

JAMILLY DE SOUZA COSTA

**Densidade de estocagem em camarões da espécie *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) na fase juvenil.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, para obtenção do título de Mestre em Psicobiologia.

NATAL

2014

JAMILLY DE SOUZA COSTA

**Densidade de estocagem em camarões da espécie *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) na fase juvenil.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, para obtenção do título de Mestre em Psicobiologia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria de Fátima Arruda.

NATAL  
2014

Catálogo da Publicação na Fonte  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Costa, Jamilly de Souza.

Densidade de estocagem em camarões da espécie Macrobrachium rosenbergii De Man, 1879 na fase juvenil. / Jamilly de Souza Costa. – Natal, RN, 2014.

80 f.: il.

Orientadora: Prof. Dra. Maria de Fátima Arruda.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia.

1. Camarão de água doce. – Dissertação. 2. Carcinicultura. – Dissertação. 3. Densidade de estocagem. – Dissertação. I. Arruda, Maria de Fátima. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UF/BSE-CB

CDU 595.371

## **AGRADECIMENTOS**

Inicialmente, dedico essa conquista à minha amada Mãe, que mesmo não estando aqui de corpo presente, sempre estará presente em meu coração e pensamentos.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria de Fátima Arruda pela oportunidade dada ao meu crescimento profissional. Obrigada por ter aceitado me orientar, pela amizade, paciência, críticas e sugestões durante a realização dos nossos trabalhos. Saiba que todos esses momentos me trouxeram cada vez mais experiência e amadurecimento.

Ao Prof. Dr. Arrilton Araujo pelo convívio, pelo apoio e pela amizade.

Ao meu pai e irmãs e sobrinho por me ajudarem em todos os momentos da minha vida.

Ao meu filho, pelo amor e compreensão durante a minha ausência nesses meses.

A Acarílton por todo o apoio e carinho em todos os sentidos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

Aos meus colegas de Laboratório – (Dani, Vivi, Pri, Gabriel e Felipe) pela força constante e por proporcionarem momentos divertidos mesmo em períodos de grande aflição.

Aos amigos da Base de Pesquisa Waldemar, Dina, Jenifer, Áudra e Ingrid, pela força, amizade e companhia durante o período do mestrado, nas discussões do grupo de pesquisa e por terem me recebido maravilhosamente bem.

Aos amigos e amigas biólogas Raquel, Ariana, Fabíola, Daniella, Jaciana, Matheus, Bartira, Clarissa, Jordânia, Ivon, André, dentre outros, que contribuíram bastante para minha formação tanto pessoal quanto profissional.

Aos amigos de fora da UFRN que me incentivaram a continuar nos momentos de dificuldade.

Aos professores do Centro de Biociências pelos conhecimentos que adquiri durante o convívio na minha graduação e também pós-graduação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.

A todos aqueles que não citei, mas que de uma maneira ou de outra, me ajudaram nesta importante etapa de minha vida.

Enfim, um muito obrigado a todos!

## RESUMO

Dentre as espécies de água doce cultivadas, uma das que mais têm se destacado é *Macrobrachium rosenbergii*. O conhecimento sobre o comportamento da espécie e a influência das características do ambiente em seu desenvolvimento pode otimizar o manejo e minimizar prováveis impactos ao meio ambiente e ao próprio animal. Foi nosso objetivo caracterizar as atividades comportamentais da espécie nos estágios iniciais do desenvolvimento sob diferentes densidades de estocagem nas fases do ciclo de 24 horas. Pós-larvas com 10 dias de vida foram transferidas da Escola Agrícola de Jundiá (EAJ), Macaíba/RN para o laboratório de Estudos do Comportamento do Camarão (LECC), da UFRN, onde foram medidas e pesadas. Para cada experimento, foram utilizados oito aquários com temperatura, aeração e filtração constantes, e ciclo de 12h claro/12h escuro. Cada aquário continha dois abrigos de pedaços de tijolos. A qualidade da água foi monitorada semanalmente. Para observação dos comportamentos dos animais, utilizamos duas densidades: 25 animais m<sup>-2</sup> e 40 animais m<sup>-2</sup>. Os métodos de registro dos comportamentos foram: amostragem comportamental - entrada e saída do abrigo, coleta de alimento no substrato e na coluna d'água, afastamento, ataque, perseguição e canibalismo; scan - inatividade, alimentação, exploração, cavação, natação, limpeza e permanência no abrigo. As observações ocorreram em janelas de 15 minutos/aquário, 4 vezes ao dia, por 4 dias na semana, ao longo de 4 semanas. O alimento foi ofertado 2 vezes ao dia, imediatamente antes das 1ª e 3ª janelas de observação de cada aquário. Nossos resultados demonstraram, na alta densidade, maior frequência de comportamentos agonísticos; durante a fase de claro, maior frequência de comportamentos que geraram menor exposição (inatividade, limpeza e permanência no abrigo); durante a fase de escuro, maior frequência de comportamentos que geraram maior exposição (alimentação, exploração, natação e cavação); nos momentos de oferta alimentar, maior frequência de saída do abrigo, afastamento, perseguição, alimentação, exploração e natação. Na

baixa densidade, os animais apresentaram menor frequência de comportamentos agonísticos, além de maior ganho de peso e maior crescimento, o que indica um padrão comportamental mais favorável aos animais no ambiente de cultivo, que sendo aplicado, pode gerar melhores condições de vida aos camarões, favorecendo as taxas de sobrevivência, assim como o sucesso do manejo.

PALAVRAS-CHAVES: Carcinicultura, *Macrobrachium rosenbergii*, Camarão de água doce, Densidade de estocagem, Etologia Aplicada.

## ABSTRACT

Among the species of freshwater shrimp being cultivated, *Macrobrachium rosenbergii* stands out. Knowledge about the behavior of this species and the influence of certain factors on its development can help optimize management practices and minimize the likely impacts shrimp farming has on the environment and the animals themselves. The objective of this study was to characterize the species' behavior during early stages of development under different stocking densities over a 24-hour cycle. Ten day old postlarvae were transferred from the Jundiaí School of Agriculture (EAJ - Escola Agrícola de Jundiaí) in Macaíba (RN), Brazil to the Shrimp Behavior Laboratory (LSPR - Laboratório de Estudos do Comportamento do Camarão) at the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN), where they were weighed and measured. Eight aquaria with constant temperature, aeration and filtration, and subjected to a 12 h light/12 h dark cycle were used for each experiment. Each aquarium also contained two shelters made of bricks and the water quality was monitored weekly. Behavioral observations were made at two densities: 25 individuals/m<sup>-2</sup> and 40 individuals/m<sup>-2</sup>. The methods for recording behaviors were: behavioral sampling – enter and leave the shelter, exploring on the substrate, exploring in the water column, move away, attack, pursuit and cannibalism; scan sampling - inactivity, feeding, exploration, digging, swimming, cleaning and staying in the shelter. Observations were made during a 15 minute period/per aquarium at a frequency of 4 times daily, for 4 days/week, and over 4 weeks. Food was provided 2 times/day for each aquarium population, immediately before the 1st and 3rd observation periods. Our results demonstrate that at high density, there is an increased frequency of agonistic behavior; during the light phase, there is a greater frequency of behaviors that result in less exposure (inactivity, cleaning and staying in the shelter); during the dark phase, there is an increased frequency of behaviors that result in greater exposure (feeding, exploration, swimming and digging); at times of feed offer, there is an increased frequency of

leaving the shelter, moving away, pursuit, feeding, exploration and swimming. At low density, the animals showed a lower frequency of agonistic behaviors, greater weight gain and higher growth rates, which indicates that this is a more favorable growing environment for cultivation and when applied, can generate better living conditions, favor survival rates and increase management success.

**KEYWORDS:** Shrimp farming, *Macrobrachium rosenbergii*, Freshwater shrimp, Stocking density, Applied ethology.

## LISTA DE FIGURAS E QUADROS

<b>Figura 1:</b> Morfologia externa de um macho de <i>M. rosenbergii</i> e detalhes do segundo pleópodo .....	12
<b>Figura 2:</b> Sala 1, onde foram feitas as observações da fase de claro .....	22
<b>Figura 3:</b> Sala 2, onde foram feitas as observações da fase de escuro .....	23
<b>Figura 4:</b> Abrigos utilizados em cada aquário .....	24
<b>Quadro 1:</b> Parâmetros físico químicos .....	25
<b>Figura 5:</b> Esquema de metodologia de observação dos aquários nas etapas 2 e 3.....	27
<b>Figura 6:</b> Afastamento em <i>Macrobrachium rosenbergii</i> .....	30
<b>Figura 7:</b> Ataque em <i>Macrobrachium rosenbergii</i> .....	30
<b>Figura 8:</b> Perseguição em <i>Macrobrachium rosenbergii</i> .....	31
<b>Figura 9:</b> Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de animais (a) dentro e (b) fora do abrigo, em diferentes condições de ciclo de luz (claro versus escuro) e densidade (baixa= 25 animais m <sup>-2</sup> ; alta= 40 animais m <sup>-2</sup> ) .....	32
<b>Figura 10:</b> Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de entrada e de saída do abrigo, em diferentes condições de ciclo de luz (claro versus escuro) e densidade (baixa= 25 animais m <sup>-2</sup> ; alta= 40 animais m <sup>-2</sup> ) (a) entrada com oferta e (b) entrada sem oferta de alimento, (c) saída com oferta e (d) saída sem oferta de alimento .....	33
<b>Figura 11:</b> Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de alimento coletado do substrato com oferta (a, b) e (c, d) sem oferta de alimento; na coluna d'água (e) com oferta e (f) sem oferta de alimento, em diferentes condições de ciclo de luz (claro versus escuro) e densidade (baixa= 25 animais m <sup>-2</sup> ; alta= 40 animais m <sup>-2</sup> ) .....	35
<b>Figura 12:</b> Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de afastamento, em diferentes condições de ciclo de luz (claro versus escuro) e densidade (baixa= 25 animais m <sup>-2</sup> ; alta= 40 animais m <sup>-2</sup> ) (a) e (b) com oferta de alimento .....	36

<b>Figura 13:</b> Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de ataque, em diferentes condições de ciclo de luz (claro <i>versus</i> escuro) densidade (baixa= 25 animais m <sup>-2</sup> ; alta= 40 animais m <sup>-2</sup> ) com oferta de alimento (a) e sem oferta de alimento (b) e (c) .....	37
<b>Figura 14:</b> Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de perseguição, em diferentes condições de ciclo de luz (claro <i>versus</i> escuro) e densidade (baixa= 25 animais m <sup>-2</sup> ; alta= 40 animais m <sup>-2</sup> ) (a) com e (b) sem oferta de alimento .....	38
<b>Figura 15:</b> Percentual de frequência dos comportamentos observados no método Scan em baixa densidade (a) e em alta densidade (b); a numeração de 1 a 4 representa as observações na fase de claro; de 5 a 8, as observações na fase de escuro; valores ímpares (1, 3, 5, 7) representam os horários com oferta de alimento; valores pares (2, 4, 6, 8) representam os horários sem oferta de alimento .....	39
<b>Figura 16:</b> Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de inatividade, em diferentes condições de ciclo de luz (claro <i>versus</i> escuro) e densidade (baixa= 25 animais m <sup>-2</sup> ; alta= 40 animais m <sup>-2</sup> ) (a) com e (b) sem oferta de alimento .....	40
<b>Figura 17:</b> Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de alimentação, em diferentes condições de ciclo de luz (claro <i>versus</i> escuro) e densidade (baixa= 25 animais m <sup>-2</sup> ; alta= 40 animais m <sup>-2</sup> ) (a) com e (b) sem oferta de alimento .....	41
<b>Figura 18:</b> Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de exploração, em diferentes condições de ciclo de luz (claro <i>versus</i> escuro) e densidade (baixa= 25 animais m <sup>-2</sup> ; alta= 40 animais m <sup>-2</sup> ) (a) e (b) com e (c) sem oferta de alimento ..	42
<b>Figura 19:</b> Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de cavação, em diferentes condições de ciclo de luz (claro <i>versus</i> escuro) e densidade (baixa= 25 animais m <sup>-2</sup> ; alta= 40 animais m <sup>-2</sup> ) (a) e (b) com e (c) e (d) sem oferta de alimento .....	43

**Figura 20:** Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de natação, em diferentes condições de ciclo de luz (claro versus escuro) e densidade (baixa= 25 animais m-2; alta= 40 animais m-2) (a) com e (b) e (c) sem oferta de alimento ..... 44

