



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PESCA

LUCAS CIPRIANO RODRIGUES

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE JUVENIS DE *Pomacea haustum* (REVEE,
1856) (MOLLUSCA: GASTROPODA: AMPULLARIIDAE), MANTIDOS EM
DIFERENTES DIETAS E SALINIDADES**

FORTALEZA

2019

LUCAS CIPRIANO RODRIGUES

DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE JUVENIS DE *Pomacea haustum* (REVEE,
1856) (MOLLUSCA: GASTROPODA: AMPULLARIIDAE), MANTIDOS EM
DIFERENTES DIETAS E SALINIDADES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientadora: Prof.a Dr.a Helena Matthews Cascon.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- R614d Rodrigues, Lucas Cipriano.
Desempenho zootécnico de juvenis de *Pomacea haustum* (Reeve, 1856) (Mollusca: Gastropoda: Ampullariidae), mantidos em diferentes dietas e salinidades / Lucas Cipriano Rodrigues. – 2019.
52 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Helena Matthews Cascon.
1. Cultivo. 2. Ração. 3. Parâmetros. I. Título.

CDD 639.2

LUCAS CIPRIANO RODRIGUES

DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE JUVENIS DE *Pomacea haustum* (REVEE,
1856) (MOLLUSCA: GASTROPODA: AMPULLARIIDAE), MANTIDOS EM
DIFERENTES DIETAS E SALINIDADES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Engenharia de Pesca.
Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof.a Dr.a Helena Matthews Cascon (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Paulo Cascon
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Aldeney Andrade Soares Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

A meus pais, Francenir e Carmelita, meus familiares e amigos.

A Prof.a Dr.a Helena Matthews Cascon.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e sua infinita bondade, por ter me concedido a força, a coragem e a persistência necessária para enfrentar e superar os obstáculos na caminhada até aqui e sempre.

Ao CNPq pelo apoio e suporte financeiro com manutenção da bolsa de auxílio durante todo o período do curso de mestrado.

A Prof.a Dr.a Helena Matthews Cascon, pela excelente orientação e realização do experimento.

Aos participantes da banca examinadora Prof. Paulo Cascon e Prof. Dr. Aldeney Andrade Soares Filho, por sua estimada contribuição e por todo o apoio.

Ao participante suplente da banca examinadora Dr. Alisson Sousa Matos, pelas críticas e sugestões.

Ao Laboratório de Cultivo Experimental e Laboratório de Invertebrados Marinhos do Ceará – LIMCe, pela disposição do espaço e estruturas para realização do experimento, em nome de Prof. Paulo Cascon e Prof.a Dr.a Helena Matthews Cascon.

Aos integrantes do Laboratório de Cultivo Experimental e Laboratório de Invertebrados Marinhos do Ceará – LIMCe, pela cooperação, companheirismo, cumplicidade, simplicidade, sinergismo, apoio e incentivo.

Aos meus pais, Francenir Rebouças Rodrigues e Carmelita Costa Cipriano, pelo o amor e apoio incondicional dedicado em todos os momentos.

Aos meus familiares e amigos pelo incentivo e contribuição na caminhada.

A minha namorada Larisse Brito Alves, por sua confiança, carinho, apoio e dedicação.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará pelos profissionais e pessoas que são e por seus ensinamentos valiosos para minha formação.

Aos amigos da turma de Pós-Graduação e de todo o curso, em especial a Iracilda Ferreira da Silva Lima, Thiago Pereira Menezes e Carlos Eduardo Lira dos Santos Silva pelo apoio, reflexões, críticas e sugestões recebidas.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.
(Marthin Luther King)

RESUMO

Considerando o atual cenário em evidência de demanda por fontes alternativas de alimento no mundo, o cultivo de espécies normalmente consideradas como não convencionais, mostra-se como uma alternativa para minimizar a escassez de alimento tornando o tema relevante. O presente trabalho teve como objetivo avaliar se a oferta de diferentes dietas oriundas de rações comerciais e o desenvolvimento em diferentes salinidades de juvenis de *Pomacea haustrum* resultaria em diferentes desempenhos zootécnicos. Após a eclosão de 7 desovas de *P. haustrum*, em laboratório, os juvenis foram selecionados aleatoriamente e transferidos para os recipientes de cultivo. Foram fornecidas duas diferentes rações: uma ração comercial contendo maior quantidade de ingredientes ricos em proteína bruta de origem vegetal (PV) (ração para coelho) e uma ração comercial contendo uma quantidade equilibrada de ingredientes ricos em proteína bruta de origem vegetal e animal (PM) (ração para cachorro). Os animais foram estocados em diferentes salinidades (0, 2 e 4) partes por mil (ppt). O experimento durou 65 dias. Os parâmetros de qualidade de água analisados (temperatura, oxigênio dissolvido e pH) se mantiveram dentro da faixa ideal para todos os tratamentos, com média de 25 °C, 8,6 mg/L e 7,1, respectivamente. Na salinidade de 4ppt houve 100% de mortalidade após 21 horas. Os caracóis que foram alimentados com a dieta PM em comparação com a PV na água doce (0ppt) apresentaram uma tendência de melhores resultados zootécnicos (peso médio final, ganho de peso, crescimento médio final, taxa de crescimento específico, eficiência proteica e conversão alimentar aparente) apesar de não ter ocorrido diferença estatística ($p > 0,05$). Houve divergência significativa ($p \leq 0,05$) entre os resultados de desempenho zootécnico (peso médio final, ganho de peso, crescimento médio final, taxa de crescimento específico, eficiência proteica e conversão alimentar aparente) dos indivíduos cultivados em água doce e na salinidade de 2ppt, independente da origem proteica da ração. Portanto, a origem proteica da ração não influenciou significativamente no desempenho dos animais cultivados, ao passo que a salinidade da água prejudicou o desenvolvimento dos animais cultivados de forma diretamente proporcional a sua concentração.

Palavras-chave: Cultivo. Ração. Parâmetros.

ABSTRACT

Considering the current scenario in evidence of demand for alternative sources of food in the world, the cultivation of species normally considered as unconventional, is shown as an alternative to minimize the scarcity of food making the theme relevant. The present work had as objective to evaluate if the supply of different diets derived from commercial diets and the development in different salinities of juveniles of *Pomacea haustrum* would result in different zootechnical performances. After the hatching of 7 spawnings of *P. haustrum*, in the laboratory, the juveniles were randomly selected and transferred to the culture vessels. Two different rations were provided: a commercial feed containing a greater amount of ingredients rich in crude protein of vegetable origin (rabbit ration) and a commercial ration containing a balanced amount of crude protein rich ingredients of vegetal and animal origin (PM) (dog food). The animals were stored at different salinities (0, 2 and 4) parts per thousand (ppt). The experiment lasted 65 days. The water quality parameters analyzed (temperature, dissolved oxygen and pH) remained within the ideal range for all treatments, with average 25 °C, 8,6 mg/L and 7,1, respectively. At salinity of 4ppt there was 100% mortality after 21 hours. The snails that were fed the PM diet compared to the PV in fresh water (0 ppt) showed a trend of better zootechnical results (final mean weight, weight gain, final mean growth, specific growth rate, protein efficiency and apparent feed conversion) despite of statistical difference ($p > 0,05$). There was significant divergence ($p \leq 0,05$) between the results of zootechnical performance (final mean weight, weight gain, final mean growth, specific growth rate, protein efficiency and apparent feed conversion) of individuals cultivated in freshwater and salinity of 2ppt, regardless of the protein origin of the feed. Therefore, the protein origin of the feed did not significantly influence the performance of the cultured animals, while the salinity of the water impaired the development of the cultured animals directly proportional to its concentration.

Keywords: Cultivation. Ration. Parameters.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Açude Santo Anastácio, Campus do Pici, Fortaleza/CE.....	18
Figura 2 - Matrizes coletadas de <i>Pomacea haustum</i>	19
Figura 3 - Desova de <i>Pomacea haustum</i>	19
Figura 4 - Desova de <i>Pomacea haustum</i> após sete dias de postura.....	20
Figura 5 - Desova de <i>Pomacea haustum</i> aos onze dias após a postura.....	20
Figura 6 - Juvenis de <i>Pomacea haustum</i>	21
Figura 7 - Esquema de viveiros onde os animais foram mantidos.....	22
Figura 8 - Forma de medição do comprimento da concha de <i>P. haustum</i>	22
Figura 9 - Armazenamento de água para abastecimento dos viveiros.....	23
Figura 10 - Esquema final de viveiros onde os animais foram mantidos.....	30
Figura 11 - Peso médio final (g) de juvenis de <i>Pomacea haustum</i> mantidos com diferentes rações (PV e PM) e salinidades (0 e 2) ppt.....	35
Figura 12 - Crescimento médio (mm) de juvenis de <i>Pomacea haustum</i> mantidos com diferentes rações (PV e PM) e salinidades (0 e 2) ppt.....	37
Figura 13 - Taxa de crescimento específico (% dia) de juvenis de <i>Pomacea haustum</i> mantidos com diferentes rações (PV e PM) e salinidades (0 e 2) ppt.....	39
Figura 14 - Conversão alimentar aparente (g/g) de juvenis de <i>Pomacea haustum</i> mantidos com diferentes rações (PV e PM) e salinidades (0 e 2) ppt.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros de qualidade da água do período de cultivo de juvenis de <i>Pomacea haustum</i> mantidos com diferentes rações (PV e PM) e salinidades (0 e 2) ppt.....	31
Tabela 2 - Parâmetros de desempenho zootécnico do período de cultivo de juvenis de <i>Pomacea haustum</i> mantidos com diferentes rações (PV e PM) e salinidades (0 e 2) ppt.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAA	Conversão alimentar aparente
CMF	Crescimento médio final
g	Grama
IEP	Índice de eficiência proteíca
L	Litro
Mg	Miligrama
mL	Mililitro
mm	Milímetro
PM	Ração comercial contendo uma quantidade equilibrada de ingredientes ricos em proteína bruta de origem vegetal e origem animal
ppt	Partes por mil
PV	Ração comercial contendo maior quantidade de ingredientes ricos em proteína bruta de origem vegetal
TCE	Taxa de crescimento específico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1	Aquicultura.....	14
2.2	Nutrição.....	15
2.3	<i>Pomacea haustum</i>	16
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1	Local de realização e coleta dos moluscos.....	18
3.2	Delineamento experimental.....	21
3.3	Dietas e composição das rações.....	23
3.4	Parâmetros de qualidade de água.....	24
3.5	Parâmetros de desempenho zootécnicos.....	25
3.6	Análise estatística.....	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1	Composição das rações.....	28
4.2	Parâmetros de qualidade de água.....	30
4.3	Parâmetros de desempenho zootécnico.....	33
5	CONCLUSÃO.....	42
	REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

O filo Mollusca possui a segunda maior biodiversidade do reino animal (cerca de 130.000 espécies), sendo superado somente pelo filo Arthropoda. Os moluscos são cosmopolitas habitando diversos ambientes. A grande maioria dos moluscos apresenta uma concha que normalmente é externa, mas também pode ser interna. A concha dos moluscos tem como principais funções: proteção do animal e fornecimento de uma área para inserção muscular, podendo aparecer modificada para auxiliar na natação e proteção do cérebro (MATTHEWS-CASCON; MARTINS, 2001).

Os moluscos são agrupados em 8 classes: Monoplacophora, Claudofoveata, Solenogastres, Polyplacophora, Gastropoda, Scaphopoda, Cephalopoda e Bivalvia (TABOSA, 2003).

Em ambientes dulcícolas, duas classes representam o filo Mollusca, Gastropoda e Bivalvia. Esses animais habitam rios, açudes, lagoas e lagos artificiais, estando parcialmente ou totalmente enterrados em substrato normalmente arenoso, próximo das margens ou em profundidades maiores (MANSUR; SCHULZ; GARCES, 1987).

A família Ampullariidae está dividida em nove gêneros sendo *Pomacea* o de maior destaque com relação a diversidade de espécies (HAYES *et al.*, 2008). Atualmente são conhecidas aproximadamente 70 espécies pertencentes ao gênero *Pomacea* que são encontradas em açudes, lagoas, lagos e rios situados principalmente no continente Sul Americano (COWIE; THIENGO, 2003; SIMONE, 2006).

