farfantepenaeus subtilis* em condições laboratoriais**. 2009. 86 f. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- SOARES, R.; PEIXOTO, S.; WASIELESKY, W.; INCAO, F. D. 2005. Feeding rhythms and diet of *Farfantepenaeus paulensis* under pen culture in Patos Lagoon estuary, Brazil. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. n. 322: 167-176.
- TABOADA, G.; GAXIOLA, G.; GARCIA, T.; PEDROZA, R.; SANCHEZ, A.; LOTO, L. A.; ROSAS, C. 1998. Oxygen consumption and amônia-N excretion related to protein requirements for growth of white shrimp, *Penaeus setiferus*. **Aquaculture Research**. n. 29: 823-833.
- TALUKDAR, A.; DEO, A. D.; SAHU, N. P.; SARDAR, P.; AKLAHUR, M.; HARIKRISHNA, V.; PRAKASH, S.; SHAMNA, N.; JANA, P. 2020. Effects of different levels of dietary protein on the growth performance, nutrient utilization, digestive enzymes and physiological status of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* juveniles reared in inland saline water. **Aquaculture Nutrition**. n. 27: 1-14.
- ULLMAN, C.; RHODES, M. A.; DAVIS, D. A. 2019. Feed management and the use of automatic feeders in the pond production of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**. n. 498: 44-49.
- ULLMAN, C.; RHODES, M.; HANSON, T.; CLINE, D.; DAVID, D. A. 2018. Effects of Four Different Feeding Techniques on the Pond Culture of Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Journal of the World Aquaculture Society**.
- VERA, L. M.; MADRID, J. A.; SÁNCHEZ-VÁZQUES, F. J. 2006. Locomotor, feeding and melatonina daily rhythms in sharpnout seabram (*Diplodus puntazzo*). **Physiology & Behavior**. n. 88: 167-172.
- WANG, X. D.; LI, E. C.; WANG, S. F.; QIN, J. G.; CHEN, X. F.; LAI, Q. M.; CHEN, K.; XU, C.; GAN, L.; YU, N.; DU, Z. Y.; CHEN, L. Q. 2015. Protein-sparing effect of carbohydrate in the diet of white shrimp *Litopenaeus vannamei* at low salinity. **Aquaculture Nutrition**. n. 21: 904-912.
- ZIMMERMAN, S. 1998. **Manejo de alimentos e da alimentação dos camarões**. p. 485-501. In: VALENTI, W. C. ed. Carcinicultura de Água Doce: Tecnologia para a Produção de Camarões. IBAMA/FAPESP, Brasília, Brasil.