**Figura 21:** Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de limpeza, em diferentes condições de ciclo de luz (claro versus escuro) e densidade (baixa= 25 animais m-2; alta= 40 animais m-2) (a) com e (b) sem oferta de alimento ..... 45

**Figura 22:** Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de permanência no abrigo, em diferentes condições de ciclo de luz (claro versus escuro) e densidade (baixa= 25 animais m-2; alta= 40 animais m-2) (a) com e (b) sem oferta de alimento ..... 46

**Figura 23:** Média e intervalos de confiança de 95% de (a) Ganho de Peso e (b) Crescimento em diferentes condições de ciclo de luz (claro versus escuro) e densidade (baixa= 25 animais m-2; alta= 40 animais m-2) ..... 47

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>20</b>
<b>3 HIPÓTESES E PREDIÇÕES.....</b>	<b>20</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODO.....</b>	<b>22</b>
4.1 LOCAL DE ESTUDO .....	22
4.2 MATERIAL BIOLÓGICO .....	23
4.3 METODOLOGIA .....	23
4.3.1 DENSIDADE DE ESTOCAGEM .....	25
4.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL .....	25
4.4.1 OBSERVAÇÕES .....	25
4.4.1.1 ETOGRAMA .....	25
4.4.1.2 REGISTRO COMPORTAMENTAL .....	26
4.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	27
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
5.1 ETOGRAMA .....	29
5.2 LOCALIZAÇÃO DOS ANIMAIS ANTES DAS OBSERVAÇÕES .....	31
5.3 ENTRADA E SAÍDA DO ABRIGO .....	32
5.4 ALIMENTO COLETADO NO SUBSTRATO E NA COLUNA D'ÁGUA .....	34
5.5 AGONISMO .....	36
5.5.1 AFASTAMENTO .....	36
5.5.2 ATAQUE .....	36
5.5.3 PERSEGUIÇÃO .....	37

5.6 INATIVIDADE .....	38
5.7 ALIMENTAÇÃO .....	39
5.8 EXPLORAÇÃO .....	40
5.9 CAVAÇÃO .....	41
5.10 NATAÇÃO .....	42
5.11 LIMPEZA .....	44
5.12 PERMANÊNCIA NO ABRIGO .....	44
<b>6.0 COMPORTAMENTO DE ACORDO COM OS HORÁRIOS DE OBSERVAÇÃO</b> .....	<b>45</b>
<b>7.0 EFEITO DA DENSIDADE SOBRE O GANHO DE PESO E CRESCIMENTO DOS ANIMAIS</b> .....	<b>47</b>
<b>8.0 DISCUSSÃO</b> .....	<b>48</b>
<b>9.0 CONCLUSÃO</b> .....	<b>60</b>
<b>10.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>61</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A pesca foi e continua sendo uma ferramenta utilizada pelo homem para obtenção de alimento (Gartside & Kirkegaard, 2009). No entanto, a sua intensa utilização no decorrer dos anos, levaria os estoques pesqueiros ao limite (FAO, 2009). Baseado no impasse da insuficiência dos estoques pesqueiros, buscou-se na aquíicultura, alternativas para amenizar este problema. Sendo um método de criação de espécies aquáticas num espaço controlado, é uma prática tradicional de longa data, encontrada em várias culturas pelo mundo (Oliveira, 2009).

Segundo Arana (2004), o conceito mais completo para aquíicultura seria o cultivo de organismos aquáticos com valor econômico, a fim de aumentar a segurança alimentar do planeta por meio da distribuição democrática do alimento gerado em todas as camadas socioeconômicas da população mundial.

A produção através da aquíicultura pode ser feita em território continental ou marítimo. No Brasil, cerca de 70% da produção são oriundos da forma continental, tendendo a um maior crescimento, devido às grandes extensões de terra disponíveis (Oliveira, 2009).

Entre as diversas atividades aquícolas, a carcinicultura destaca-se no setor devido ao alto valor comercial que os crustáceos atingem no mercado (FAO, 2010). Entretanto, certas precauções são necessárias para garantir sua sustentabilidade econômica e ambiental. No Brasil, em torno dos anos 70, o Estado do Rio Grande do Norte iniciou a atividade da carcinicultura marinha, com o cultivo da espécie exótica *Penaeus japonicus*, que fracassou após três anos de sucesso, devido a falta de um plano abrangente de pesquisa e validações tecnológicas (ABCC, 2011).

Na sequência, tentou-se a domesticação das espécies nativas *Farfantepenaeus subtilis*, *Farfantepenaeus paulensis* e *Litopenaeus schmitti*. O potencial das três espécies brasileiras foi considerado bom, mas a necessidade de um programa de pesquisa básica e aplicada, assim com a baixa rentabilidade fez com que o cultivo não fosse promissor (ABCC, 2011).

Tentou-se então o cultivo da espécie exótica *Litopenaeus vannamei*, que se adaptou rapidamente às condições de cultivo, favorecendo a distribuição comercial de pós-larvas na primeira metade dos anos 90, sendo desenvolvidas tecnologias para sua viabilidade comercial no país (IBAMA, 2006).

Camargo & Pouey (2005) apontaram o quão a aquicultura se mostrava promissora no Brasil, como sendo o método impulsionador do aumento da produção de pescado. Após um período de grande crescimento, o setor produtivo de camarão no Brasil enfrentou uma grave crise a partir de 2004, sendo apontados como motivos principais: a doença viral Mionecrose Infecciosa (INMV), a queda do câmbio e a ação antidumping por parte dos Estados Unidos contra os produtores/exportadores brasileiros, seguido por um excesso de chuvas no final dessa década, redução dos preços e a opção dos países asiáticos pela produção de *L. vannamei* (Ximenes, Vidal & Feitosa, 2011).

Nos anos seguintes, o Brasil ampliou seu mercado interno da carcinicultura inserindo ainda mais o camarão cultivado no varejo e também nos serviços de alimentação, como restaurantes, bares e hotéis. O surgimento de novos regulamentos e tecnologias também contribuiu para o aumento da qualidade e diversidade dos camarões industrializados no Brasil (Carvalho, 2012).

Acompanhando esse aumento, vem o crescimento da carcinicultura de água doce, considerado um dos setores da aquicultura que mais cresce no mundo (Valenti, 2002). Piedade et al. (2002) já mencionavam o enorme potencial para o desenvolvimento das

redes produtivas do camarão de água doce no Brasil, já que a oferta não atendia completamente a demanda no país. Era ainda mais lucrativo em razão da possibilidade de criação juntamente com várias espécies de peixes, proporcionando maior diversidade das fontes de renda.

A produção mundial de carcinicultura de água doce tem sido embasada em duas espécies: *Macrobrachium rosenbergii* e *Macrobrachium nipponense* sendo os principais produtores mundiais China, Vietnam, Índia, Tailândia, Bangladesh e Taiwan (Valenti, 2005). Segundo Valenti (1996), a criação de camarões de água doce é relativamente mais simples que a de camarões marinhos, podendo ser realizada em propriedades de pequeno até grande porte, próximas ao litoral ou no interior.

A espécie de água doce *M. rosenbergii*, pertencente à família Palaemonidae, é nativa da região Indo-Pacífica (Oeste do Indo-Pacífico, do Paquistão ao Vietnã, Filipinas, Nova Guiné e Norte da Austrália), tendo sido introduzida em vários países devido a sua grande utilização em aquicultura e relevante importância comercial (Chan, 1998). Estes camarões apresentam algumas características básicas para que uma espécie possa ser cultivada: fácil manutenção e reprodução em cativeiro, alta fecundidade, rápido crescimento, alimentação simples e barata, rusticidade e boa aceitação no mercado consumidor (Valenti, 1996).

*M. rosenbergii* é a maior espécie do gênero *Macrobrachium*: os machos podem chegar a um comprimento total (da ponta do rostro até ponta do telson) de 320 mm, as fêmeas de 250 mm. (New & Valenti, 2000; New et al., 2010). Essa espécie difere das demais do gênero por apresentar um rostro longo, curvado para cima, com crista basal distintamente elevada, longa ou com a metade distal da margem superior nua e margem inferior com 8-14 dentes; carpo do quelípodo distintamente maior que o mero; e telson ultrapassando a extremidade dos espinhos posteriores mais longos (Pinheiro & Hebling,

1998; New & Valenti, 2000; New et al., 2010). Estes animais apresentam a coloração do corpo geralmente de cor esverdeada ou marrom cinza, às vezes mais cor azulada, e é mais escura em espécimes maiores. As antenas e os quelípodos podem ser azuis ou laranjas, dependendo do morfotipo do animal. Todas as cores são mais brilhantes nos menores do que nos maiores e, como em todas as espécies de camarões decápodes, o corpo desta espécie consiste em duas partes distintas: o cefalotórax e abdômen (New & Valenti, 2000; New et al., 2010).

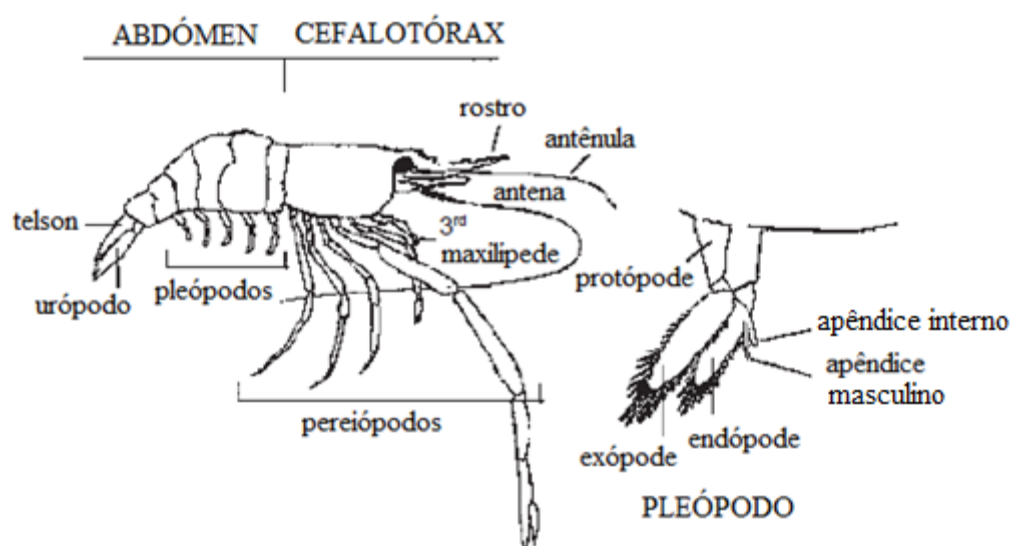


Figura 1: Morfologia externa de um macho de *M. rosenbergii* e detalhes do segundo pleópodo (modificado de Pinheiro & Hebling, 1998).

Esta espécie de camarão é onívora e se alimenta ao longo das 24 horas. A localização do alimento se dá pelo olfato e tato (filamentos das antenas e varredura das antênulas). Sua dieta inclui vermes e insetos aquáticos (assim como suas larvas), pequenos moluscos, crustáceos, carne de peixe e outros animais, grãos, sementes, algas, dentre outros itens. O canibalismo pode ocorrer de acordo com a disponibilidade de alimento. A taxa de crescimento é bastante rápida e, a muda nos jovens ocorre em maior frequência do que em adultos. Quando maduros, os machos são consideravelmente maiores que as fêmeas (Ling,

1969; New & Valenti, 2000; New et al., 2010). Segundo Barki (1991a) os machos dessa espécie são classificados em três morfotipos que definem uma hierarquia de dominância: macho de queila azul > macho de queila laranja > macho pequeno (que possuem queilas translúcidas).

O cultivo de *M. rosenbergii* no mundo teve início na década de 60 quando foram identificadas condições adequadas para o desenvolvimento larval desta espécie. Para haver uma fase larval completa e com sobrevivência maior que cinco dias, faz-se necessária água salobra, enquanto que os adultos vivem em água doce, podendo ser encontrados até 200 km de distância do mar (Ling, 1969).