A espécie *Pomacea haustum* pertence a classe Gastropoda e a família Ampulariidae. Essa família possui espécies economicamente importantes, que podem ser utilizadas na alimentação humana e no controle biológico de doenças (TABOSA, 2003).

Por conta de sua possível utilização alimentar, aquariofilia ornamental, ecológica (função controladora de população de planorbídeos), dentre outras, estes animais são estudados em diversos locais do mundo. Apesar dessa importância existem poucas informações sobre sua biologia em seu habitat natural, sendo necessárias investigações para o conhecimento da diversidade e desenvolvimento de

pesquisas nos locais de origem dessas espécies (ALVES *et al.*, 2006; BOCANEGRA; VALVERDE; PEREA, 1996; COELHO; CALADO; DINIS, 2012).

Os Moluscos são considerados ótimos indicadores biológicos de qualidade ambiental por conta de características como: baixa motilidade, grande abundância, fácil identificação, alta longevidade e alta capacidade adaptativa (DE QUEIROZ; TRIVINHO-STRIXINO; NASCIMENTO, 2000).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho zootécnico de juvenis de *Pomacea haustum* alimentados com duas dietas e mantidos em diferentes salinidades, tendo em vista a abundância e potencial utilização comercial dessa espécie.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aquicultura

A aquicultura é uma atividade que consiste no cultivo de organismos que possuem pelo menos uma fase do seu ciclo de vida no meio aquático (VALENTI, 2002). O aumento gradual da dificuldade de adquirir alimentos provenientes dos ambientes naturais impulsionou o desenvolvimento da aquicultura mundialmente. A atividade aquícola se tornou uma opção extremamente recomendável para a produção de alimento em larga escala, visando reduzir a pressão indiscriminada sobre os estoques naturais e a crescente demanda do consumo humano por proteína animal de qualidade (CAMARGO; POUHEY, 2005).

O Brasil apresenta a vantagem de possuir grande riqueza e abundância de espécies nativas potencialmente cultiváveis, bem como condições climáticas favoráveis para a prática de inúmeras modalidades de aquicultura. Porém é indispensável que exista um processo contínuo de investimento em pesquisas e tecnologias que visem o desenvolvimento e aperfeiçoamento dos processos produtivos das espécies alvo, possibilitando que a atividade torne-se mais atraente economicamente, por meio de obtenção de melhores resultados zootécnicos nos cultivos, além do aperfeiçoamento das técnicas de processamento, visando uma maior qualidade do produto ao final do cultivo (RIBEIRO, 2016).

A oferta de uma ração corretamente balanceada na quantidade adequada, para a fase do ciclo de vida da espécie alvo e a manutenção dos parâmetros ambientais dentro das faixas ótimas para o desenvolvimento dos animais cultivados são essenciais para o sucesso na obtenção de rápido crescimento e conversão alimentar satisfatória dos organismos cultivados (BALDISSEROTTO, 2009).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO, 2016), a atividade aquícola vem apresentando um desenvolvimento constante com o passar dos anos, devendo alcançar cerca de 196 milhões de toneladas em 2025, representando um aumento de 17% em comparação à produção de 2013/15 estimada em aproximadamente 167 milhões.

O Brasil era o décimo segundo maior produtor mundial e o segundo da América do Sul, no que diz respeito à produção de pescado oriundo da aquicultura (BRASIL, 2015). Conforme a publicação do Boletim Estatístico da Pesca e

Aquicultura, realizada pelo Ministério da Pesca e Aquicultura do Brasil (BRASIL, 2013), em 2011 a produção aquícola nacional cresceu 31,1% em relação a 2010. Atualmente é o décimo terceiro maior produtor mundial e o segundo da América do Sul, com produção estimada de 600.000 toneladas. No que diz respeito a produção de pescado capturado em águas continentais, o Brasil é o décimo terceiro maior produtor mundial e o primeiro da América do Sul com produção média anual estimada de 243.213 toneladas nos anos de 2005-2014 decrescendo para uma produção média de 225.000 toneladas em 2015-2016. Estima-se que a produção da pesca e aquicultura no Brasil seja de 1.885.000 toneladas em 2030 o que representa um aumento de 46,6% com relação a 2016 e que a produção oriunda da aquicultura seja de 1.097.000 toneladas em 2030, representando um aumento de 89% com relação a 2016 (FAO, 2018).

A demanda alimentar tende a aumentar com o passar do tempo, em virtude do crescimento populacional, pressionando para que os setores básicos de produção ampliem suas áreas de atuação e aumentem sua produtividade (FAO, 2006; HANNESSON, 2003; QUEIROZ; LOURENÇO; KITAMURA, 2002; SUBASINGHE; SOTO; JIA, 2009; ZANIBONI FILHO, 1997). Além do visível esgotamento dos estoques de recursos pesqueiros limitar a quantidade de alimento que pode ser obtida no ambiente natural, a demanda crescente por alimentos de qualidade e em quantidade estimula o desenvolvimento da aquicultura (NATORI *et al.*, 2011).

2.2 Nutrição

Conhecer as exigências nutricionais dos animais cultivados é extremamente importante para a produtividade e economicidade dos sistemas de produção, garantindo um aproveitamento satisfatório dos nutrientes das dietas. A realização de um ajuste espécie específico das exigências nutricionais aliado à utilização das técnicas adequadas de cocção e expansão na fabricação das rações, possibilita o aumento da disponibilidade de nutrientes, bem como a assimilação pela espécie alvo (KIANG, 1998).

Inúmeros fatores podem afetar as exigências nutricionais dos animais cultivados, dentre eles: espécie, fase do desenvolvimento, hábitos alimentares, composição da dieta, manejo alimentar, sistema e regime de produção, além dos tipos

de modelos estatísticos e matemáticos utilizados na determinação destas exigências (PORTZ; DIAS; CYRINO, 2000).

Normalmente os parâmetros de confiança em exigências nutricionais para as espécies em produção nos diversos sistemas de produção são definidos com base no hábito alimentar natural das espécies (GATLIN, 1998). Portanto, o crescimento da aquicultura impõe uma necessidade de se produzir ração com adequada qualidade nutricional, a qual possui em sua composição, ingredientes de origem animal e vegetal obtidos a partir da extração dos ambientes naturais (ROCHA JÚNIOR, 2015).

Visando reduzir os custos de produção pesquisadores procuram substituir ingredientes de origem animal, por ingredientes de origem vegetal, respeitando o correto balanceamento de nutrientes essenciais com a suplementação de aminoácidos sintéticos e complexos vitamínicos e minerais sempre que necessário (GRAEFF; SERAFIN, 2010).

Visando alcançar o máximo potencial biológico da espécie cultivada deve-se determinar as exigências nutricionais para a da espécie em questão. Problemas de distúrbios nutricionais podem ocorrer vindo a comprometer o sistema de produção, sabendo disto, o balanceamento da ração deve ser preciso, pois qualquer nutriente desbalanceado pode resultar em prejuízo zootécnico (TACON, 1992). O ganho de peso é o parâmetro quantitativo mais utilizado em experimentos de avaliação de dietas, pois é a melhor variável para avaliação da adequação nutricional de uma dieta ou da exigência nutricional de uma espécie (ROBBINS; NORTON; BAKER, 1979).

2.3 *Pomacea haustum*

Apesar do gênero *Pomacea* ser nativo da América do Sul, atualmente está distribuída amplamente devido à sua introdução na Ásia, América do Norte e Europa (HAYES *et al.*, 2008). A introdução inicial dessas espécies ocorreu por motivos comerciais como uso na alimentação, agente de controle biológico ou para a indústria da aquariorfilia (MARTIN; BAYHA; VALENTINE, 2012). A invasão bem sucedida de *Pomacea* estimula mundialmente os estudos taxonômicos (HAYES *et al.*, 2008), sobre reprodução (BOCANEGRA; VALVERDE; PEREA, 1996; COELHO; CALADO; DINIZ, 2012), de manejo das espécies e alguns estudos comportamentais (HEILER *et al.*, 2008).

A espécie *Pomacea haustum* atinge maturidade sexual com um ano de idade independentemente do sexo, normalmente copulam no período diurno e desovam no período noturno (GUIMARÃES, 1981a). As dimensões e formas dos ovos dependem do suporte no qual será realizado a desova e da quantidade de ovos. Os ovos têm em média 3 mm de comprimento e possui uma coloração rósea característica que se altera conforme ocorre o desenvolvimento embrionário (GUIMARÃES, 1981a). Normalmente as desovas ocorrem de 6 a 10 cm acima do nível da água, tendo um tempo de incubação de 9 a 30 dias sem dependência da luz para eclodir e condicionados pela temperatura ambiente, em média cada desova tem cerca de 230 ovos (GUIMARÃES, 1981b).

Os indivíduos recém eclodidos possuem em média 1,7 mm de largura e 2,4 mm de comprimento. Esses indivíduos possuem um sistema respiratório duplo, branquial e pulmonar, apesar de serem animais dioicos não apresentam características sexuais externas na concha que permitam a identificação dos sexos com exatidão. A concha apresenta um enrolamento em espiral e abertura protegida por um opérculo córneo (GUIMARÃES, 1981b).

Alguns ensaios foram realizados com *Pomacea haustum* para verificar sua possível utilização no controle biológico de *Biomphalaria* (PINTO-COELHO, 2001). Observações de laboratório verificaram que de 1061 desovas de 3 diferentes espécies de planorbídeos (*Biomphalaria straminea*, *B. tenagophila* e *B. glabrata*) em paredes de aquário, 1.051 (99,1%) foram predadas por indivíduos de *Pomacea haustum* constatando que este animal é um potencial controlador de populações de planorbídeos (GUIMARÃES, 1983).

Porém, existem pesquisadores que contestam a utilização desses animais no controle biológico de planorbídeos, relatando que a ingestão de ovos e de *Biomphalaria* jovens ocorre em virtude do hábito alimentar voraz desses animais e não devido a um processo de distinção alimentar (VIDIGAL *et al.*, 2005). Estudos comprovaram a utilização e a potencial utilização de espécies de *Pomacea* na alimentação humana (SOUZA *et al.*, 2013).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de realização e coleta dos moluscos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Zoologia Experimental do Departamento de Biologia do Centro de Ciências – CC, da Universidade Federal do Ceará - UFC no período de 05/02/18 a 10/04/18.

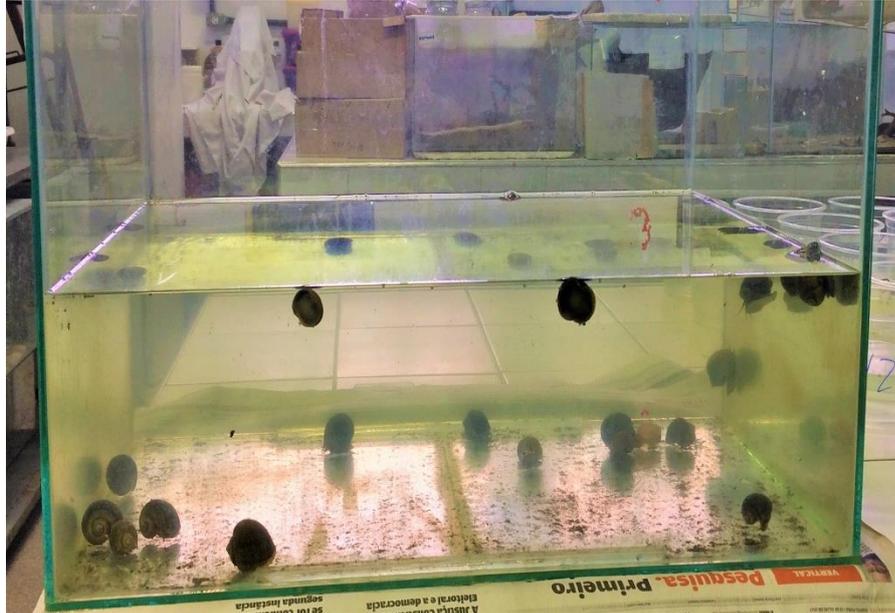
Foram coletados 24 indivíduos adultos de *Pomacea haustum* no Açude Santo Anastácio (03°44'36"S 038°34'15"W) da Universidade Federal do Ceará-UFC, Campus do Pici no dia 25/01/18 (FIGURA 1). Os animais foram transferidos e aclimatados para um aquário com volume útil de 50 L (FIGURA 2). Nos dois primeiros dias após a aclimação ocorreram 12 desovas, destas 7 eclodiram completamente após 11 dias a uma temperatura de 28 °C (ovos que não eclodiram após esse período, não eclodiram posteriormente) (FIGURAS 3, 4 e 5). Após finalizado o processo da eclosão dos ovos, os juvenis de *Pomacea haustum* foram selecionados aleatoriamente por sorteio e transferidos para os recipientes de cultivo. Os indivíduos recém eclodidos foram medidos com paquímetro digital (DIGIMESS) e pesados com balança digital de precisão e possuíam um comprimento médio de 2,3 mm e peso médio de 0,005 g (FIGURA 6).