A fase naupliar ocorre dentro do ovo e, as fêmeas ovígeras migram para os estuários, onde ocorre a eclosão com a liberação de larvas de nado livre, e são chamadas de zoéia. Sofrem sucessivas mudas passando por vários estágios de zoéia morfológicamente diferentes até a metamorfose em pós-larvas (PL), as quais são consideradas juvenis recentemente metamorfoseados (Ling 1969; Uno & Kwon, 1969; New & Valenti, 2000; New et al., 2010). A fase larval dura em média 28 dias, podendo variar de acordo com a temperatura, salinidade e as condições nutricionais. As pós-larvas são morfológicamente idênticas aos adultos, e migram para água doce onde continuam seu crescimento. Seu crescimento é rápido, sendo chamadas de juvenis num período de aproximadamente 30 dias ou quando atingem peso superior a 0,3g (Arana, 2004).

Já são capazes de andar e rastejar sobre pedras nas bordas de rios e corredeiras, além de subir superfícies verticais como pequenas cachoeiras e açudes, por exemplo, e transversais, desde que haja bastante umidade (New & Valenti, 2000). No cultivo, o sistema de berçário é um intermediário entre as fases de larvicultura e pós-larva, no qual os animais são mantidos em densidades relativamente altas. Ao final do sistema de berçário os camarões se tornam juvenis propriamente ditos e, o período de sua duração assim como o

tamanho dos animais difere geograficamente, principalmente de acordo com a temperatura da água (New & Valenti, 2010).

Algumas espécies de *Macrobrachium* têm preferência por rios de águas claras, enquanto outros, incluindo *M. rosenbergii*, são encontrados com frequência em águas turvas (New & Singholka 1985). Durante o dia camarões adultos tentam se abrigar em locais sombreados (Karplus & Harpaz, 1990), enquanto à noite eles são mais ativos (Ling & Merican, 1961; Ling, 1969; Nakamura, 1975). Os juvenis apresentam maior atividade de natação no período noturno, provavelmente para explorar recursos alimentares pelágicos (Scudder et al., 1981).

No Brasil, *M. rosenbergii* foi introduzido em 1977, no Estado de Pernambuco, com a importação de pós-larvas da África (Iketani et al., 2011). A predominância é do monocultivo, e alguns projetos de policultivo com tilápia do Nilo foram implantados (Valenti, 2002). Sua ocorrência foi registrada em ambiente natural nos Estados do Pará (Barros & Silva, 1997; Cintra et al., 2003), do Espírito Santo (Valenti & New, 2000), São Paulo (Bueno et al., 2001; Magalhães et al., 2005), Paraná (Gazola-Silva et al., 2007) e Maranhão (I3N-Brazil, 2009).

Esta espécie apresenta fácil adaptabilidade aos diferentes habitats e, por isso, permite aos produtores utilizarem variadas condições de cultivo. Porém, a transição do ambiente selvagem para um ambiente de cultivo pode envolver mudanças que acarretam incidências patológicas, tais como aumento da densidade de estocagem, frequente degradação dos ambientes de cativeiro, mistura de populações com diferentes origens genéticas e manipulação (Chevassus & Dorson, 1990; Pinheiro et al., 2007). Já em 1995, Castagnolli apontava a existência de alguns problemas na aquicultura brasileira, entre eles, a falta de organização do sistema de transferência de tecnologia, a distribuição dos

produtos pesqueiros, a carência no desenvolvimento, assim como a falta de pesquisa aplicada.

Segundo Arruda & Silva (2007), a Etologia Aplicada, o estudo do comportamento aplicado aos sistemas de produção embasado em conceitos teóricos e testes fundamentados em experiências, pode ser utilizada como uma ferramenta. para aprimorar as técnicas já conhecidas, assim como desenvolver novas práticas nos cultivos e criações em geral. O estudo do comportamento (Jensen, 2009) deve ser utilizado para obtenção do sucesso no manejo, fazendo-se necessário um amplo conhecimento sobre a espécie a ser cultivada. A utilização da etologia aplicada permite a compreensão das atividades nas quais os animais se envolvem, como locomoção, limpeza, reprodução, cuidado, comunicação, possibilitando maiores taxas de sobrevivência e melhor adaptabilidade ao ambiente de cativeiro.

A etologia aplicada tem sido utilizada no estudo de vertebrados, como saguis (Yamamoto et al., 1996; Araújo et al., 2000), pássaros (Whittaker et al., 2013), galinhas (Chen & Bao, 2012; Orsag et al., 2012; Riber, 2012), bovinos (Russi et al., 2011; Bourguet et al., 2011; Dippel et al., 2011; Dodzi & Muchenje, 2011) e porcos (Jensen et al., 2010; Samarakone & Gonyou, 2009), assim como invertebrados como caranguejos (Donaldson & Adams, 1989; Mann et al., 2007).

Pesquisas foram realizadas com camarões, entre elas, o estudo do comportamento de *L. vannamei* em diferentes substratos (Santos et al., 2013), o comportamento alimentar de *M. rosenbergii* em fase larval (Barros & Valenti, 1997), de *L. vannamei* (Pontes & Arruda, 2005a e b) e de *F. subtilis* (Silva et al., 2012), a descrição do padrão de atividade de *L. vannamei* ao longo do dia (Pontes, 2003), o padrão do seu deslocamento nas fases de claro e escuro (Pontes, 2006). Também efeitos da densidade populacional sobre o comportamento em *L. vannamei* (Ferreira, 2006) e em *M. rosenbergii* (Valenti et al., 1993; Moraes-Valenti et al., 2010; Nhan et al., 2009).

Para o estudo do comportamento animal, a construção de um Etograma é a primeira etapa a ser realizada. Por definição, etograma é um inventário de categorias comportamentais de uma espécie, acompanhado de suas respectivas descrições (Freitas & Nishida, 2007; Lehner, 1996). Após construído o etograma, pode-se elaborar hipóteses acerca do comportamento do animal e realizar pesquisas para testar a aceitação ou rejeição de hipóteses formuladas.

Nos estudos sobre o comportamento de *M. rosenbergii*, Barki et al. (1991a) foram pioneiros, ao definirem um etograma para comportamentos agonísticos nos três diferentes morfotipos de macho adulto. Mesmo assim, ainda não se tem registro para outras fases de vida da espécie.

O estudo de camarões tem sido bastante explorado, porém muito pouco na transição entre as fases de pós-larvas e juvenil. O desenvolvimento de mais pesquisas nesse sentido pode auxiliar no melhoramento das técnicas do cultivo, que geram informações específicas, tais como, os horários e a quantidade ideal para oferta alimentar (evitando desperdícios), a complexidade do ambiente do viveiro (presença ou não de abrigos para reduzir a agressão e injúrias), a densidade ótima (para reduzir a competição), dentre outros aspectos importantes.

Vários aspectos devem ser analisados para obter um cultivo promissor, tais como salinidade, dieta, temperatura da água, taxa de nutrientes na água, aeração, e a densidade de estocagem. Altas densidades populacionais podem provocar alterações nos cultivos que levem a condições impróprias como baixas taxas de crescimento e altas taxas de mortalidade, por exemplo. Várias pesquisas verificaram que a densidade do cultivo regula o crescimento (Valenti, 1993; Coman et al., 2004; Arnold et al., 2005; Araneda et al., 2008; Krummenauer et al., 2010;) e a mortalidade dos animais (Ray & Chien, 1992; Coman et al.,

2004; Pérez-Castaneda & Defeo, 2005; Ferreira, 2006; Araneda et al., 2008; Krummenauer et al., 2010).

Pesquisas acerca das consequências da densidade de estocagem nas diferentes fases de desenvolvimento dos camarões são de grande importância para o cultivo. Para uma compreensão geral a respeito dos diferentes impactos que esse importante fator pode acarretar sobre o cultivo e as condições físicas e fisiológicas dos camarões, estudos nessa área devem abordar vários aspectos, como o comportamento, a integridade física, o crescimento, as taxas de sobrevivência e de mortalidade, assim como a taxa de conversão alimentar.

Na carcinicultura como um todo, a baixa sobrevivência em altas densidades pode ser ocasionada por diversos fatores como baixa qualidade da água (Foss et al., 2006), por um aumento nas interações comportamentais negativas (Arnold et al., 2006) e por uma maior taxa de transmissão de doenças (Kautsky et al., 2000; Reis, 2008; Walter & Winton, 2010).

Resultados de Coman et al. (2007) envolvendo a espécie *Penaeus monodon*, indicaram que o peso dos camarões fêmea, a percentagem de desova e a quantidade de náuplios por desova, foi significativamente maior em baixas densidades do que em altas (densidade padrão utilizada para esta espécie). Briggs (1991) testou o efeito de diferentes densidades de estocagem em pós-larvas da mesma espécie, e registrou menores taxas de crescimento individual e sobrevivência em altas densidades.

Fonseca et al. (2009), fizeram observações sobre o efeito da densidade de estocagem no cultivo de *Litopenaeus vannamei* em água doce e registraram que em altas densidades os camarões apresentaram menor ganho de peso e comprimento, em comparação às menores densidades. Coman et al. (2004), testando diferentes densidades em juvenis de *Penaeus japonicus*, relataram que a taxa média de crescimento foi mais

rápida em baixas densidades. Por outro lado, estudos de Marques et al. (2000) indicaram que no cultivo de berçário em sistema de gaiolas para *M. rosenbergii*, a utilização de alta densidade parece ser viável, pois não houve diferenças significativas entre as taxas de sobrevivência. Estes resultados corroboraram os de Marques et al. (2010) e (2012) para a espécie *Macrobrachium amazonicum*.

Pesquisas têm mostrado que as larvas de *M. rosenbergii* apresentaram uma elevada resistência a altas concentrações de amônia, nitrito e nitrato (Valenti & Mallasen, 2002) e suportaram elevadas densidades de estocagem (Valenti, 2002). Porém tanto para *M. rosenbergii* como para outras espécies de camarão, os comportamentos tanto na fase larval quanto na fase juvenil ainda não estão bem descritos.

Não se sabe quais fatores podem influenciar diretamente na apresentação dos comportamentos e, se estes promovem um bom desenvolvimento dos animais ou não, dependendo das condições do cultivo. Existe a necessidade de mais pesquisas utilizando a etologia aplicada como ferramenta para definir os melhores parâmetros físicos, químicos e biológicos no intuito de melhorar o ambiente de cultivo para a fase de pós-larva (Arruda & Silva, 2007).

Marques et al. (1996) registrou para o cultivo de pós-larvas de *M. rosenbergii* em gaiolas com baixas densidades (50 e 100 PL m<sup>-2</sup>) um melhor crescimento e sobrevivência do que os relatados na literatura para pós-larvas cultivadas em tanques de concreto, ou seja, aumento da densidade de estocagem resultou em uma redução significativa no crescimento, mas não houve diferenças significativas na sobrevivência. Isso encoraja a utilização de maior densidade populacional, a fim de reduzir o número e o tamanho das gaiolas para esta fase de vida.

Estes resultados indicam que altas densidades podem ser utilizadas em cultivos de berçários, sem influenciar significativamente na sobrevivência dos indivíduos, o que não

implica dizer que não afeta os comportamentos apresentados pelas pós-larvas, seja em altas ou em baixas densidades. Neste caso, tanto a densidade de estocagem como o ambiente (gaiola *versus* tanque de concreto) tiveram efeito no crescimento e sobrevivência dos animais. Isso levanta mais uma questão importante no ambiente de cultivo: a complexidade de habitat, fator que também influencia o comportamento dos camarões.

Estudos posteriores de Marques et al. (2000) que avaliaram densidades diferentes em duas fases (a primeira fase com pós-larvas de *M. rosenbergii* de 20 dias; e a segunda fase com pós-larvas de 60 dias) comprovaram a relação inversa entre peso médio final e o aumento da densidade. A sobrevivência também foi maior em baixas densidades, mas apenas para a primeira fase.

Entretanto fazem-se necessárias mais pesquisas sobre *M. rosenbergii*, para que sejam desenvolvidas vias alternativas dentro da atividade da carcinicultura, contribuindo para o melhoramento do setor comercial (maior lucratividade), podendo minimizar os impactos ecológicos relacionados à utilização de espécies exóticas e à descarga de nutrientes.

O conhecimento do desenvolvimento das atividades comportamentais da espécie *Macrobrachium rosenbergii* na fase inicial de juvenil, em duas densidades de estocagem, pode ser aplicado na melhoria das condições de cultivo. Compreender melhor os aspectos próprios da espécie será benéfico tanto para o produtor quanto para o animal, com maiores taxas de crescimento e sobrevivência no manejo.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar as atividades comportamentais da espécie de camarão *Macrobrachium rosenbergii* na fase juvenil em diferentes densidades de estocagem, nas fases do ciclo de luz.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever as atividades comportamentais dos animais nas diferentes densidades de estocagem.
- Verificar o efeito do ciclo de luz sobre a frequência dos comportamentos nas diferentes densidades de estocagem.
- Verificar a influência da oferta de alimento sobre a frequência dos comportamentos nas diferentes densidades de estocagem.