Figura 1 – Açude Santo Anastácio, Campus do Pici, Fortaleza/CE.



Fonte: o Autor.

Figura 2 – Matrizes coletadas de *Pomacea haustum*.



Fonte: o Autor.

Figura 3 – Desova de *Pomacea haustum*.



Fonte: o Autor.

Figura 4 – Desova de *Pomacea haustum* após sete dias de postura.



Fonte: o Autor.

Figura 5 – Desova de *Pomacea haustum* aos onze dias após a postura.



Fonte: o Autor.

Figura 6 – Juvenis de *Pomacea haustum*.



Fonte: o Autor.

3.2 Delineamento experimental

Foram utilizados trinta (30) recipientes plásticos circulares com volume útil de 500 mL (viveiros), em um delineamento experimental totalmente aleatório, onde a posição de cada viveiro foi definida por sorteio. Os animais de 15 viveiros foram alimentados com uma ração comercial contendo maior quantidade de ingredientes ricos em proteína bruta de origem vegetal (PV) (ração para coelho) e os animais dos outros 15 viveiros foram alimentados com uma ração comercial contendo uma quantidade equilibrada de ingredientes ricos em proteína bruta de origem vegetal e origem animal (PM) (ração para cachorro).

Dos 30 viveiros utilizados, 10 foram abastecidos com água com salinidade de 0 partes por mil (ppt), 10 foram abastecidos com água com salinidade de 2 ppt e os outros 10 foram abastecidos com água com salinidade de 4 ppt. As soluções salinas foram preparadas diluindo sal comum na água de cultivo, com o auxílio de um refratômetro portátil de mão (KASVI K52-100). Resultando em 6 tratamentos diferenciados. Animais alimentados com PV e mantidos em salinidade de 0 ppt (PV0). Animais alimentados com PV e mantidos em salinidade de 2 ppt (PV2). Animais alimentados com PV e mantidos em salinidade de 4 ppt (PV4). Animais alimentados

com PM e mantidos em salinidade de 0 ppt (PM0). Animais alimentados com PM e mantidos em salinidade de 2 ppt (PM2). Animais alimentados com PM e mantidos em salinidade de 4 ppt (PM4) (FIGURA 7).

Figura 7 – Esquema de viveiros onde os animais foram mantidos.



Fonte: o Autor.

Os animais foram mantidos a uma densidade de 10 animais/viveiro, cada tratamento com 5 repetições, totalizando 300 animais. A alimentação foi fornecida uma vez por dia *ad libitum*, durante todo o experimento, seis dias por semana, exceto aos domingos e dias das biometrias. As biometrias foram realizadas a cada 16 dias, sendo os animais pesados individualmente em balança digital de precisão e medidos individualmente com um paquímetro digital (DIGIMESS) (FIGURA 8).

Figura 8 – Forma de medição do comprimento da concha de *P. haustum*.



Fonte: o Autor.

Foi realizada diariamente uma troca total da água de cultivo de todos os viveiros para promover a retirada das sobras de ração e dos dejetos dos animais visando uma melhoria na qualidade de água. A água utilizada foi armazenada em 4 caixas, 2 de 500 L e 2 de 150 L (FIGURA 9). Este procedimento foi realizado antes do fornecimento da ração. O experimento teve duração de sessenta e cinco (65) dias.

Figura 9 – Armazenamento de água para abastecimento dos viveiros.



Fonte: o Autor.

3.3 Dietas e composição das rações

As dietas à base de ração PV (AgroMix Campestre coelhos) e PM (Coldog chips para cães adultos) foram obtidas de fornecedor local. A dieta PV era composta dos seguintes ingredientes: calcário calcítico, cloreto de sódio (sal comum), farelo de soja, farelo de trigo, fosfato bicálcico, milho integral moído, selenito de sódio, sulfato de cobre, sulfato de ferro, sulfato de manganês, sulfato de zinco, ácido fólico, ácido pantotênico, calcário calcítico, cloreto de colina, iodato de cálcio, vitamina A, vitamina B1, vitamina B12, vitamina B2, vitamina B6, vitamina D3, vitamina E, vitamina K3, cloridato de clorexidina, DL-metionina, L-lisina, aditivo e biotina.

A dieta PV tem os seguintes ingredientes como eventuais substitutivos: farelo de soja extrusado, farelo de soja integral (grãos tostados), farinha de ossos calcinados, farinha de trigo, sorgo integral moído, milho, farelo de castanha de caju, farelo de babaçu, protenose, farelo de arroz, farelo de girassol, refinazil, quirera de arroz, premix mineral e premix vitamínico. Possuindo os seguintes níveis de garantia por quilograma de produto: umidade (máx.) 120 g/kg, proteína bruta (mín.) 140 g/kg, extrato etéreo (mín.) 20 g/kg, fibra bruta (máx.) 200 g/kg, cálcio (máx.) 15 g/kg, cálcio (mín.) 12,75 g/kg, matéria mineral (máx.) 140 g/kg, fósforo (mín.) 3 g/kg e fibra em detergente ácido 150 g/kg.

Os ingredientes básicos da dieta PM consistiam de: farinha de vísceras de aves, farinha de carne, milho integral moído, farelo de soja, sorgo, óleo vegetal, farinha de sangue, cloreto de sódio (sal comum), hidrolisado de frango, propionato de cálcio, hidróxido de tolueno butilado (BHT), ácido fólico, ácido pantotênico, biotina, cloreto de colina, iodato de cálcio, niacina, piridoxina, riboflavina, selenito de sódio, sulfato de cobalto, sulfato de cobre, sulfato de manganês, sulfato de zinco, sulfato ferroso, tiamina, vitamina A, vitamina B12, vitamina D3, vitamina E, vitamina K, amarelo tartrazina, vermelho bordeaux e dióxido de titânio.

A dieta PM tem os seguintes ingredientes como eventuais substitutivos: glúten de milho 21%, glúten de milho 60%, gérmen de milho, óleo de frango, hidrolisado de fígado e farelo de trigo. Possuindo os seguintes níveis de garantia por quilograma de produto: ácidos graxos ômega 6 (mín.) 18 g/kg, ácidos graxos ômega 3 (mín.) 1,1 g/kg, cálcio (mín.) 10 g/kg, cálcio (máx.) 21 g/kg, cloro (mín.) 4,8 g/kg, extrato etéreo (mín.) 60 g/kg, fósforo (mín.) 6 g/kg, matéria fibrosa (máx.) 50 g/kg, matéria mineral (máx.) 110 g/kg, proteína bruta (mín.) 200 g/kg, sódio (mín.) 3,2 g/kg e umidade (máx.) 120 g/kg.

3.4 Parâmetros de qualidade de água

A temperatura e o oxigênio dissolvido foram monitorados diariamente, pela manhã, em todos os viveiros com um oxímetro digital portátil (MO-910), bem como o pH com auxílio de um medidor de pH digital (HANNA-HI98127). Esses três parâmetros foram analisados diretamente nas estruturas de cultivo antes da troca de água.

3.5 Parâmetros de desempenho zootécnicos

De posse dos dados obtidos nas biometrias foram determinados os seguintes parâmetros zootécnicos: Peso Médio; Ganho de Peso; Crescimento Médio final; Biomassa; Ganho de Biomassa; Conversão Alimentar Aparente; Fator de Condição; Taxa de Crescimento Específico; Eficiência Alimentar; Índice de Eficiência Proteica; Sobrevivência; os parâmetros zootécnicos foram avaliados pelas seguintes equações:

$$PM = \frac{\sum P}{N} \quad (1)$$

Na qual:

PM = peso médio (g);

P = somatório do peso dos indivíduos amostrados (g);

N = número de indivíduos amostrados.

$$GP = PMf - PMi \quad (2)$$

Na qual:

GP = ganho de peso (g);

PMf = peso médio final (g);

PMi = peso médio inicial (g).

$$CMf = Cf - Ci \quad (3)$$

Na qual:

CMf = crescimento médio (mm);

Cf = comprimento médio final (mm);

Ci = comprimento médio inicial (mm).

$$B = PM \times N \quad (4)$$

Na qual:

B = biomassa (g);

PM = peso médio (g);

N = número de indivíduos amostrados.

$$\mathbf{GB = Bf - Bi} \quad (5)$$

Na qual:

GB = ganho de biomassa (g);

Bf = biomassa final (g);

Bi = biomassa inicial (g).

$$\mathbf{CAA = \frac{CR}{GB}} \quad (6)$$

Na qual:

CAA = conversão alimentar aparente (g de ração g do indivíduo⁻¹);

CR = consumo de ração (g);

GB = ganho de biomassa (g).

$$\mathbf{FC = \frac{P}{L^3} \times 100} \quad (7)$$

Na qual:

FC = fator de condição;

P = peso do animal (g);

L = comprimento total do animal (mm).

$$\mathbf{TCE (\%) = \frac{\ln Pf - \ln Pi}{t} \times 100} \quad (8)$$

Na qual:

TCE = taxa de crescimento específico (%);

ln = logaritmo neperiano e;

Pf = peso médio final (g);

Pi = peso médio inicial (g);

t = tempo de experimento (dias).

$$\mathbf{EA} (\%) = \mathbf{GP} \times \frac{100}{\mathbf{QR}} \quad (9)$$

Na qual:

EA = eficiência Alimentar (%);

GP = ganho de peso (g);

QR = quantidade de ração consumida (g).

$$\mathbf{IEP} = \frac{\mathbf{GP}}{\mathbf{QR}} \quad (10)$$

Na qual:

IEP = índice de eficiência proteica;

GP = ganho de peso (g);

QR = quantidade de ração consumida (g).

$$\mathbf{S}(\%) = \frac{\mathbf{Nf}}{\mathbf{Ni}} \times \mathbf{100} \quad (11)$$

Na qual:

S = taxa de sobrevivência (%);

Nf = número final de indivíduos;

Ni = número inicial de indivíduos.

3.6 Análise estatística

Foi utilizado a versão 5.3 do programa BioEstat, para a realização das análises estatísticas dos dados. Os dados dos parâmetros de desempenho zootécnicos e qualidade de água foram submetidos à Análise de Variância bifatorial, sendo determinadas as médias e os desvios padrões para as cinco repetições de cada experimento. Para a aplicação da Análise de Variância o teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para o teste da normalidade dos dados. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey. O nível de significância foi de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição das rações

Apesar da origem distinta da fonte proteica das rações PV e PM (ração comercial contendo maior quantidade de ingredientes ricos em proteína bruta de origem vegetal e da ração comercial contendo uma quantidade equilibrada de ingredientes ricos em proteína bruta de origem vegetal e animal, respectivamente) e da diferença de 6% no teor de proteína bruta entre elas (14% e 20%, respectivamente), os demais componentes da ração apresentaram uma similaridade que normalmente está atrelada a composição da maioria das rações comerciais.