## 3 HIPÓTESES E PREDIÇÕES

**Hipótese 1:** Densidades de estocagem diferentes geram variações nas atividades comportamentais de indivíduos de *M. rosenbergii*.

Predição 1a: Camarões submetidos a altas densidades de estocagem apresentarão maior frequência de comportamentos agonísticos.

Predição 1b: Camarões submetidos a altas densidades de estocagem apresentarão maiores taxas de canibalismo.

**Hipótese 2:** Camarões submetidos a densidades de estocagem diferentes modificam suas atividades comportamentais influenciados pelo ciclo de luz.

Predição 2a: Durante a fase de claro os camarões submetidos a altas densidades de estocagem apresentarão maior frequência de atividades comportamentais que gerem menor exposição.

Predição 2b: Durante a fase de escuro os camarões submetidos a altas densidades de estocagem apresentarão maior frequência de atividades comportamentais que gerem maior exposição.

**Hipótese 3:** Camarões submetidos a densidades de estocagem diferentes modificam suas atividades comportamentais influenciados pela oferta de alimento.

Predição: Em presença do alimento os camarões submetidos a altas densidades de estocagem apresentarão maior frequência de atividades comportamentais que gerem maior exposição.

## 4 MATERIAL E MÉTODO

### 4.1 LOCAL DE ESTUDO

Esta pesquisa foi realizada em três etapas, sendo a primeira para a construção do etograma. Nas etapas 2 e 3 foram realizadas observações sob diferentes densidades de estocagem. Todas as etapas ocorreram no Laboratório de Estudos do Comportamento de Camarão, pertencente ao Departamento de Fisiologia da UFRN.

O laboratório foi dividido em salas distintas, cada uma com sistema de luz artificial e fotoperíodo controlado por timer, possibilitando a observação dos animais em ambas às fases do ciclo. Na sala 1, a fase de claro ocorreu das 07:00 h às 19:00 h (Figura 1), e a fase de escuro ocorreu das 19:00 h às 7:00 h. Na sala 2, o ciclo foi invertido, sendo a fase de escuro das 07:05 h às 19:05 h (Figura 2) e, a fase de claro das 19:05 h às 07:05 h.

As observações na fase de escuro foram realizadas a partir da iluminação existente em cada aquário, consistindo em 1 lâmpada incandescente vermelha de 15 watts, que possibilitava a visualização dos animais pelo observador e, que segundo Hindley (1975) e Pontes & Arruda (2005) não interfere no comportamento exibido pelos animais.



Figura 2: Sala 1, onde foram feitas as observações da fase de claro.

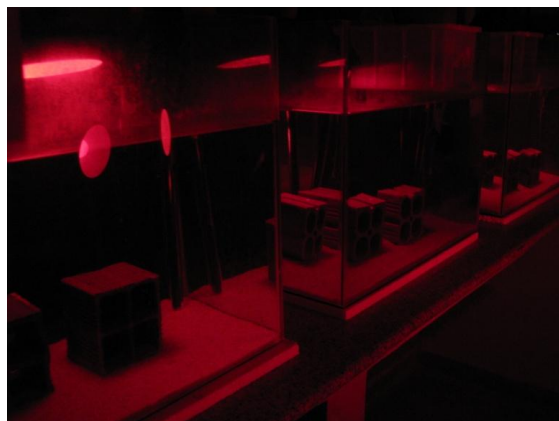


Figura 3: Sala 2, onde foram feitas as observações da fase de escuro.

## 4.2 MATERIAL BIOLÓGICO

O experimento foi desenvolvido com a utilização de juvenis de camarões da espécie *Macrobrachium rosenbergii*, com 30 dias de cultivo, oriundos de tanques berçários presentes na Escola Agrícola de Jundiá (EAJ), Campus da UFRN em Macaíba/RN.

Todos os animais do presente estudo pesaram e mediram, em média,  $\pm 0,2$  g e  $\pm 1,5$  cm, respectivamente. Todos os animais foram pesados e medidos no início e no final do experimento, para efeitos de comparações ao término da coleta de dados. O período de adaptação foi de 10 dias, no período que antecedeu o início da coleta de dados.

## 4.3. METODOLOGIA

Foram utilizados 8 aquários com dimensões de altura, largura e comprimento, respectivamente: 40 cm X 30 cm X 50 cm, contendo três centímetros de areia de granulometria média (Wentworth, 1922) como substrato. Foram utilizados 2 tijolos, cortados em 4 pedaços iguais com dimensões de altura, largura e comprimento, respectivamente: 9 cm X 19 cm X 19 cm como abrigos, sendo dois pedaços distribuídos em cada aquário (Foto 3).

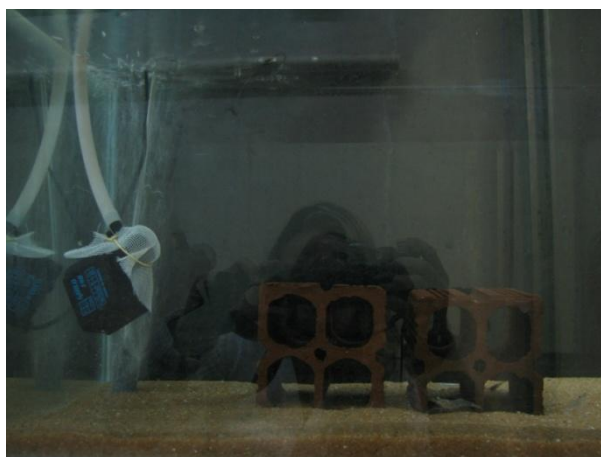


Figura 4: Dois abrigos utilizados em cada aquário.

Cada aquário foi mantido com aeração constante e filtração contínua através de mídias filtrantes biológicas em mini-tubos, areia, lã de vidro e carvão vegetal. Os aquários foram submetidos ao ciclo de 12h claro e 12h escuro, tendo 30% da água trocada uma vez por semana.

Durante os experimentos, os animais foram alimentados com ração comercial para camarões marinhos com 40% de proteína bruta, em quantidade diária equivalente a 6% da biomassa do aquário. O alimento foi ofertado duas vezes ao dia, 1 e 7 horas após a mudança de fase do ciclo de luz, imediatamente após o início das observações. O alimento era lançado na água e não era retirado após as observações.

A temperatura da água foi mantida constante (27°C) pela utilização de termostatos. A amônia, o pH e o oxigênio dissolvido foram medidos semanalmente (todo primeiro dia da semana, durante 4 semanas) com kits de análise. Todos os parâmetros apresentaram valores constantes durante a execução dos experimentos, conforme quadro abaixo:

Quadro 1:

<b>Parâmetros</b>	<b>Valores</b>
Amônia	0,004 ppm
pH	7,5
Oxigênio Dissolvido	> 4,0 ppm

#### **4.3.1. DENSIDADE DE ESTOCAGEM**

Foram utilizadas duas densidades de estocagem no presente estudo:

- 25 animais m<sup>-2</sup>, sendo 4 animais em cada aquário, totalizando 32 animais na segunda etapa do experimento.
- 40 animais m<sup>-2</sup>, sendo 6 animais em cada aquário, totalizando 48 animais na terceira etapa do experimento.

#### **4.4. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL**

##### **4.4.1. OBSERVAÇÕES**

###### **4.4.1.1 ETOGRAMA**

Na primeira etapa foi realizada a construção do etograma para a definição das categorias comportamentais a serem registradas no estudo. Foram utilizados 16 animais de 30 dias de vida, pesando em média  $\pm 0,2$  g, transferidos de tanques berçários da EAJ, em quatro aquários (30 cm X 30 cm X 20 cm) na fase de claro. As pós-larvas passaram por um período de adaptação às condições artificiais com duração de dez dias antes do início das observações.

Os animais foram observados pelo método *ad libitum* (Freitas & Nishida, 2007), sendo registrados todos os comportamentos realizados pelos animais em duas janelas diárias de 15 minutos, uma com oferta de alimento (1 hora após o a mudança de fase do ciclo de luz), e outro sem oferta de alimento (7 horas após a mudança de fase). Esta etapa ocorreu durante 4 semanas, por 4 dias na semana.

#### 4.4.1.2 REGISTRO COMPORTAMENTAL

Nas etapas seguintes, cada aquário foi observado durante 15 minutos, 4 vezes ao dia (Figura 3), totalizando 8 horas diárias de observação. As observações ocorreram 1h, 4h, 7h e 10h após a mudança de fase do ciclo de luz.

Antes do início das observações, foram registradas as localizações dos animais dentro ou fora do abrigo, a mortalidade e a integridade das quelas. Nos primeiros cinco minutos de observação, o método empregado foi a **Amostragem Comportamental** (Freitas & Nishida, 2007; Lehner, 1996). Este método foi utilizado devido à ocorrência dos comportamentos observados ser tão rápida, a ponto de inviabilizar o registro através de um método que não fosse contínuo. Nesse processo, foi registrado sempre que qualquer animal realizou algum dos comportamentos descritos abaixo:

- Entrada/Saída do Abrigo: registro da frequência que os animais entram e saem do abrigo durante os primeiros cinco minutos de observação.

- Obtenção do alimento: registro do local no qual o animal capturou o alimento, se na coluna d'água ou no substrato.

- Agonismo: foi registrado a partir de quatro unidades comportamentais que foram: afastamento por aproximação, ataque, perseguição e canibalismo.

Nos 10 minutos seguintes, foi empregado o método **Scan** (Freitas & Nishida, 2007; Lehner, 1996), com registros a cada um minuto, sendo registrados os comportamentos do

total de animais presentes no aquário. Este método foi escolhido devido a grande quantidade de categorias comportamentais a serem registradas que foram: inatividade, alimentação, exploração, cavação, natação, limpeza e permanência no abrigo.

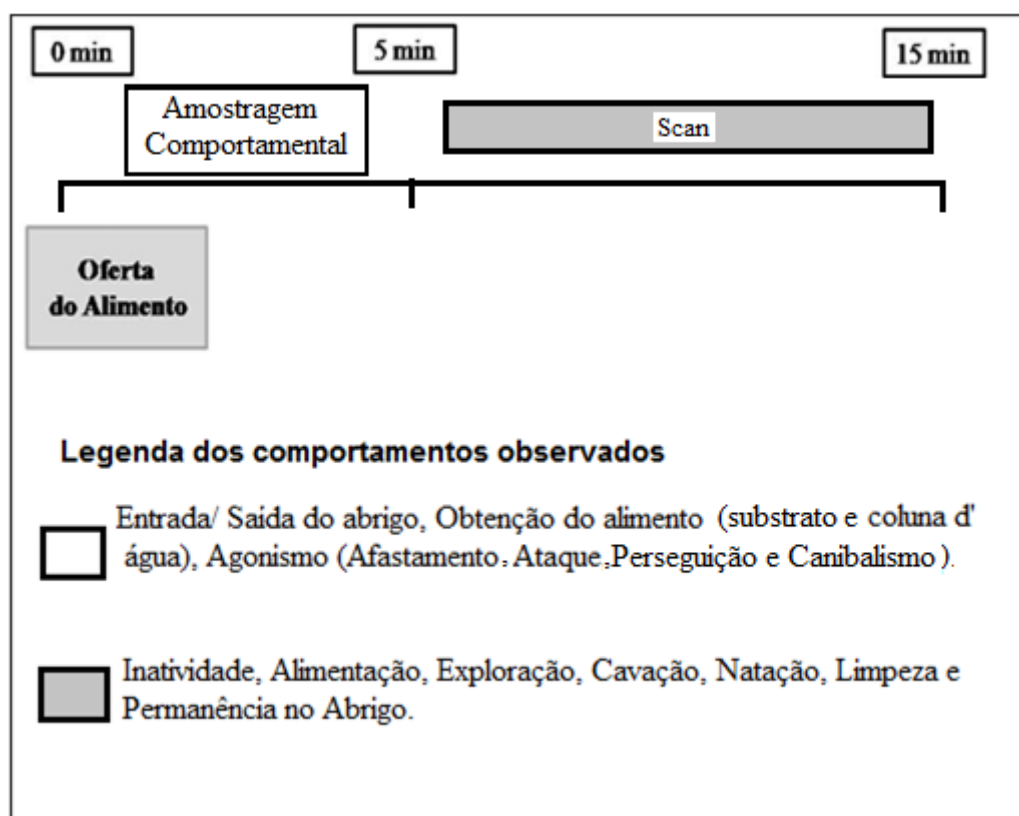


Figura 5: Esquema de metodologia de observação dos aquários nas etapas 2 e 3.