No cenário atual da aquicultura diversos estudos voltados para a nutrição dos organismos cultivados almejam por fontes proteicas alternativas visando além da minimização dos custos de produção e da melhoria da qualidade de água (redução das excretas nitrogenadas dos organismos cultivados), uma possível melhora do valor nutricional dos espécimes cultivados (GATLIN, 2010; JAFARI *et al.*, 2014).

As proteínas são responsáveis por constituir grande parte da matéria corporal da maioria dos espécimes, estando entre os principais integrantes orgânicos na composição tecidual, afetando diretamente no desempenho zootécnico e no metabolismo, como na formação de enzimas e hormônios. Durante o desenvolvimento, os organismos dependem de um equilíbrio adequado dos aminoácidos, que são as unidades formadoras das proteínas, além de fontes de lipídios, carboidratos e vitaminas (PEZZATO *et al.*, 2008). Logo, pode-se deduzir que além de serem capazes de suprir as necessidades nutricionais dos organismos cultivados, devem ser ofertadas nas quantidades adequadas (FURUYA, 2010).

Sabe-se que o potencial de que algum agente ofereça benefício ou risco a um organismo está intimamente relacionado à dosagem. Com a proteína oferecida na dieta não é diferente. Portanto nem sempre é viável fornecer rações com elevado teor proteico deduzindo que essa proteína excedente da necessidade nutricional do animal cultivado irá se converter em um desenvolvimento satisfatório, pois proteína em excesso na dieta não é economicamente viável, por esta ser o componente alimentar mais caro. Além disso, seu excesso aumenta consideravelmente a excreção de resíduos nitrogenados, resultando na perda da qualidade da água de cultivo e ocasionando prejuízo ambiental (GATLIN, 2010).

No que diz respeito ao enriquecimento nutricional de dietas a microalga *Arthrospira platensis*, distingue-se por apresentar uma alta digestibilidade associada a um alto teor proteico, tornando-se um ingrediente com tendências crescentes na formulação de rações para organismos aquáticos cultivados. Possibilitando seu uso para a suplementação de dietas, provendo um relevante incremento nutricional que reflete positivamente no desempenho dos indivíduos, suprimindo as suas necessidades (HENRIKSON, 2010).

Os sais minerais, como: sódio, cálcio, fósforo, potássio, dentre outros, são constituídos por elementos inorgânicos importantes na dieta. Estes auxiliam na constituição de tecido até atividade enzimática. É difícil determinar a quantidade ideal de minerais nas dietas de animais aquáticos, uma vez que, diversos animais necessitam de pelo menos quantidades traço de vários elementos, usualmente o teor de minerais nas rações aquícolas é de aproximadamente 10% (CRAIG; HELFRICH, 2002; GUILLAUME *et al.*, 2001; SANTOS, 2007).

Os lipídios constituintes da dieta são os encarregados pela função e manutenção da estrutura da membrana celular, além de participarem dos processos de produção energética e serem fontes de ácidos graxos essenciais. Conseqüentemente, os lipídeos são normalmente intitulados como a melhor ou uma das melhores fontes de energia para os indivíduos cultivados, juntamente com as proteínas e carboidratos. (PEZZATO, 1995).

Os carboidratos são considerados macro nutrientes, sendo constituídos por moléculas de carbono, hidrogênio e oxigênio. A função prioritária dos carboidratos é promover o fornecimento de energia para as células. (ROSADO; MONTEIRO, 2001). Geralmente o teor de umidade das rações comerciais oscila de acordo com o tipo de processo produtivo do alimento, sendo de 8 a 12% para as amostras extrusadas e 10 a 13% para as peletizadas (HASHIMOTO *et al.*, 2003).

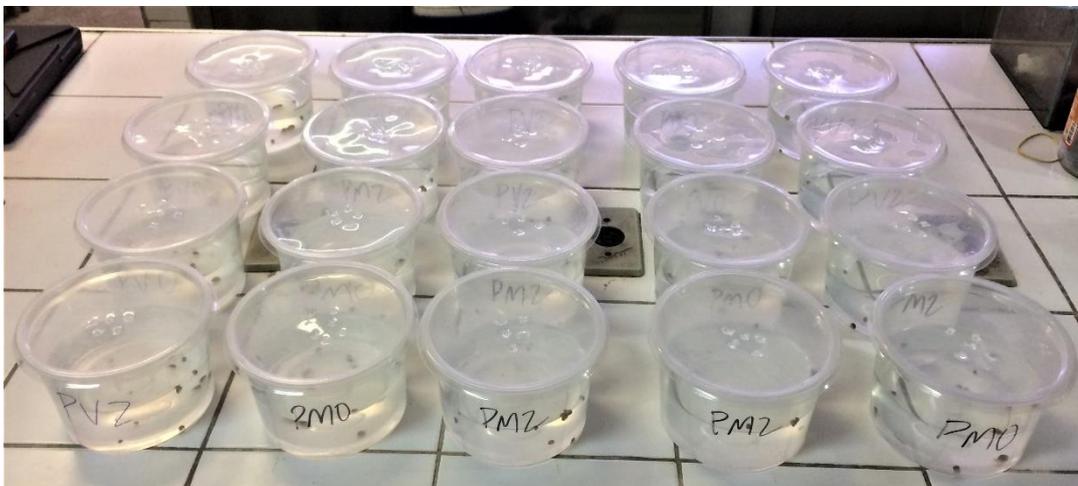
Pesquisas feitas com *Pomacea amazonica* (Reeve, 1856) relatam a capacidade de sobrevivência desses animais por até 314 dias sem água e alimento, e os indivíduos de *P. bridgesii* (Reeve, 1856) resistem até 157 dias, sendo suficiente por exemplo, para sobreviver ao período médio de vazante e seca amazônico (BITTENCOURT; AMADIO, 2007; WATANABE, 2014). Ambas as espécies podem sobreviver ainda mais tempo na natureza, por conta da presença de sedimento em que os animais podem se enterrar (LITTLE, 1968; BURKY; PACHECO; PEREYRA, 1972; YUSA; WADA; TAKAHASHI, 2006). As espécies *Pomacea urceus* (Müller,

1774) podem se manter nas mesmas situações por 526 dias (BURKY, *et al.*, 1972) e *Pomacea lineata* (Spix, 1827) por períodos superiores a 400 dias (LITTLE, 1968).

4.2 Parâmetros de qualidade de água

Entre as salinidades testadas no experimento, observou-se uma mortalidade de 90% dos animais cultivados na salinidade de 4 ppt, após 15 horas e mortalidade de 100% após 21 horas. Alguns animais demonstravam um comportamento de esticar os tentáculos e tubo de respiração normalmente na água doce, mas nas salinidades maiores houve redução ou inibição do comportamento. Possivelmente isso aconteceu por conta do estresse salino. Foi observado uma reação de subida dos animais nas bordas dos viveiros em todas as salinidades testadas, estes foram tampados para evitar perdas por fuga. Com a exclusão dos dez viveiros abastecidos com água de 4 ppt, os vinte viveiros restantes foram redistribuídos em um delineamento experimental totalmente casualizado (FIGURA 10).

Figura 10 – Esquema final de viveiros onde os animais foram mantidos.



Fonte: o Autor.

Os parâmetros físicos e químicos aferidos durante o experimento (temperatura, oxigênio dissolvido e pH) não apresentaram médias com diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$) (TABELA 1). Os valores dos parâmetros se mantiveram dentro da faixa ideal para a prática aquícola. (BERNATIS; MCGAW; CROSS, 2016; BOYD, 1979; LIMA *et al.*, 2013; YOSHIDA *et al.*, 2014).

Tabela 1 - Parâmetros de qualidade da água do período de cultivo de juvenis de *Pomacea haustorum* mantidos com diferentes rações (PV e PM) e salinidades (0 e 2) ppt.

VARIÁVEL	TRATAMENTO			
	PV0	PV2	PM0	PM2
Temperatura (°C)	25,16 ± 0,34	25,42 ± 0,32	25,23 ± 0,43	25,29 ± 0,27
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	8,7 ± 0,46	8,5 ± 0,57	8,8 ± 0,51	8,5 ± 0,49
pH	7,15 ± 0,25	7,06 ± 0,24	7,14 ± 0,21	7,10 ± 0,21

Os valores representam as médias ± desvio padrão para cada variável.

Promover a manutenção dos diversos parâmetros de qualidade de água dentro das suas faixas ideais para a prática aquícola é imprescindível para o sucesso dos cultivos dos mais diversificados organismos aquáticos, uma vez que condições inadequadas provavelmente irão resultar em prejuízo a diversos processos metabólicos, como: crescimento, reprodução, sanidade e na sobrevivência, refletindo na qualidade final do produto despescado (KUBITZA, 1998).

Para a maioria dos organismos aquáticos o oxigênio dissolvido é o parâmetro de qualidade de água mais importante para aquicultura, pois os animais necessitam de oxigênio dissolvido acessível em quantidades que possibilitem o mínimo necessário para a execução de processos essenciais à sobrevivência, como: respiração, locomoção, alimentação e biossíntese (TRAN-DUY *et al.*, 2008). A maioria dos animais aquáticos conseguem se desenvolver com valores de oxigênio dissolvido de pelo menos 4 mg L⁻¹ (LIMA *et al.*, 2013).

Pouco se sabe sobre a dependência do uso da respiração pulmonada em *Pomacea*, porém esses gastrópodes conseguem permanecer em boas condições mesmo com bloqueio do acesso ao ar atmosférico (BURKY; BURKY 1977; SEUFFERT; MARTIN, 2010). Dentre os Ampullariidae, o gênero *Pomacea* é destacado como o que melhor faz uso do ar atmosférico (SEUFFERT, MARTIN 2010).

Valores de pH próximos da neutralidade (de 6,5 a 9) normalmente são ideais para a prática aquícola. Quando a leitura do pH é inferior a 4, os animais cultivados estão submetidos a um estresse ácido, geralmente resultando em morte por acidose sanguínea, considerando o outro extremo da faixa de pH, sabe-se que leituras acima de 11 resultam em estresse alcalino, podendo ocasionar morte por alcalose sanguínea (BOYD, 1979).

Tanto os exemplares adultos quanto os juvenis de *Pomacea haustum* têm grande tolerância a variações de pH, desenvolvendo-se normalmente na faixa de 5,5-9,5 por um período de 28 dias. Eles são, também, resistentes à dessecação, caso o ambiente permaneça úmido, recém-nascidos sobrevivem até 49 dias e os adultos 365 dias. Durante o período seco, a um decréscimo significativo da frequência cardíaca que diminui de 64-66 bpm para 2-4 bpm (ARAD, 1993; BERNATIS; MCGAW; CROSS, 2016; COWIE, 2002; NEKOLA, 2003; YOSHIDA *et al.*, 2014).

Juntamente com o oxigênio dissolvido e o pH, a temperatura da água destaca-se como um dos parâmetros de extrema importância no desenvolvimento de animais ectotérmicos em geral, pois interfere diretamente no funcionamento e velocidade das atividades metabólicas e conseqüentemente na eficiência e eficácia de assimilação dos nutrientes presentes na dieta (GUERREIRO *et al.*, 2012). É notória a inter-relação existente entre esses parâmetros, nota-se que a alteração em um deles pode por reação em cadeia alterar os demais, portanto existe a necessidade de não descuidar da manutenção de nenhum dos parâmetros, mantendo-os sempre dentro da faixa ideal para a espécie cultivada, para evitar prejuízos futuros ao cultivo.

Dentro do gênero *Pomacea*, as espécies *P. canilaculata* e *P. maculata* representam as ampulárias invasoras mais disseminadas. No geral, a mobilidade desses animais varia com a temperatura da água, sendo a ideal estimada em 25°C. Porém, são capazes de sobreviver em situações extremas por períodos curtos de tempo, 10 a 14 dias em ambientes com amplitude térmica variando entre -4°C e 40°C. Sendo que os ovos não se desenvolvem abaixo de 16°C. A capacidade de resistir ao frio é relacionada com a resistência à dessecação. Curiosamente, exemplares jovens de comprimento intermediário (10-20 mm) têm mais resistência ao do que juvenis menores ou adultos (BERNATIS; MCGAW; CROSS, 2016; YOSHIDA *et al.*, 2014).

A decomposição da matéria orgânica proveniente das sobras de rações e fezes e a excreção dos animais cultivados são as principais fontes de amônia para a água (KUBITZA, 1999). Sabe-se que o aumento da concentração de amônia influencia na dinâmica do oxigênio dissolvido na água, tendo potencial para ocasionar inúmeras implicações ambientais. Concentrações mínimas de amônia (0,25 mg L⁻¹) são capazes de afetar negativamente o desenvolvimento dos organismos cultivados mais sensíveis, apesar de a concentração letal para a maioria dos organismos ser superior a 0,5 mg L⁻¹ (ESTEVES, 1998). Como o pH está relacionado à toxicidade da amônia

total, deve-se analisar o pH para se determinar a parcela, pois a concentração de amônia tóxica varia de forma diretamente proporcional com o aumento do pH (REIS; MENDONÇA, 2009).

Sendo uma fase intermediária no procedimento de degradação oxidativa da amônia a nitrato por bactérias nitrificantes, o nitrito, tende a ser encontrado em menores concentrações nos ambientes mais oxigenados (ESTEVES, 1998). Por conta do presente trabalho ter sido realizado com um manejo de troca total da água de cultivo diariamente, pode-se deduzir que as concentrações de amônia e nitrito nos recipientes de cultivo eram mínimas ou nulas, não havendo risco de prejuízo ao desenvolvimento dos animais cultivados por conta dessas variáveis, logo não houve necessidade de monitoramento.

4.3 Parâmetros de desempenho zootécnico

Ao final dos 65 dias de cultivo, observou-se uma tendência negativa do efeito da salinidade da água sobre o desempenho zootécnico dos juvenis de *Pomacea haustum* apresentando diferenças significativas entre os tratamentos ($p \leq 0,05$), ao passo que apesar da tendência negativa, a origem da ração utilizada não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$). Para verificar se essa tendência se confirma, o trabalho poderia ser repetido com um aumento do período experimental (TABELA 2).

Tabela 2 - Parâmetros de desempenho zootécnico do período de cultivo de juvenis de *Pomacea haustorium* mantidos com diferentes rações (PV e PM) e salinidades (0 e 2) ppt.

VARIÁVEL	TRATAMENTO			
	PV0	PV2	PM0	PM2
Sobrevivência (%)	100	96	98	96
Peso Médio Final (g)	0,055 ± 0,022 ^a	0,034 ± 0,011 ^b	0,063 ± 0,018 ^a	0,032 ± 0,015 ^b
Ganho em peso (g)	0,050 ± 0,019 ^a	0,029 ± 0,009 ^b	0,058 ± 0,017 ^a	0,027 ± 0,012 ^b
CMF (mm)	3,98 ± 0,77 ^a	3,32 ± 0,74 ^b	4,41 ± 0,49 ^a	3,25 ± 0,87 ^b
TCE (% dia)	3,75 ± 0,23 ^a	2,99 ± 0,18 ^b	3,96 ± 0,19 ^a	2,90 ± 0,16 ^b
Biomassa Final (g)	2,75 ± 0,03 ^a	1,63 ± 0,04 ^b	3,09 ± 0,07 ^a	1,54 ± 0,03 ^b
Ganho em Biomassa (g)	2,50 ± 0,02 ^a	1,38 ± 0,05 ^b	2,84 ± 0,03 ^a	1,29 ± 0,02 ^b
IEP	0,013 ± 0,002 ^a	0,007 ± 0,002 ^b	0,015 ± 0,001 ^a	0,006 ± 0,001 ^b
Fator de Condição	0,087 ± 0,001 ^a	0,093 ± 0,002 ^b	0,074 ± 0,003 ^a	0,093 ± 0,001 ^b
CAA (g/g)	2,40 ± 0,26 ^a	4,35 ± 0,33 ^b	2,11 ± 0,21 ^a	4,65 ± 0,31 ^b

Os valores representam as médias ± desvio padrão para cada variável. Letras diferentes na mesma linha indicam a existência de diferença significativa entre as médias ($p \leq 0,05$). CMF – Crescimento médio final; TCE – Taxa de crescimento específico; IEP – Índice de eficiência proteica; CAA – Conversão alimentar aparente. Letras diferentes significam diferenças estatísticas entre as médias.

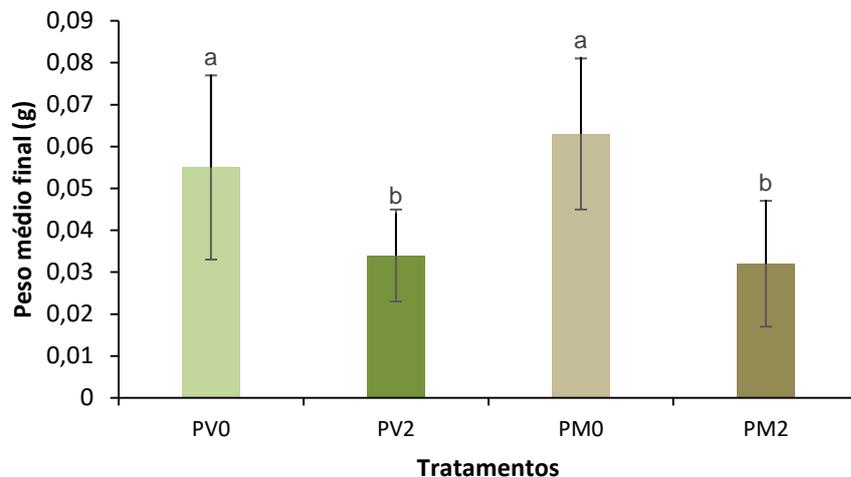
Em sua maioria os indivíduos do gênero *Pomacea* são estenohalinos de baixa salinidade, possuindo pouca resistência à ambientes salinos, sendo os juvenis capazes de suportar aproximadamente 28 dias em salinidades de até 8 ppt. Os recém-nascidos têm mortalidades muito altas em até 4 dias, a uma salinidade de 8 ppt. Indivíduos adultos sobrevivem pouquíssimo tempo em salinidades acima de 16 ppt (BERNATIS; MCGAW; CROSS, 2016; YOSHIDA *et al.*, 2014).

Pesquisas anteriores sobre *Pomacea canilaculata* verificaram que a salinidade impacta significativamente na sobrevivência e crescimento desses indivíduos. Com o aumento do estresse salino, os caracóis expostos a durações maiores de tempo tiveram um aumento acentuado na mortalidade. Cerca de metade dos animais cultivados morreram com 48 h de exposição em altas salinidades e o crescimento ótimo foi obtido na água de 5 ppt comparados com água doce e 10 ppt, indicando que *Pomacea canilaculata* pode tolerar baixas salinidades (YANG, *et al.*, 2018). A salinidade da água também impactou na sobrevivência de *Pomacea maculata*, sendo de 100% em água doce e diminuindo gradativamente com o aumento da salinidade (MARTIN; VALENTINE, 2014).

Desconsiderando os 2 tratamentos mantidos na salinidade de 4 ppt (PV4 e PM4), não houve diferença nos percentuais de sobrevivência ($p>0,05$), sendo excelente para os demais tratamentos, podendo-se atribuir a qualidade do manejo e da água. Os demais parâmetros apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos cultivados em água doce (0 ppt) (PV0 E PM0) e água salobra (2 ppt) (PV2 e PM2) ($p\leq 0,05$).

Os resultados de peso médio final (g) e ganho em peso (g) apresentaram uma tendência de serem maiores na dieta PM0 em relação a PV0 (FIGURA 11). Podendo-se concluir que em água doce os nutrientes oferecidos pela dieta PM eram mais apropriados que os da PV. Na água salobra a tendência foi oposta. Porém, apesar das tendências, não houve diferença estatística entre os tratamentos cultivados na mesma salinidade ($p>0,05$).

Figura 11 - Peso médio final (g) de juvenis de *Pomacea haustum* mantidos com diferentes rações (PV e PM) e salinidades (0 e 2) ppt.



Letras diferentes significam diferenças estatísticas entre as médias.

Fonte: o Autor.

Perdas de peso são possivelmente observadas em salinidades moderadas a altas, podendo estar relacionado à perda de água. O cultivo de moluscos em nível de salinidade superior ao ideal pode acarretar em encolhimento celular (CHENG *et al.*, 2002), podendo regular o volume de células por osmose (BERGER; KHARAZOVA, 1997). Todavia, a tolerância ao teor salino de animais invertebrados pode ser

aprimorada por meio de aclimação gradual ao longo de gerações (WILDER *et al.*, 1998).

Em estudo sobre *Pomacea lineata*, Souza *et al.* (2013) verificaram ganhos de peso superiores ao relatado por Rezende (1998) para a mesma espécie. A diferença de valores dos trabalhos pode ter ocorrido por conta da diferença da temperatura média do cultivo, 28 e 21 °C, respectivamente. Ambos os resultados foram superiores ao presente trabalho. Apesar de serem espécies distintas da apresentada no presente estudo, por pertencerem ao mesmo gênero algumas características de crescimento devem ser comuns.

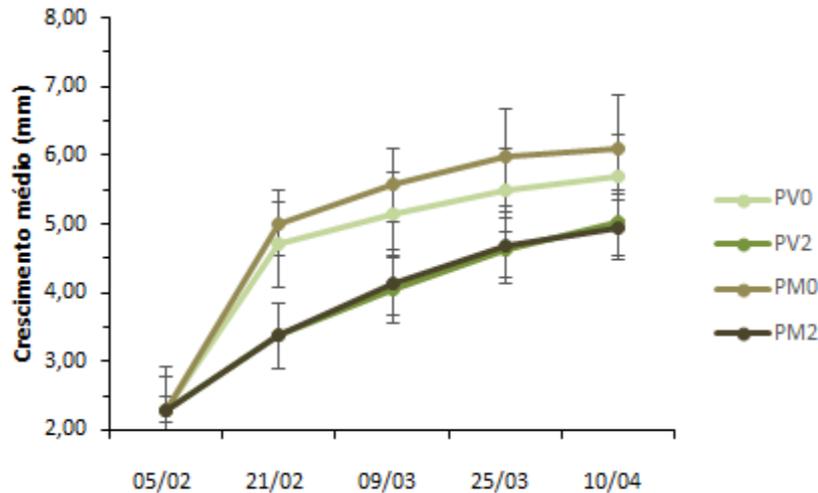
A divergência de resultados encontrados pelos pesquisadores citados e no presente trabalho pode ser atribuída a diferença na densidade de estocagem dos estudos, uma vez que as densidades testadas nos trabalhos citados foram baixíssimas, ou seja, animal cultivado isolado; (1, 2 e 3 animal/2 L), apesar da pequena diferença entre as densidades também foi relatado prejuízo ao ganho de peso nas densidades maiores. Logo, em tratamentos com altas densidades deve-se verificar maiores taxas de mortalidade, de disputa espaço, alimento e canibalismo (REZENDE, 1998).

Foi observado por Souza *et al.* (2013) que *Pomacea bridgessi* se desenvolveu consideravelmente melhor que *Pomacea lineata*, mas a primeira se mostrou mais sensível a maiores densidades e a segunda é mais dependente dos parâmetros de qualidade de água. Ambas as espécies apresentaram alto rendimento de carcaça (de interesse para a aquicultura, por não apresentar perca de peso muito alta com a retirada das partes não comestíveis como concha e opérculo), saída moderada de peso seco e potencial para a aquicultura.

Houve diferença estatística ($p \leq 0,05$) no crescimento médio final (cm) entre os tratamentos PV0 e PM0 em relação a PV2 e PM2 (FIGURA 12), variando de $4,41 \pm 0,49$ cm no tratamento PM0 a $3,25 \pm 0,87$ cm no tratamento PM2. Os valores de crescimento médio obtidos no presente trabalho foram inferiores aos resultados de Tabosa (2003) que testou diferentes rações e diferentes densidades de estocagem durante o cultivo de juvenis obtidos a partir das desovas de *Pomacea haustum* adultas coletadas no açude Santo Anastácio, mesmo local de coleta dos exemplares do presente trabalho. Isso pode ter ocorrido por diversos fatores, dentre eles: a poluição acumulada no açude nos 15 anos subsequentes, alteração da estratégia reprodutiva dos animais, apesar de terem sido coletados no mesmo corpo hídrico, os

animais dos estudos possivelmente pertencem a populações diferentes, dentre outros fatores.