#### 4.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para testar a normalidade dos dados realizou-se o teste de Kolmogorov – Smirnov, resultando na não-normalidade dos dados. Foi utilizado o Modelo Linear Geral (GLM) Univariado com dois fatores (densidade e ciclo de luz), e em função dos dados não serem normais aplicou-se a técnica de reamostragem (bootstrap) com 1000 amostras e intervalo de confiança de 95%. Foram analisadas, separadamente, as observações com ou sem oferta

de alimento nos registros Amostragem comportamental e Scan. O valor da significância foi considerado  $p \leq 0,05$ .

Quando foi verificado o efeito da densidade e do ciclo de luz sobre a localização dos animais antes do início das observações, a variável dependente foi a frequência dos animais dentro e fora do abrigo e, as variáveis independentes foram a densidade e o ciclo de luz.

Quando foi verificado o efeito da densidade e do ciclo de luz sobre as frequências dos comportamentos do registro Amostragem comportamental, considerando a oferta de alimento, as variáveis dependentes foram as frequências dos comportamentos do registro Amostragem comportamental e, as variáveis independentes foram a densidade e ciclo de luz, sendo a planilha dividida por oferta de alimento.

Quando foi verificado o efeito da densidade e do ciclo de luz sobre as frequências dos comportamentos do registro Scan, considerando a oferta de alimento, as variáveis dependentes foram as frequências dos comportamentos do registro Scan e, as variáveis independentes foram densidade e ciclo de luz, sendo a planilha dividida por oferta de alimento.

Quando foi verificado o orçamento de atividade dos animais ao longo do dia, as variáveis independentes foram cada horário de observação (1 a 8) e, a variável dependente foi a frequência dos comportamentos (inatividade, alimentação, exploração, cavação, natação, limpeza e permanência no abrigo). O splitfile para a análise entre as duas densidades (alta e baixa).

Quando foi verificado o ganho de peso dos animais ao longo do experimento, as variáveis independentes foram a densidade (alta e baixa) e o ciclo de luz (claro e escuro) e, as variáveis dependentes foram o ganho de peso e o crescimento.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 ETOGRAMA

De acordo com as observações realizadas, os seguintes comportamentos foram identificados e categorizados, com suas respectivas descrições:

**5.1.1 Inatividade:** o animal não se locomove, e pode apresentar ou não movimento dos apêndices locomotores;

**5.1.2 Alimentação:** o animal ingere total ou parcialmente o item alimentar (grão de ração) ou exúvia;

**5.1.3 Exploração:** o animal introduz e retira continuamente os pereiópodos do substrato, mantendo o cefalotórax numa posição para baixo.

**5.1.4 Cavação:** o animal remove (cava) o substrato utilizando os pereiópodos e através de batimentos rápidos dos pleópodos, promove uma movimentação das partículas da areia, formando uma abertura no substrato, onde o animal pode ficar parado dentro da cavidade formada.

**5.1.5 Natação:** o animal se desloca na coluna de água de forma horizontal, vertical ou em suspensão movimentando os pleópodos.

**5.1.6 Limpeza:** o animal esfrega os pereiópodos em qualquer parte da carapaça.

**5.1.7 Permanência no abrigo:** o animal fica alojado dentro do abrigo, seja inativo, se alimentando ou se limpando.

### 5.1.8 Agonismo:

**5.1.8.1 Afastamento:** deslocamento no sentido contrário à aproximação de outro animal de forma rápida ou lenta.

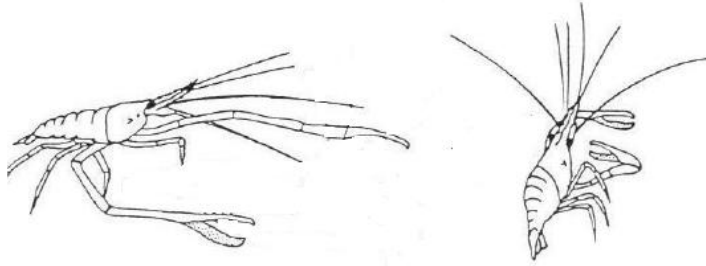


Figura 6: Agonismo em *Macrobrachium rosenbergii* classificado neste estudo como Afastamento (modificado de Barki et al., 1991).

**5.1.8.2 Ataque:** o animal utiliza as quelas para atacar um outro indivíduo, resultando no contato entre eles.

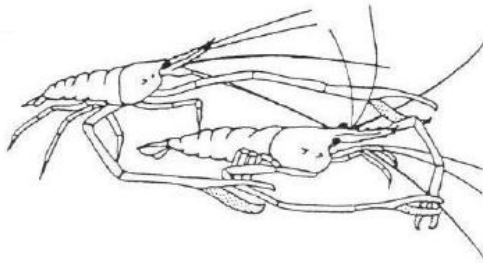


Figura 7: Agonismo em *Macrobrachium rosenbergii* classificado neste estudo como Ataque (modificado de Barki et al., 1991).

**5.1.8.3 Perseguição:** o animal segue um indivíduo, apontando as quelas para alguma parte de seu corpo, porém não ocorre o contato.

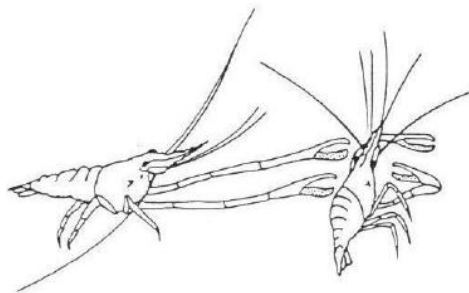


Figura 8: Agonismo em *Macrobrachium rosenbergii* classificado neste estudo como Perseguição (modificado de Barki et al., 1991).

**5.1.8.4 Canibalismo:** o animal se alimenta total ou parcialmente de outro coespecífico.

## **5.2 LOCALIZAÇÃO DOS ANIMAIS ANTES DAS OBSERVAÇÕES: DENTRO E FORA DO ABRIGO.**

O registro dos animais imediatamente antes do alimento ser lançado no aquário, mostrou que os animais permaneceram significativamente mais fora do que dentro do abrigo. Foi significativo o efeito de interação entre o ciclo de luz e a densidade sobre a frequência de animais dentro do abrigo ( $F=49,86$ ;  $GL=1$ , 1020;  $p<0,050$ ), havendo maior quantidade de registros na alta densidade na fase de claro. Ao compararmos a utilização do abrigo em cada uma das densidades, os animais ficaram mais dentro do abrigo na fase de claro. Também foi significativo o efeito de interação entre o ciclo de luz e a densidade sobre a frequência de animais fora do abrigo ( $F=47,07$ ;  $GL=1$ , 1020;  $p<0,050$ ), havendo maior quantidade de registros, na alta densidade na fase escuro (Figura 9).

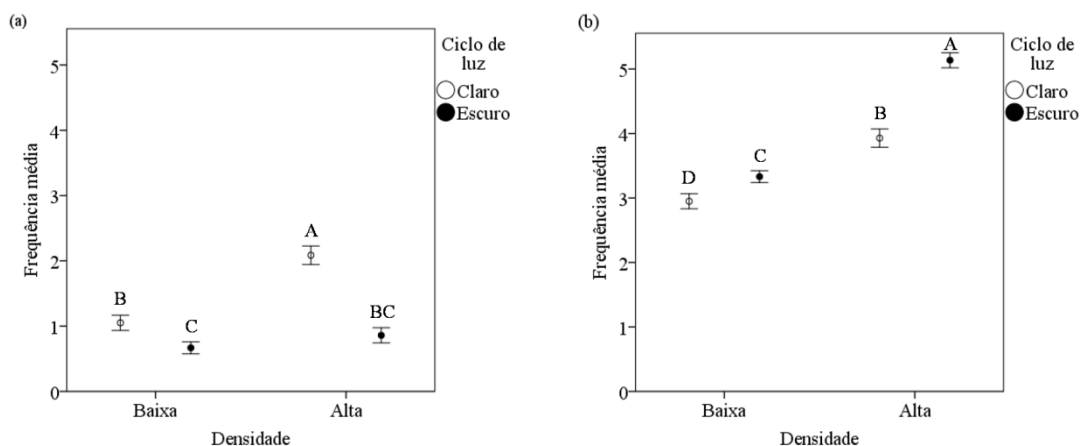


Figura 9: Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de animais (a) dentro e (b) fora do abrigo, em diferentes condições de ciclo de luz (claro *versus* escuro) e densidade (baixa= 25 animais m<sup>-2</sup>; alta= 40 animais m<sup>-2</sup>).

### 5.3 ENTRADA E SAÍDA DO ABRIGO

Foi registrada maior frequência de **entrada no abrigo** pelos animais do que a saída. Na condição com oferta de alimento foi significativo o efeito de interação entre o ciclo de luz e a densidade ( $F=17,60$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior entrada nas duas fases com baixa densidade (25 animais m<sup>-2</sup>) e na fase de claro na alta densidade (40 animais m<sup>-2</sup>) com relação à fase de escuro da alta densidade. Quando não houve oferta de alimento, também foi significativo o efeito de interação entre o ciclo de luz e a densidade ( $F=21,02$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior entrada dos animais no abrigo apenas na alta densidade durante a fase de claro.

Com relação à **saída do abrigo** nos horários com oferta alimentar foi significativo o efeito de interação entre o ciclo de luz e a densidade ( $F=9,38$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo uma frequência significativamente em todas as fases quando comparadas à fase de escuro na alta densidade. Na condição sem oferta de alimento, também foi significativo o efeito de interação entre o ciclo de luz e a densidade ( $F=5,54$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,05$ ), havendo diferença significativa entre a fase de claro na alta densidade com relação à fase de escuro

em ambas as densidades; em baixa densidade foi significativamente mais elevada com relação à fase de escuro na alta densidade (Figura 10).

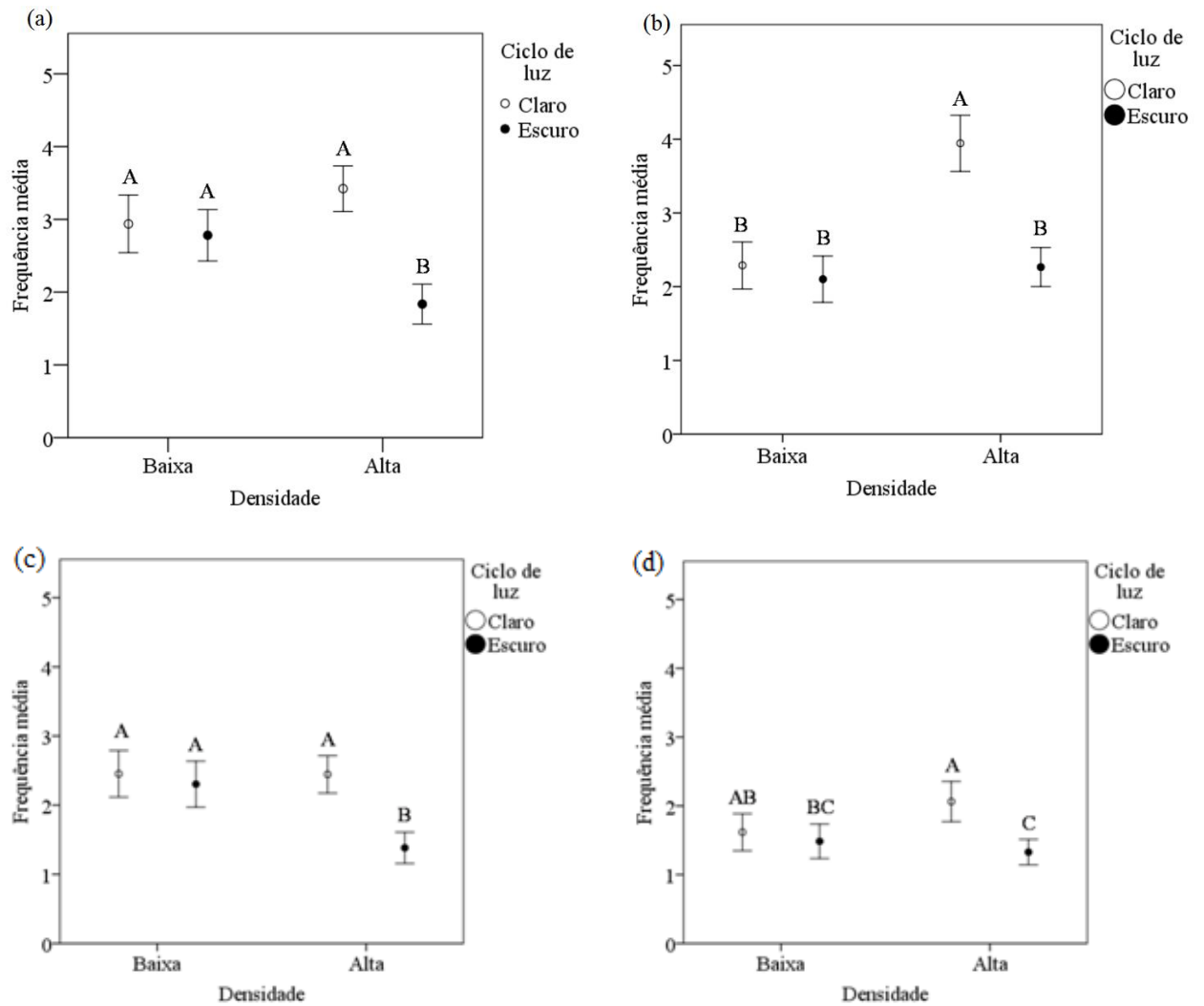


Figura 10. Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de entrada e de saída do abrigo, em diferentes condições de ciclo de luz (claro *versus* escuro) e densidade (baixa= 25 animais m<sup>-2</sup>; alta= 40 animais m<sup>-2</sup>) (a) entrada com oferta e (b) entrada sem oferta de alimento, (c) saída com oferta e (d) saída sem oferta de alimento.