Figura 12 – Crescimento médio (mm) de juvenis de *Pomacea haustum* mantidos com diferentes rações (PV e PM) e salinidades (0 e 2 ppt).



Fonte: o Autor.

Segundo Mendonza *et al.* (1999), indivíduos de *Pomacea bridgesi* apresentaram melhor crescimento quando mantidos em dietas a base de proteína animal ao invés de proteína vegetal, estando de acordo com o verificado no presente estudo, comparando as diferentes dietas mantidas em água doce e contrastando com as observações de Tabosa (2003) que obteve resultados melhores com dietas a base de proteína vegetal para juvenis de *Pomacea haustum*. Estudando *Pomacea canilaculata*, Estebenet *et al.* (1992) concluíram que a temperatura da água do cultivo influencia no tempo de maturação, fecundidade, intervalo entre as ninhadas e longevidade desses animais, além disso, indivíduos recém eclodidos de *Pomacea canilaculata* apresentaram crescimento mais satisfatório quando criados em dieta a base de alface fresca ao invés de com dietas artificiais.

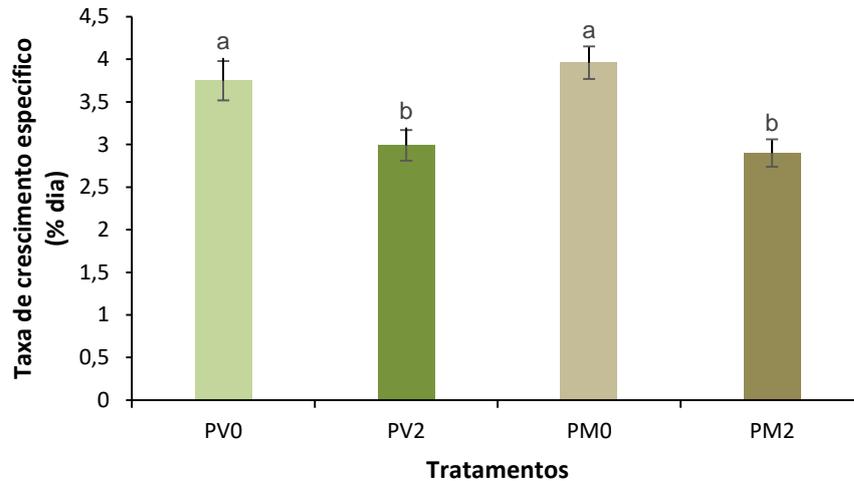
Bocanegra *et al.* (2015) relataram que o fornecimento de água verde com dominância de microalgas *Chlorella* e *Scenedesmus* acarreta em efeito positivo no crescimento e na sobrevivência das fases iniciais de *Pomacea maculata* quando comparado com águas limpas e que águas com período menores de renovação apresentam melhores resultados quando comparados com águas renovadas tardiamente ou em menores proporções. Seuffert e Martín (2013) verificaram que os

tamanhos dos indivíduos de *Pomacea canilaculata* após quatro semanas foram significativamente diferentes em diferentes temperaturas sendo maior em 25, 30 e 35 °C em relação a 15 e 20 °C, ao passo que a sobrevivência apresentou uma relação inversamente proporcional ao aumento da temperatura.

A taxa de sobrevivência e crescimento de *Pomacea canilaculata* variaram muito dependendo da espécie de macrófita consumida na dieta e do grau de frescor (fresca e em decomposição) (QIU *et al.*, 2011). *Pomacea canaliculata* e *Pomacea insularum* podem se alimentar prontamente das folhas frescas de muitas espécies de macrófitas (BAKER *et al.*, 2010; BURLAKOVA *et al.*, 2009; ESTEBENET, 1995; LACH *et al.*, 2000; WONG *et al.*, 2010). A compreensão destes resultados está associada a as composições das macrófitas que as tornam palatáveis aos animais (nutrientes, estimulantes de alimentação), e aquelas que os repelem (tenacidade, teor de matéria seca, fenólicos, alcalóides) (BAKER *et al.*, 2010; BURKS *et al.*, 2006; BURKS, LODGE, 2002; BURLAKOVA *et al.*, 2009; ERHARD, POHNERT, GROSS, 2007; LODGE, 1991; NEWMAN, 1991; WONG *et al.*, 2010). As propriedades físicas e químicas sofrem alterações dependendo das condições ambientais, dentro de diferentes fases seu ciclo de vida (ELGER, DE BOER, HANLEY, 2007; LI, DUDGEON, 2008).

A taxa de crescimento específico também apresentou diferença significativa (% dia) ($p \leq 0,05$) (FIGURA 13), variando $3,96 \pm 0,19\%$ no tratamento PM0 a $2,90 \pm 0,16\%$ no tratamento PM2, comprovando um desempenho positivo desses parâmetros nos indivíduos cultivados em água doce. Dentre os fatores responsáveis por resultar em taxas de crescimento específico satisfatórias destacam-se a densidade de estocagem e o manejo alimentar (GOMES *et al.*, 2000).

Figura 13 – Taxa de crescimento específico (% dia) de juvenis de *Pomacea haustum* mantidos com diferentes rações (PV e PM) e salinidades (0 e 2) ppt.



Letras diferentes significam diferenças estatísticas entre as médias.

Fonte: o Autor.

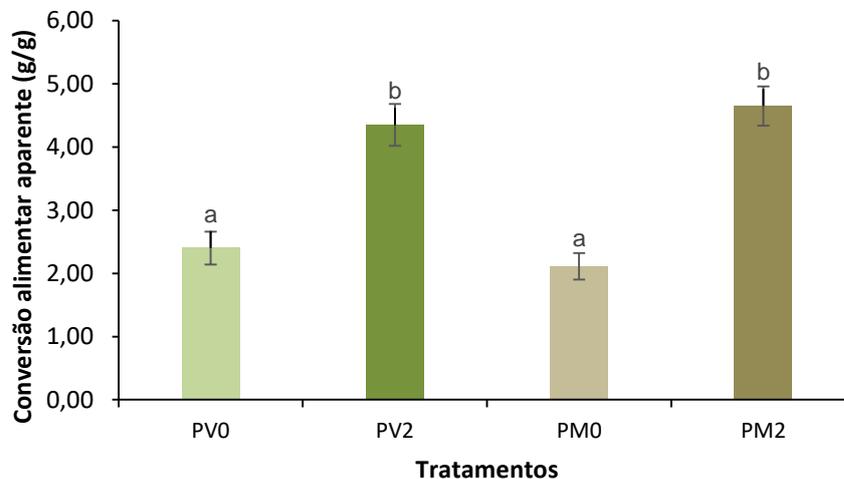
Ocorreu divergência estatística ($p \leq 0,05$) nos parâmetros: biomassa final (g) entre os tratamentos PV0 e PM0 em relação a PV2 e PM2, variando de $3,09 \pm 0,07$ g no tratamento PM0 a $1,54 \pm 0,03$ g no tratamento PM2, ganho em biomassa (g), variando de $2,84 \pm 0,03$ g no tratamento PM0 a $1,29 \pm 0,02$ g no tratamento PM2, e índice de eficiência proteica, variando de $0,015 \pm 0,001$ no tratamento PM0 a $0,006 \pm 0,001$ no tratamento PM2. O índice de eficiência proteica funciona como um indicador da proporção de proteína bruta da dieta que foi convertida em peso corporal, uma vez que a assimilação proteica é influenciada por diversas variáveis (ROSSATO *et al.*, 2014).

O parâmetro fator de condição apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos PV0 e PM0 em relação a PV2 e PM2, variando de $0,074 \pm 0,003$ no tratamento PM0 a $0,093 \pm 0,002$ no tratamento PV2. A insuficiência de aporte nutricional pode acarretar em variações no valor do fator de condição, já que esse parâmetro resulta da relação entre comprimento e peso corporal do animal para se determinar o grau de bem estar do animal (RATZ; LLORET, 2003). O valor do fator de condição é uma alternativa que pode contribuir para o determinação do estado fisiológico das espécies e desova. A ocorrência da desova significa uma perda de peso que pode atingir 10% do peso total do animal (BOCANEGRA *et al.*, 2015). No estudo foi constatado que os valores do fator de condição entre os tratamentos,

refletiram em um crescimento alométrico positivo, sendo o incremento devido ao comprimento.

Os valores de conversão alimentar aparente (g de ração/g de *Pomacea haustum*) variaram de $2,11 \pm 0,21$ (g/g) na dieta PM0 a $4,65 \pm 0,31$ (g/g) na dieta PM2 (FIGURA 14). Sendo verificada novamente a ocorrência de diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos PV0 e PM0 em relação a PV2 e PM2. A determinação da conversão alimentar aparente consiste na maneira mais apropriada de se avaliar a qualidade de uma determinada dieta, por relacionar a proporção de energia ingerida e depositada nos tecidos, em outras palavras, quanto do alimento foi efetivamente assimilado para o desenvolvimento do animal no que diz respeito ao crescimento e engorda. A conversão alimentar é influenciada diretamente pela temperatura, uma vez que o metabolismo é acelerado em temperaturas mais elevadas e inversamente com o tamanho do animal, já que animais maiores tendem a ingerir mais alimento e destinar a energia adquirida para outros fins além do crescimento corporal (SANTOS, 2007).

Figura 14 – Conversão alimentar aparente (g/g) de juvenis de *Pomacea haustum* mantidos com diferentes rações (PV e PM) e salinidades (0 e 2) ppt.



Letras diferentes significam diferenças estatísticas entre as médias.

Fonte: o Autor.

Independente de os animais cultivados não se alimentarem com dieta balanceada para a espécie, outros pesquisadores relataram sobre conversões alimentares mais satisfatórias em dietas com boas taxas de proteína animal incluída (SANTOS, 1995; PADILLA *et al.* 2000; SHARFSTEIN, STEINMAN, 2001; MENDOZA *et al.*, 2002). A qualidade de água possivelmente contribuiu para os resultados da

conversão alimentar observados no presente trabalho. O potencial de desenvolvimento de animais aquáticos cultivados varia de forma direta e positiva com a qualidade da água, nutrição e manejo alimentar, resultando em conversões alimentares satisfatórias (KUBITZA, 1999).

5 CONCLUSÃO

Com a realização deste trabalho pode se concluir que a origem proteica da ração não afetou o desenvolvimento de juvenis de *Pomacea haustum*. A maior salinidade da água afeta negativamente o desenvolvimento da espécie, deve-se buscar por ambientes dulcícolas ou levemente salinos para o cultivo dos indivíduos. Como esperado o choque agudo de salinidade na concentração de 4 ppt foi letal aos juvenis da espécie dentro de poucas horas.

Os parâmetros de qualidade de água analisados (temperatura, oxigênio dissolvido, pH) se mantiveram dentro da faixa ideal para a aquicultura por volta de 25°C, 8,6 mg/L e 7,1, respectivamente. Portanto nenhuma ração modificou significativamente e negativamente a qualidade de água.

O cultivo de *Pomacea haustum* demonstra ter potencial para ser praticado em diversas escalas (piloto, pequena ou larga), em diferentes sistemas de cultivo (extensivo, intensivo) e em cultivos conjuntos (policultivo ou consórcio). Por se tratar de um animal rústico e que demanda poucos cuidados com qualidade de água e alimentação.

Os custos com alimentação são consideravelmente reduzidos quando comparado com espécies normalmente cultivadas comercialmente pela aquicultura, uma vez que pode-se optar por uma ração com menor teor proteico e de origem vegetal (PV) sem prejuízo ao desempenho dos animais cultivados, além da ração utilizada ser menos onerosa, os animais a consumirão em quantidades significativamente menores.