#### 5.4 ALIMENTO COLETADO NO SUBSTRATO E NA COLUNA D'ÁGUA

Os animais coletaram alimento no **substrato** com maior frequência do que na coluna d'água. Na condição com oferta de alimento foi significativo o efeito do ciclo de luz havendo maior coleta de alimento na fase de claro ( $F=12,41$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ); também foi significativo o efeito da densidade ( $F=45,79$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior coleta na alta densidade (40 animais  $m^{-2}$ ) (Figura 11a e 11b).

Na condição sem oferta de alimento, foi significativo o efeito do ciclo de luz ( $F=15,79$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior coleta na fase de claro; também houve o efeito significativo da densidade ( $F=57,68$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior coleta na baixa densidade (25 animais  $m^{-2}$ ) (Figura 11c e 11d).

A coleta de alimento na **coluna d'água**, no geral, foi bastante reduzida. Na condição com oferta de alimento foi significativo o efeito de interação entre ciclo de luz e a densidade ( $F=15,01$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo coleta significativamente mais elevada na alta densidade na fase de escuro; também, na baixa densidade na fase de escuro. Na condição sem oferta de alimento houve apenas o efeito do ciclo de luz, sendo registrada maior frequência de alimento coletado na fase de escuro ( $F=4,70$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ) (Figura 11e e 11f).

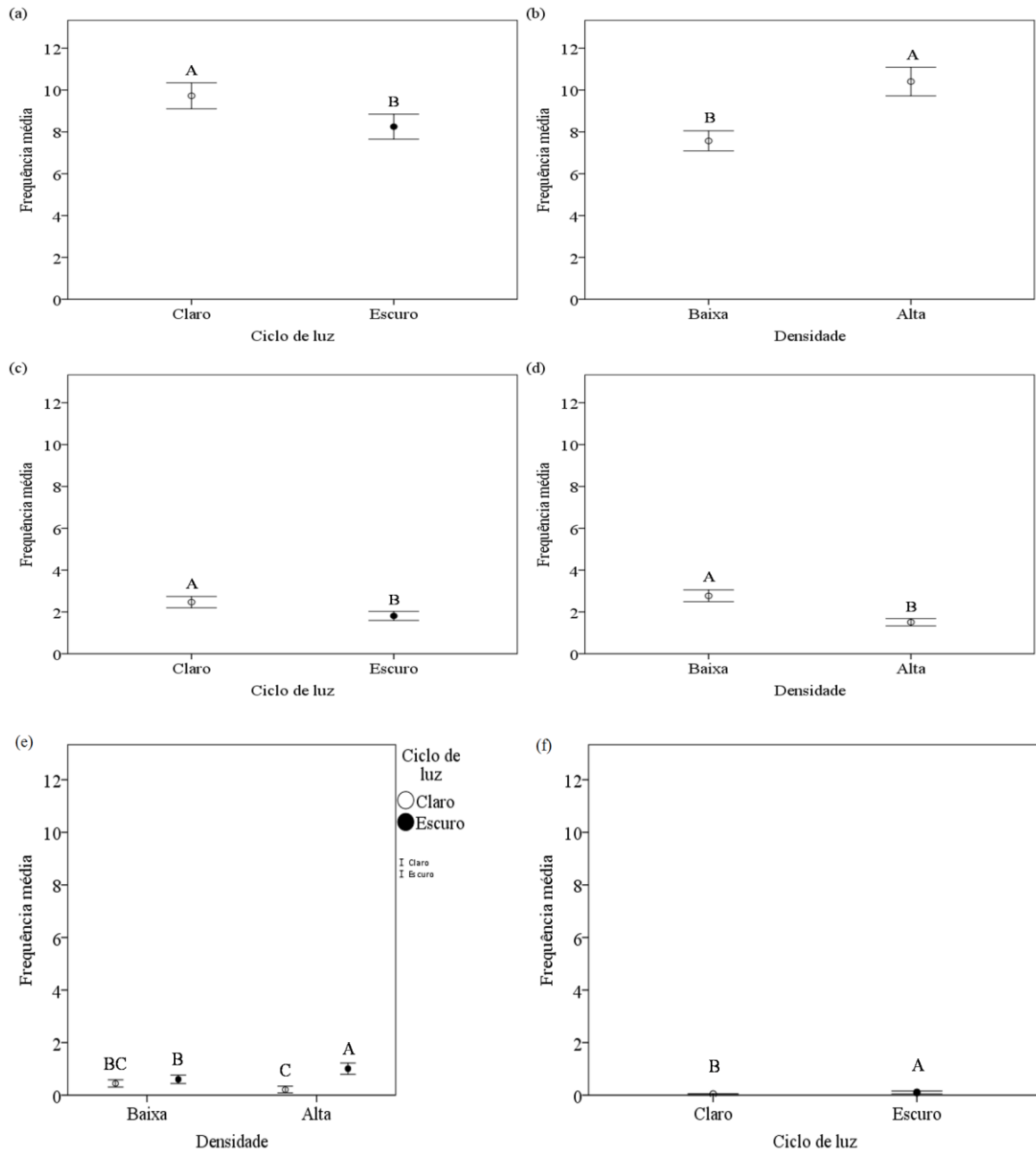


Figura 11. Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de alimento coletado do substrato com oferta (a, b) e (c, d) sem oferta de alimento; na coluna d'água (e) com oferta e (f) sem oferta de alimento, em diferentes condições de ciclo de luz (claro *versus* escuro) e densidade (baixa= 25 animais m<sup>-2</sup>; alta= 40 animais m<sup>-2</sup>).

## 5.5 AGONISMO

### 5.5.1 AFASTAMENTO

Os animais realizaram **afastamento** de maneira significativa somente na condição com oferta de alimento. Foi significativo o efeito do ciclo de luz ( $F=25,00$ ;  $GL=1, 508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior frequência na fase de claro; assim como foi significativo o efeito da densidade ( $F=9,25$ ;  $GL=1, 508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior ocorrência na alta (40 animais  $m^{-2}$ ) (Figura 12).

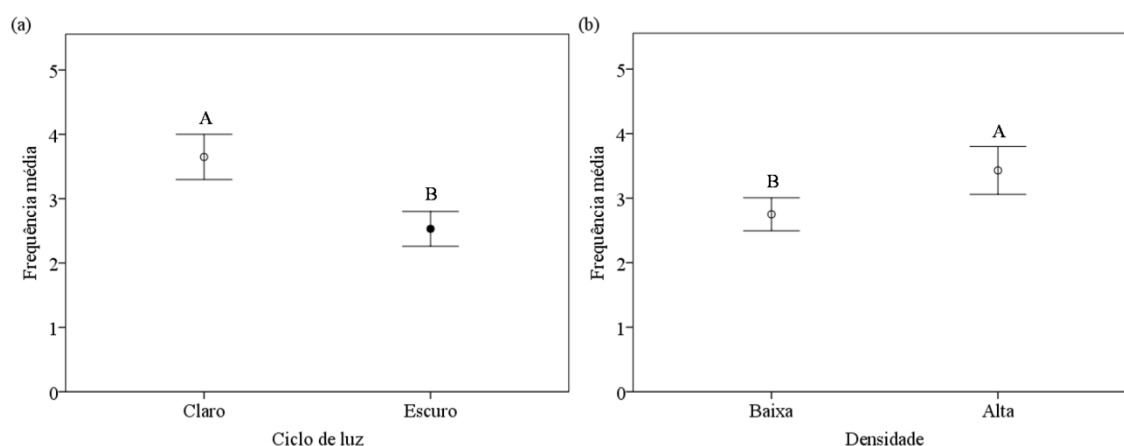


Figura 12. Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de afastamento, em diferentes condições de ciclo de luz (claro *versus* escuro) e densidade (baixa= 25 animais  $m^{-2}$ ; alta= 40 animais  $m^{-2}$ ) (a) e (b) com oferta de alimento.

### 5.5.2 ATAQUE

Os animais realizaram **ataque** com maior frequência na condição com oferta de alimento. Foi significativo o efeito do ciclo de luz ( $F=25,00$ ;  $GL=1, 508$ ;  $p<0,050$ ), havendo mais ataques na fase de claro. Na condição sem oferta de alimento, o perfil foi semelhante quanto ao efeito do ciclo de luz ( $F=6,89$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo mais

ataques na fase de claro; também houve significativo efeito da densidade ( $F=5,01$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo mais ataques na baixa ( $25 \text{ animais m}^{-2}$ ) (Figura 13).

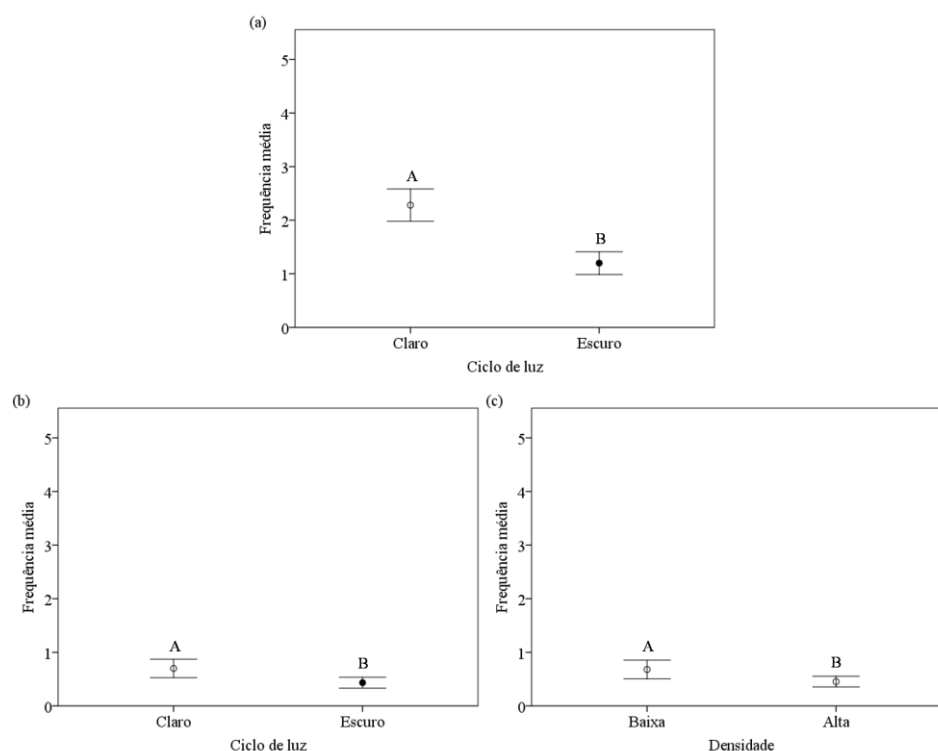


Figura 13. Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de ataque, em diferentes condições de ciclo de luz (claro *versus* escuro) densidade (baixa=  $25 \text{ animais m}^{-2}$ ; alta=  $40 \text{ animais m}^{-2}$ ) com oferta de alimento (a) e sem oferta de alimento (b) e (c).

### 5.5.3 PERSEGUIÇÃO

Foram registrados valores mais elevados de **perseguição** quando houve oferta de alimento. Na condição com oferta foi significativo o efeito de interação entre o ciclo de luz e a densidade ( $F=6,93$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior perseguição na fase de claro na alta densidade ( $40 \text{ animais m}^{-2}$ ). Na condição sem oferta foi significativo somente o efeito da densidade ( $F=4,09$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior perseguição na alta densidade ( $40 \text{ animais m}^{-2}$ ) (Figura 14).

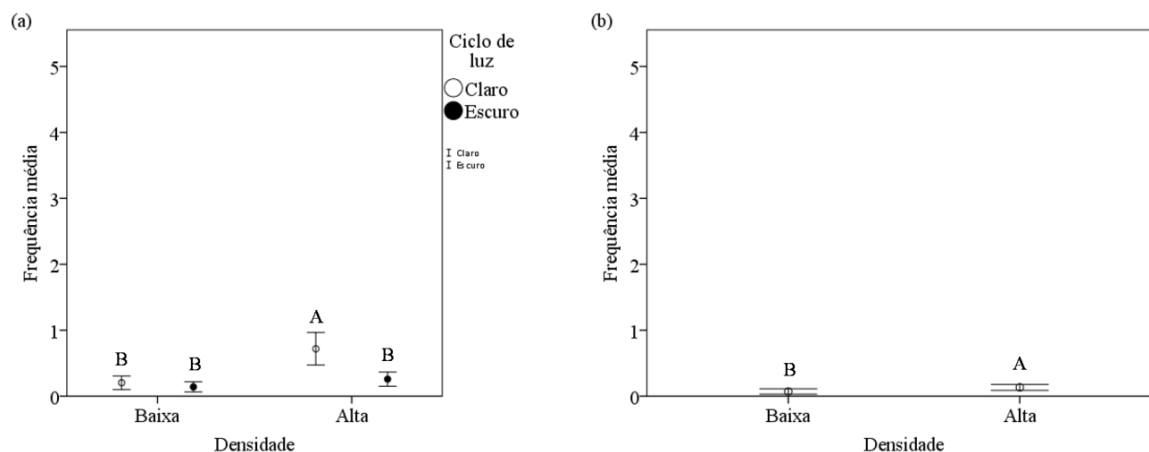


Figura 14. Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de perseguição, em diferentes condições de ciclo de luz (claro *versus* escuro) e densidade (baixa= 25 animais m<sup>-2</sup>; alta= 40 animais m<sup>-2</sup>) (a) com e (b) sem oferta de alimento.

## 6.0 COMPORTAMENTOS DE ACORDO COM OS HORÁRIOS DE OBSERVAÇÃO – ORÇAMENTO DE ATIVIDADES

Para as observações em baixa densidade (25 animais m<sup>-2</sup>) foi significativo o efeito do horário de observação sobre a frequência dos comportamentos (Inatividade, Alimentação, Exploração, Cavação, Natação, Limpeza) ( $F=6,87$ ;  $GL=49,3528$ ;  $p<0,050$ ), exceto o comportamento de Permanência no abrigo. Nos horários com oferta de alimento, tanto na fase de claro quanto na de escuro, o aumento acentuado da alimentação se contrapôs à frequência de registro dos demais comportamentos, em especial exploração, inatividade, cavação e limpeza. Mesmo nos horários sem oferta, foi registrada a alimentação.

Para as observações em alta densidade (40 animais m<sup>-2</sup>) foi significativo o efeito do horário de observação sobre a frequência de todos os comportamentos (Inatividade, Alimentação, Exploração, Cavação, Natação, Limpeza e Permanência no

abrigo) ( $F=16,48$ ;  $GL=49,3528$ ;  $p<0,050$ ). Nos horários com oferta, como registrado na baixa densidade, tanto na fase de claro quanto na de escuro, o comportamento alimentar aumentou acentuadamente ao contrário dos demais, destacando-se a redução acentuada na inatividade, limpeza e permanência no abrigo. Os poucos registros de cavação ocorreram nos horários sem oferta de alimento.

A natação foi registrada de forma mais representativa em todos os horários da fase de escuro, ao contrário da permanência no abrigo e inatividade que tenderam a reduzir principalmente nos horários com oferta de alimento.

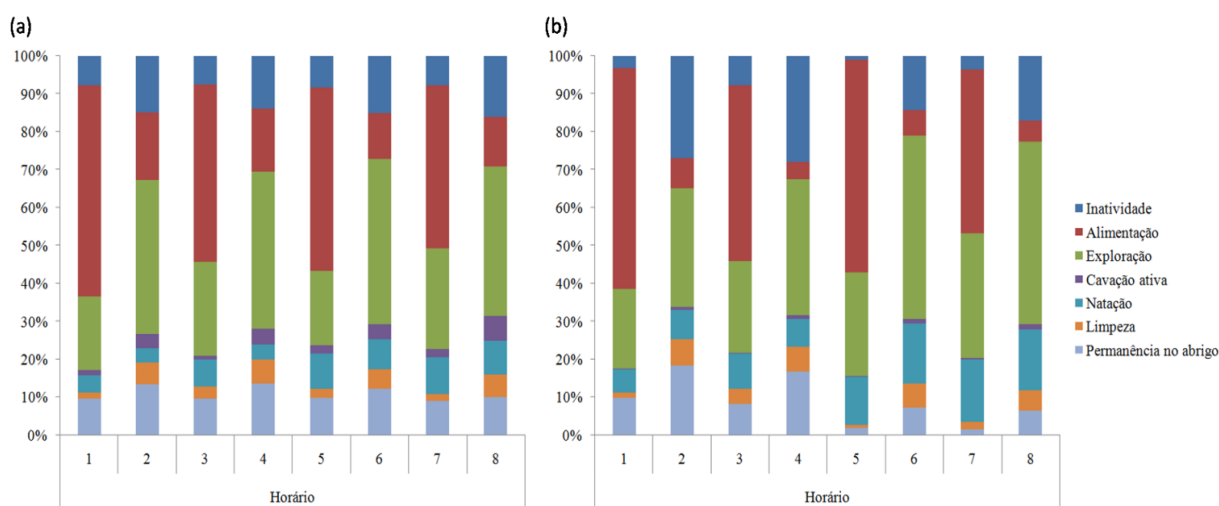


Figura 15. Percentual de frequência dos comportamentos observados no método Scan em baixa densidade (a) e em alta densidade (b); a numeração de 1 a 4 representa as observações na fase de claro; de 5 a 8, as observações na fase de escuro; valores ímpares (1, 3, 5, 7) representam os horários com oferta de alimento; valores pares (2, 4, 6, 8) representam os horários sem oferta de alimento.

## 6.1 INATIVIDADE

A **inatividade** na condição com oferta de alimento sofreu significativo efeito de interação entre o ciclo de luz e a densidade ( $F=10,01$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior

frequência nas duas fases com baixa densidade (25 animais  $m^{-2}$ ) e na fase de claro na alta densidade (40 animais  $m^{-2}$ ) com relação à fase de escuro da alta densidade. Na condição sem oferta de alimento também foi significativo o efeito de interação entre o ciclo de luz e densidade ( $F=66,60$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior frequência na alta densidade (40 animais  $m^{-2}$ ) respectivamente na fase de claro e na fase de escuro com relação às demais (Figura 16).

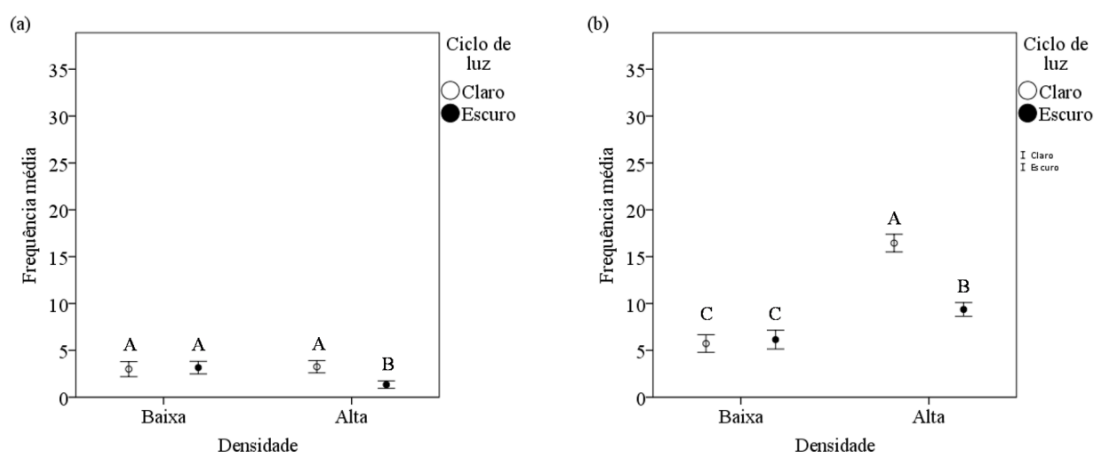


Figura 16. Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de inatividade, em diferentes condições de ciclo de luz (claro *versus* escuro) e densidade (baixa= 25 animais  $m^{-2}$ ; alta= 40 animais  $m^{-2}$ ) (a) com e (b) sem oferta de alimento.

## 6.2 ALIMENTAÇÃO

A **alimentação** na condição com oferta de alimento sofreu significativo efeito de interação entre o ciclo de luz e a densidade ( $F=3,88$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior frequência na alta densidade em ambas as fases do ciclo, sendo a fase de escuro levemente superior à fase de claro. Na condição sem oferta de alimento foi significativo somente o efeito da densidade ( $F=28,95$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior frequência na baixa (25 animais  $m^{-2}$ ) (Figura 17).

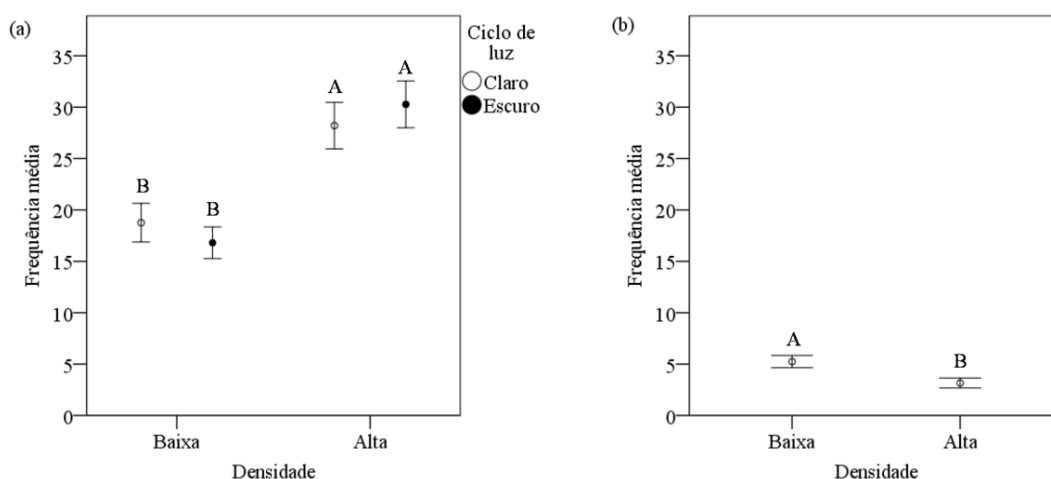


Figura 17. Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de alimentação, em diferentes condições de ciclo de luz (claro *versus* escuro) e densidade (baixa= 25 animais m<sup>-2</sup>; alta= 40 animais m<sup>-2</sup>) (a) com e (b) sem oferta de alimento.

### 6.3 EXPLORAÇÃO

A **exploração** na condição com oferta de alimento sofreu significativo efeito da densidade ( $F=32,12$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior frequência na alta (40 animais m<sup>-2</sup>); também na condição com oferta foi significativo o efeito do ciclo de luz ( $F=5,67$ ;  $GL=1,508$ ;  $p=0,050$ ), havendo maior frequência na fase de escuro. Na condição sem oferta de alimento foi significativo somente o efeito da densidade ( $F=182,73$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior frequência na alta (40 animais m<sup>-2</sup>) (Figura 18).