Em contrapartida, o tempo de cultivo da espécie quando comparado com outras espécies cultivadas pode ser considerado longo, além disso, deve ser feita uma campanha de conscientização para a inserção desse produto no mercado uma vez que potenciais consumidores não tem o hábito de consumir moluscos gastrópodes e normalmente associam erroneamente o animal com um possível transmissor de diversas enfermidades.

Diante da carência de estudos sobre os gastrópodes de água doce, acredito que este trabalho contribuirá, ainda que modestamente para o conhecimento sobre esses animais. Entretanto, estudos adicionais na interdisciplinaridade das áreas devem ser realizados com o intuito de se verificar a viabilidade econômica e baratear o processo produtivo. Testar diferentes alimentos e além disso, buscar por técnicas

economicamente viáveis que possam acarretar em um aumento da tolerância dos animais a concentrações salinas mais elevadas. Visando o aproveitamento de ambientes ricos em água salobra (normalmente ociosos) para a produção de *Pomacea haustum*, sendo uma alternativa ecologicamente viável para disponibilizar o fornecimento de água doce para seus usos prioritários e conseqüentemente contribuir para a minimização do recorrente problema da escassez.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. P.; LIMA, S. F. B.; FERRI, A. G.; BARROS, J. C.; MACHADO J. Growth of *Pomacea lineata* and *Pomacea bridgesii* in Different stock densities. **Thalassas**, Porto, v. 22, n. 1, p. 55-64. 2006.
- ARAD, Z. Water relations and resistance to desiccation in three Israeli desert land snails, *Eremina desertorum*, *Euchondrus desertorum* and *Euchondrus albulus*. **J. Arid Environm**, Israel, v. 24, p: 387-395. 1993.
- BAKER, P.; ZIMMANCK, F.; BAKER, S. M. Feeding rates of an introduced freshwater gastropod *Pomacea insularum* on native and nonindigenous aquatic plants in Florida. **Journal of Molluscan Studies**, Florida, 76: 138–143. 2010.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 2. ed. Santa Maria, RS: Ed. da UFSM, 2009. 353 p.
- BERGER, V. J.; KHARAZOVA, A. D. Mechanisms of salinity adaptations in marine molluscs. *In: Interactions and adaptation strategies of marine organisms*. Springer, Dordrecht, p. 115–126. 1997.
- BERNATIS, J. L.; MCGAW, I. J.; CROSS, C. L. Abiotic tolerances in different life stages of apple snails *Pomacea canaliculata* and *Pomacea maculata* and the implications for distribution. **Journal of Shellfish Research**, Florida, v. 35 n. 4, 1013-1025. 2016.
- BITTENCOURT, M. M.; AMADIO, S. A. Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 2, p. 303-308. 2007.
- BOCANEGRA, F. A.; MANCHINARI, C.; FRANCO, P.; NUÑEZ, J. RASGOS DE VIDA DE *Pomacea maculata* (GASTEROPODA, AMPULLARIIDAE, PERRY 1810) EN AMBIENTE CONTROLADO. **Folia Amazónica**, Iquitos, v. 24, n. 1, p. 9-20, 2015.
- BOCANEGRA, F. A.; VALVERDE, N. N.; PEREA, E. Z. Características del desova de churo, *Pomacea maculata* em ambiente controlado. **Folia Amazónica**, Iquitos, v. 8, n. 2, p. 7-11. 1996.
- BOYD, C. E. **Water quality in warmwater fish ponds**. Auburn: Auburn University, AL, EUA. 1979. 359 p.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**, Rio de Janeiro, v. 42, p. 1-39, 2015.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2013**. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/novosite/?p=2577>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

BURKY, A. J.; PACHECO J.; PEREYRA, E. Temperature, water, and respiratory regimes of an amphibious snail, *Pomacea urceus* (Müller), from the Velezuelan savannah. **Biology Bulletin**, Cleveland, Ohio, v. 143, pp. 304–316. 1972.

BURKY, K. A.; BURKY, A. J. **Buoyancy changes as related to respiratory behavior in an amphibious snail, *Pomacea urceus* (Müller), from Venezuela.** Nautilus, Nova Iorque, v. 91, p. 97–104. 1977.

BURKS, R. L.; LODGE, D. M. Cued in: advances and opportunities in freshwater chemical ecology. **Journal of Chemical Ecology**, Tennessee, v. 28, n. 10, p.1901–1917. 2002.

BURKS, R. L.; MULDERIJ, G.; GROSS, E.; JONES, I.; JACOBSEN, L.; VAN DONK, E.; JEPPESEN, E. Center stage: the crucial role of macrophytes in regulating trophic interactions in shallow lake wetlands. In: Wetlands: functioning, biodiversity conservation, and restoration. **Ecological studies**. v. 191 (R. Bobbink, R. Beltman, J.T.A. Verhoeven & D.F. Whigham, eds), pp. 37–59. Springer-Verlag, Berlin. 2006.

BURLAKOVA, L. E.; KARATAYEV, A. Y.; PADILLA, D. K.; CARTWRIGHT, L. D.; HOLLAS, D. N. Wetland restoration and invasive species: apple snail (*Pomacea insularum*) feeding on native and invasive aquatic plants. **Restoration Ecology**, Nova Iorque, v. 17, n. 3, p. 433–440. 2009.

CAMARGO, S. G. O.; POUHEY, J. L. O. F. Aquicultura - Um mercado em expansão. **R. bras. Agrocência**, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 393-396, out-dez, 2005.

CHENG, W.; YEH, S.; WANG, C.; CHEN, J. Osmotic and ionic changes in Taiwan abalone *Haliotis diversicolor supertexta* at different salinity levels. **Aquaculture**, Pingtung, v. 203, n. 3-4, p. 349–357. 2002.

COELHO, A. R. A.; CALADO, G. J. P.; DINIS, M. T. Freshwater snail *Pomacea bridgesii* (Gastropoda: Ampullariidae), life history traits and aquaculture potential. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International. **Journal of the Bioflux Society**, Constanta, v. 5, n. 3, p. 168-181. 2012.

COWIE, R. H. **Apple snails (Ampullariidae) as agricultural pests:** their biology, impacts and management. In: Barker, G.M. (ed) Molluscs as crop pests. CABI, Wallingford, p. 145–192. 2002.

COWIE, R. H.; THIENGO, S. C. The apple snails of the Americas (Mollusca: Gastropoda: Ampullariidae: *Asolene*, *Felipponea*, *Marisa*, *Pomacea*, *Pomella*): a nomenclatural and type catalog. **Malacologia**, Harvard, v. 45, p. 41–100. 2003.

CRAIG, S.; HELFRICH, L. A. Understanding Fish Nutrition, Feeds, and Feeding (Publication 420-256). **Virginia Cooperative Extension**, Petersburg (Virginia), v.63, p. 256-270, 2002.

DE QUEIROZ, J. F.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; NASCIMENTO, V. M. C. **Organismos bentônicos bioindicadores da qualidade das águas da Bacia do Médio São Francisco.** Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 2000. 4p.

ELGER, A.; DE BOER, T.; HANLEY, M. E. Invertebrate herbivory during the regeneration phase: experiments with a freshwater angiosperm. **Journal of Ecology**, Plymouth, v. 95, n. 1, p. 106–114. 2007.

ERHARD, D.; POHNERT, G.; GROSS, E. M. Chemical defense in *Elodea nuttallii* reduces feeding and growth of aquatic herbivorous Lepidoptera. **Journal of Chemical Ecology**, Konstanz, v. 33, n. 8, p. 1646–1661. 2007.

ESTEBENET, A. L. Food and feeding in *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae). **Veliger**, Berkeley, v. 38, p. 277–283. 1995.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.

FAO – FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. 2006. **State of world aquaculture 2006**. Roma: FAO, Fisheries Technical Paper 500.

FAO - Fisheries and Aquaculture Department. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2016**. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016.

FAO - Fisheries and Aquaculture Department. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018**. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018.

FURUYA, W. M. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápia**. Toledo: GFM. 100 p. 2010.

GATLIN, D. M. III Nutrition and feeding of red drum and hybrid striped bass. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL AND AQUACULTURE FEEDSTUFFS BY EXTRUSION TECHNOLOGY, 1., Águas de Lindóia, 1998. Proceedings. Campinas: UNICAMP, **Anais[...]** 1998. p.11.

GATLIN, D. M. **Principles of Fish Nutrition**. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC). Texas, Publication n. 5003. 2010.

GOMES, L. C.; BALDISSEROTTO, B.; SENHORINI, J. A. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. **Aquaculture**, Santa Maria, v.183, p.73-81, 2000.

GRAEFF, A.; SERAFIN, R. L. Uso de diferentes fontes e níveis de lipídios na alimentação de jundiás (*Rhamdia quelen*) na fase de recria. **Revista Eletrônica de Veterinária**, Itajaí, v. 11, n.11, p. 1-13, 2010.

GUERREIRO, I.; PERES, H.; CASTRO-CUNHA, M.; OLIVA-TELES, A. Effect of temperature and dietary protein/lipid ratio on growth performance and nutrient utilization of juvenile Senegalese sole (*Solea senegalensis*). **Aquaculture Nutrition**, Porto, v.18, n.1, p. 98-106, 2012.

GUILLAUME, J.; KAUSHIK, S.; BERGOT, P.; MÉTAILLER, R. Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans. Berlin: **Praxis publishing**, 2001. 408 p.

GUIMARÃES, C. T. Algumas observações de campo sobre biologia e ecologia de *Pomacea haustum* (Reeve, 1856)(Mollusca, Pilidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 76, n. 4, p. 343-351, 1981a.

GUIMARÃES, C. T. Algumas observações de laboratório sobre biologia e ecologia de *Pomacea haustum* (Reeve, 1856). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 76, n. 1, p. 33-46, 1981b.

GUIMARÃES, C. T. Controle biológico: *Pomacea haustum* Reeve, 1856 (Mollusca, pilidae) sobre planorbíneos, em laboratório. **Revista Saúde pública**, São Paulo, 17:138-47, 1983.

HANNESSON, R. Aquaculture and fisheries. **Marine Policy**. Bergen, v. 27, p. 169-178, 2003.

HASHIMOTO, E. H. *et al.* Bromatologia e contaminação com fumonisina e aflatoxina em rações utilizadas na piscicultura da região de Londrina, Estado do Paraná, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 123-132, 2003.

HAYES, K. A.; JOSHI, R. C.; THIENGO, S. C.; COWIE, R. H. Out of South America: multiple origins of non-native apple snails in Asia. **Diversity and Distributions**, Honolulu, v. 14, n. 4, p. 701–712. 2008.

HEILER, K. C. M.; VON OHEIMB, P. V.; EKSCHMITT, K.; ALBRECHT, C. Studies on the temperature dependence of activity and on the diurnal activity rhythm of the invasive *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullaridae). **Mollusca**, Dresden, v. 26, n. 1, p. 73-81. 2008.

HENRIKSON, R. Spirulina World Food: How this micro algae can transform your health and our planet. **Scientific Research Reveals Health Benefits**, Hana, 2010.

JAFARI, S. M. A.; RABBANI, M.; EMTYAZJOO, M.; PIRYAEI, F. Effect of dietary *Spirulina platensis* fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet. **Aquaculture International**, Tehran, v. 22, n. 4, p. 1307-1315, 2014.

KIANG, M. Principles of aquaculture feed production by cooking extrusion. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL AND AQUACULTURE FEEDSTUFFS BY EXTRUSION TECHNOLOGY, 1., Águas de Lindóia, 1998. Proceedings. Campinas: UNICAMP, **Anais[...]** 1998. p.16.

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação de tilápias**. Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, v. 9, n. 53, p. 8, mai/jun 1999.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes - parte I. Panorama da **Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 45, Janeiro/fevereiro, 1998.

- LACH, L.; BRITTON, D. K.; RUNDELL, R. J.; COWIE, R. H. Food preference and reproductive plasticity in an invasive freshwater snail. **Biological Invasions**, Ithaca, v. 2, n. 4, p. 279–288. 2000.
- LI, A. O. Y.; DUDGEON, D. The effects of leaf litter characteristics on feeding and fitness of a tropical stream shredder, *Anisocentropus maculatus* (Trichoptera: Calamoceratidae). **Marine and Freshwater Research**, Hong Kong, v. 59, n. 10, p. 897–901. 2008.
- LIMA, A. F.; SILVA, A. P.; RODRIGUES, A. P. O.; BERGAMIN, G. T.; TORATI, L. S.; FILHOL, M. X. P.; MACIEL, P. O. **Qualidade da água: piscicultura familiar**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2013.
- LITTLE, C. Aestivation and ionic regulation in two species of *Pomacea* (Gastropoda, Prosobranchia). **Journal of Experimental Biology**, v. 48, p. 569–585. 1968.
- LODGE, D. M. Herbivory on freshwater macrophytes. **Aquatic Botany**, Amsterdam, v. 41, n. 1-3, p. 195–224. 1991.
- MANSUR, M.C.D.; SCHULZ, C.; GARCES, L.M.M.P. Moluscos bivalves de água doce: identificação dos gêneros do sul e leste do Brasil. **Acta Biológica**, Leopoldina, v. 2, p. 181-202, 1987.
- MARTIN, C. W.; BAYHA, K. M.; VALENTINE, J. F. Establishment of the Invasive Island Apple Snail *Pomacea insularum* (Gastropoda: Ampullariidae) and Eradication Efforts in Mobile, Alabama, USA. **Gulf of Mexico Science**, Alabama, v. 1-2, p. 30-38. 2012.
- MARTIN, C. W.; VALENTINE, J. F. Tolerance of embryos and hatchlings of the invasive apple snail *Pomacea maculata* to estuarine conditions. **Aquatic Ecology**, Baton Rouge, v. 48, n. 3, p. 321–326. 2014.
- MATTHEWS-CASCON. H.; MARTINS, I. X. **Práticas de Zoologia: de Protozoários a Moluscos**. Primeira Edição. Fortaleza: edições UFC/LABOMAR, 2001. 143 p.
- MENDOZA, R.; AGUILERA. C.; HERNÁNDEZ, M.; MONTEMAYOR, J.; CRUZ, E. Elaboración de dietas artificiales para el cultivo del caracol manzana (*Pomacea bridgesii*). **Revista Electrónica Aquatic**, Nuevo León, n. 16, p. 1-17. 2002.
- MENDOZA, R.; AGUILERA, C.; MONTEMAYOR, J.; RODRÍGUEZ, G. Utilization of artificial diets and effect of protein/energy relationship on growth performance of the apple snail *Pomacea bridgesii* (Prosobranchia: Ampullariidae). **The Veliger**, Nuevo León, v. 42, n. 2, p. 101-111. 1999.
- NATORI, M. M.; SUSSEL, F. R.; DOS SANTOS, E. C. B.; PREVIERO, T. C.; VIEGAS, E. M. M.; GAMEIRO, A. H. Desenvolvimento da carcinicultura marinha no Brasil e no mundo: avanços tecnológicos e desafios. **Informações Econômicas**, São Paulo, SP, v. 41, p. 61-73, n. 2, 2011.

NEKOLA, J. C. Large-scale terrestrial gastropod community composition patterns in the great lakes region of North America. **Diversity and distributions**, Green Bay, v. 9, n. 1, p. 55-71. 2003.

NEWMAN, R. M. Herbivory and detritivory on freshwater macrophytes by invertebrates: a review. **Journal of the North American Benthological Society**, Saint Paul, v. 10, n. 2, p. 89–114. 1991.

PADILLA, P.; Garcia, A.; Cortez, J.; Delgado, C.; Mori, P.; Isminio, R.; Tello, G. G. **Cultivo y Procesamiento del churo**. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP, Iquitos, Perú, 49 p. 2000.

PEZZATO, L. E. Alimentos convencionais e não convencionais disponíveis para indústria da nutrição de peixes no Brasil. Simpósio internacional sobre nutrição de peixes e crustáceos, v. 1, p. 34, **Anais[...]** 1995.

PEZZATO, L. E.; CASTAGNOLLI, N.; ROSSI, F.; FERREIRA, D. G. S.; FERREIRA, R. G. S. **Nutrição e Alimentação de Peixes**. Viçosa – MG, CPT. 242 p. 2008.

PINTO-COELHO, R. M. **Monitoramento do Reservatório da Pampulha – Convênio 3998 – Secretaria Municipal do Meio Ambiente – PBH Fundep – UFMG**. Belo Horizonte, 2001.

PORTZ, L.; DIAS, C. T. S.; CYRINO, J. E. P. Regressão segmentada como modelo na determinação de exigências nutricionais de peixes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 601-607, 2000.

QIU, J. W.; CHAN, M. T.; KWONG, K. L.; SUN, J. Consumption, survival and growth in the invasive freshwater snail *Pomacea canaliculata*: does food freshness matter?. **Journal of Molluscan Studies**, Oxford, v. 77, n. 2, p. 189-195, 2011.

QUEIROZ, J. F.; LOURENÇO, J. N. P.; KITAMURA, P. C. **A Embrapa e a aquicultura: demandas e prioridades de pesquisa**. Brasília: Embrapa: Informação Tecnológica. 2002. 35p.

RATZ, H. J.; LLORET, J. Variation in fish condition between atlantic cod (*Gadus morhua*) atocks the effect on their productivity and management implications. **Fisheries Rescarch**, Amsterdam, v. 60, p. 369-380, 2003.

REIS, J. A. T.; MENDONÇA, A. S. F. Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.14, n. 3, p. 353-362, jul/set 2009.

REZENDE, G. J. R. ***Pomacea lineata* (Spix 1827) (Mollusca, Gastropoda, Ampullariidae): efeito do agrupamento sobre o peso**. 1998. 62 f. Dissertação (Mestrado em Comportamento e Ecologia Animal). Juiz de Fora (MG): Universidade Federal de Juiz de Fora. 1998. (Unpublished).

RIBEIRO, P. F. **Eficiência da suplementação alimentar com *Arthrospira platensis* na alevinagem do tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus***

brachypomus). 2016. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

ROBBINS, K. L.; NORTON, H. W.; BAKER D. H. Estimation of nutrient requirements from growth data. **Journal of Nutrition**, Urbana, v.109, p.1710-1714, 1979.

ROCHA JÚNIOR, P. A. V. **Desempenho zootécnico de alevinos revertidos de três linhagens de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com ração suplementada com a microalga *Arthrospira platensis***. 2015. 55 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

ROSADO, E. L.; MONTEIRO, J. B. R. Obesidade e a substituição de macronutrientes da dieta. **Revista Nutr**, Viçosa, v. 14, n. 2, p. 145-152, 2001.

ROSSATO, S.; LAZZARI, R.; FREITAS, I. L.; MASCHIO, D.; CORRÊA, V.; NETO, J. R. **Diferentes níveis de incorporação de farinha de resíduos de jundiás (*Rhamdia quelen*) cultivados na dieta**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Santa Maria, v. 66, n. 3, p. 894-902, 2014.

SANTOS, F. W. B. Nutrição de peixes de água doce: definições, perspectivas e avanços científicos. **1º Simpósio de Alimentação Animal**. Fortaleza, 2007.

SANTOS, N. N. Cultivo de *Pomacea sordida* (Swainson 1823) em cativeiro. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 3, n. 2, p. 81-86. 1995.

SEUFFERT, M. E.; MARTÍN, P. R. Dependence on aerial respiration and its influence on microdistribution in the invasive freshwater snail *Pomacea canaliculata* (Caenogastropoda, Ampullariidae). **Biological Invasions**, v. 12, p.1695–1708. 2010.

SEUFFERT, M. E.; MARTÍN, P. R. Juvenile growth and survival of the apple snail *Pomacea canaliculata* (Caenogastropoda: Ampullariidae) reared at different constant temperatures. **SpringerPlus**, Bahía Blanca, v. 2, n. 1, p. 312, 2013.

SHARFSTEIN, B.; STEINMAN, A. D. Growth and survival of the Florida apple snail (*Pomacea paludosa*) fed 3 naturally occurring macrophyte assemblages. **Journal of the North American Benthological Society**, West Palm Beach, v. 20, n. 1, p. 84-95. 2001.

SIMONE, L. R. L. **Land and freshwater mollusks of Brazil**. São Paulo: EGB/FAPESP, 2006. 390 p.

SOUZA, E.; BARROS, J. C. N. D.; PARESQUE, K.; FREITAS, R. R. D. The effect of stocking density on the growth of apple snails native *Pomacea bridgesii* and exotic *Pomacea lineata* (Mollusca, Gastropoda). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 2, 2013.

SUBASINGHE, R.; SOTO, D.; JIA, J. Global aquaculture and its role in sustainable development. **Reviews in Aquaculture**. Roma, v. 1, n. 1, p. 2-9. 2009.

- TABOSA, A. P. S. **Alguns aspectos comportamentais e morfológicos do molusco *Pomacea haustum* REVEE, 1858 (Mollusca: Gastropoda: Ampulariidae)**. 2003. 39 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003. (Unpublished).
- TACON, A. G. J. **Nutritional fish pathology**. Roma: FAO, 1992. p.1-75.
- TRAN-DUY, A.; SCHRAMA, J. W.; DAN, A. A. V.; VERRETH, J. A. J. Effects of oxygen concentration and body weight on maximum feed intake, growth and hematological parameters of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Wageningen v. 275, n. 1-4, p. 152-162, 2008.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Biblioteca Universitária. **Guia de normalização de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal do Ceará**. Fortaleza, 2013.
- VALENTI, W. C. Aquicultura sustentável. Congresso de Zootecnia, 12, Vila Real, Portugal. Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. **Anais[...]** p.111-118. 2002.
- VIDIGAL, T. H. D. A.; MARQUES, M. M. G. S. M.; LIMA, H. P.; BARBOSA, F. A. R. Gastrópodes e Bivalves Límnicos do Trecho Médio da Bacia do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **Revista Lundiana**, Belo Horizonte, v. 6. p. 67-76, 2005.
- YANG, S.; ZHONG, J.; ZHAO, L.; WU, H.; DU, Z.; LIU, Q.; ZHANG, J.; YAN, T.; HUANG, X. The salinity tolerance of the invasive golden apple snail (*Pomacea canaliculata*). **Molluscan research**, Chengdu, v. 38, n. 2, p. 90-98, 2018.
- YOSHIDA, K.; MATSUKURA, K.; CAZZANIGA, N. J.; WADA, T. Tolerance to low temperature and desiccation in two invasive apple snails, *Pomacea canaliculata* and *P. maculata* (Caenogastropoda: Ampullariidae), collected in their original distribution area (northern and central Argentina). **Journal of Molluscan Studies**, Londres, v. 80, n. 1, p. 62-66. 2014.
- YUSA, Y.; WADA, T.; TAKAHASHI, S. Effects of dormant duration, body size, self-burial and water condition on the long-term survival of the apple snail, *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae). **Applied entomology and zoology**, Nara, v. 41, n. 4, p. 627-632. 2006.
- WATANABE, T. T. **Investigação Experimental Sobre a Ecologia de Gastrópodes do Gênero *Pomacea*, PERRY 1810 (Gastropoda, Ampullariidae) da Região Amazônica**. 2014. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para recursos da Amazônia) – Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2014.
- WILDER, M. N.; IKUTA, K.; ATMOMARSONO, M.; HATTA, T.; KOMURO, K. Changes in osmotic and ionic concentrations in the hemolymph of *Macrobrachium rosenbergii* exposed to varying salinities and correlation to ionic and crystalline composition of the cuticle. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology**, 119, p. 941–950. 1998.

WONG, P. K.; LIANG, Y.; LIU, N. Y.; QIU, J. W. Palatability of macrophytes to the invasive freshwater snail *Pomacea canaliculata*: differential effects of multiple plant traits. **Freshwater Biology**, Hong Kong, v. 55, n. 10, p. 2023–2031. 2010.

ZANIBONI FILHO, E. O desenvolvimento da piscicultura brasileira sem a deterioração da qualidade de água. **Revista Brasileira de Biologia**, Florianópolis, v. 57, n. 1, p. 3-9, 1997.