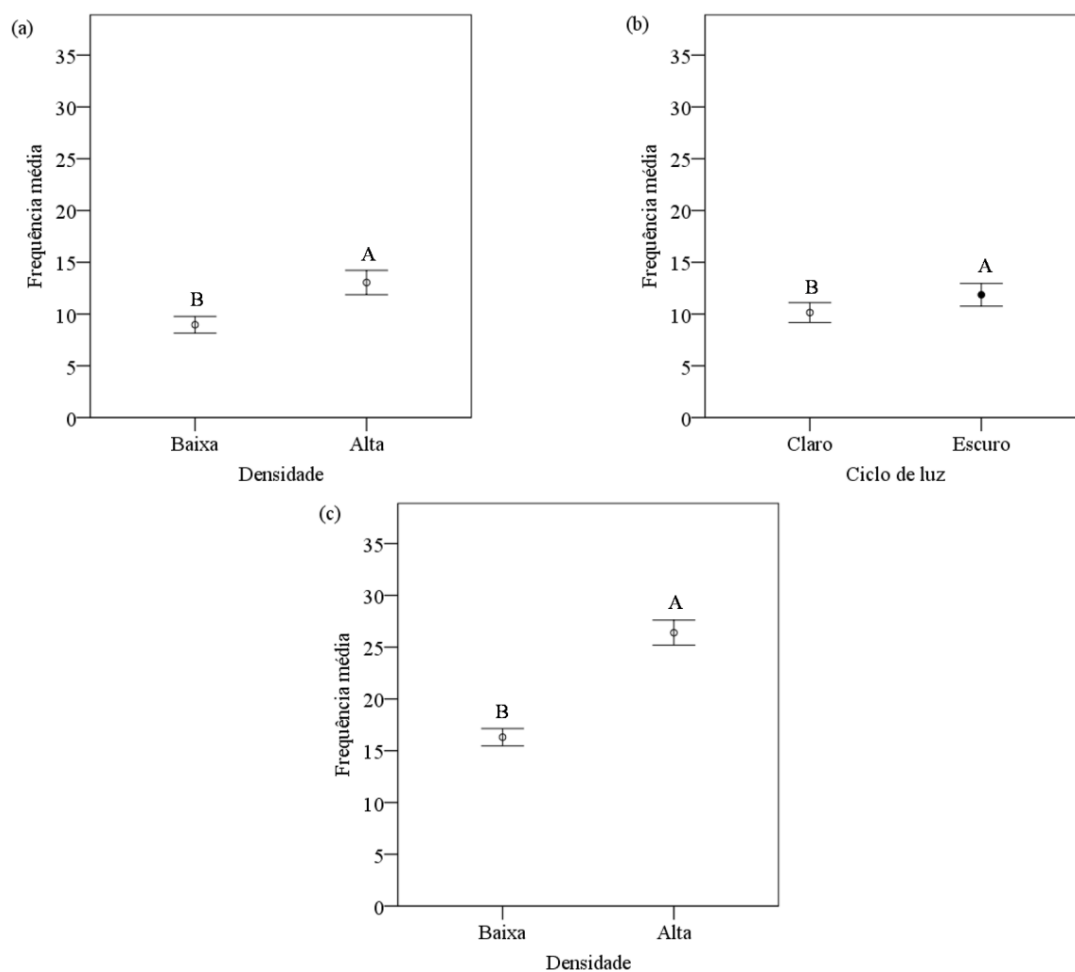


Figura 18. Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de exploração, em diferentes condições de ciclo de luz (claro *versus* escuro) e densidade (baixa= 25 animais m<sup>-2</sup>; alta= 40 animais m<sup>-2</sup>) (a) e (b) com e (c) sem oferta de alimento.

#### 6.4 CAVAÇÃO

A **cavação** na condição com oferta de alimento sofreu significativo efeito do ciclo de luz ( $F=9,04$ ;  $GL=1$ , 508;  $p<0,050$ ), havendo maior frequência na fase de escuro; também na condição com oferta foi significativo o efeito da densidade ( $F=35,62$ ;  $GL=1$ , 508;  $p<0,050$ ), havendo maior frequência na baixa (25 animais m<sup>2</sup>). Na condição sem oferta de alimento foi significativo o efeito do ciclo de luz ( $F=56,46$ ;  $GL=1$ , 508;  $p<0,050$ ), havendo maior frequência na fase de escuro; também na condição sem oferta foi

significativo o efeito da densidade ( $F=4,68$ ;  $GL=1, 508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior frequência baixa (25 animais  $m^{-2}$ ) (Figura 19).

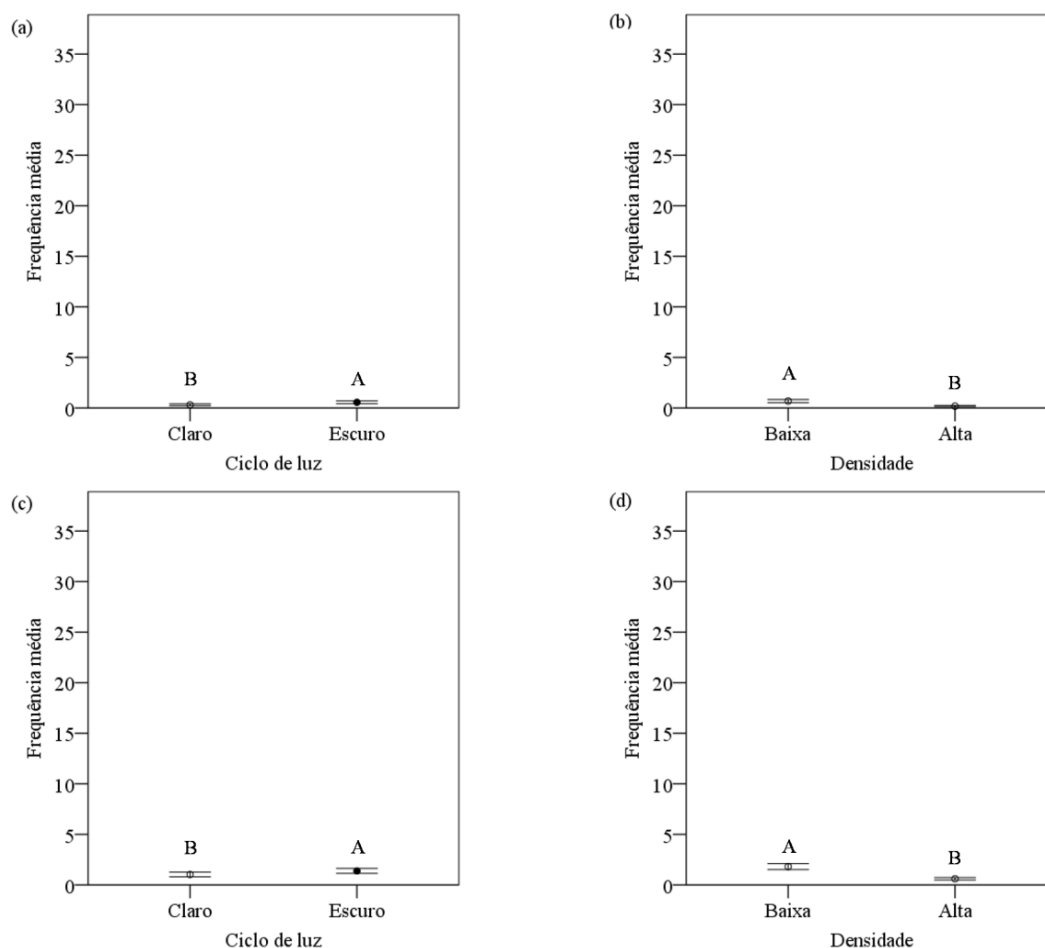


Figura 19. Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de cavação, em diferentes condições de ciclo de luz (claro *versus* escuro) e densidade (baixa= 25 animais  $m^{-2}$ ; alta= 40 animais  $m^{-2}$ ) (a) e (b) com e (c) e (d) sem oferta de alimento.

## 6.5 NATAÇÃO

A **natação** na condição com oferta de alimento sofreu significativo efeito de interação entre ciclo de luz e densidade ( $F=9,60$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior frequência na alta densidade na fase de escuro. Na condição sem oferta de alimento foi

significativo o efeito do ciclo de luz ( $F=36,74$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior frequência na fase de escuro; também na condição sem oferta foi significativo o efeito da densidade ( $F=72,41$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior frequência na alta (40 animais  $m^{-2}$ ) (Figura 20).

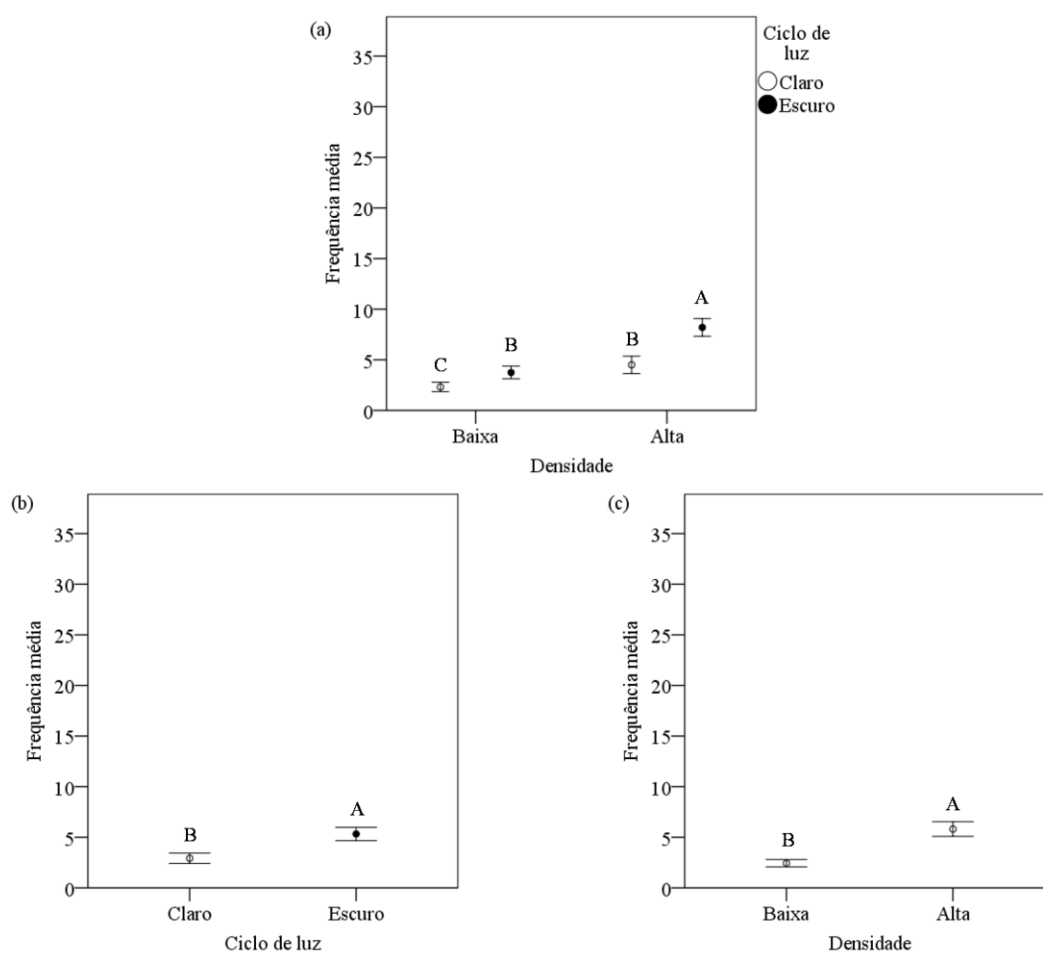


Figura 20. Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de natação, em diferentes condições de ciclo de luz (claro *versus* escuro) e densidade (baixa= 25 animais  $m^{-2}$ ; alta= 40 animais  $m^{-2}$ ) (a) com e (b) e (c) sem oferta de alimento.

## 6.6 LIMPEZA

A **limpeza** na condição com oferta de alimento sofreu significativo efeito somente do ciclo de luz ( $F=6,34$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior frequência na fase de claro. Na condição sem oferta de alimento foi significativo apenas o efeito da densidade ( $F=13,72$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior frequência na alta (40 animais  $m^{-2}$ ) (Figura 21).

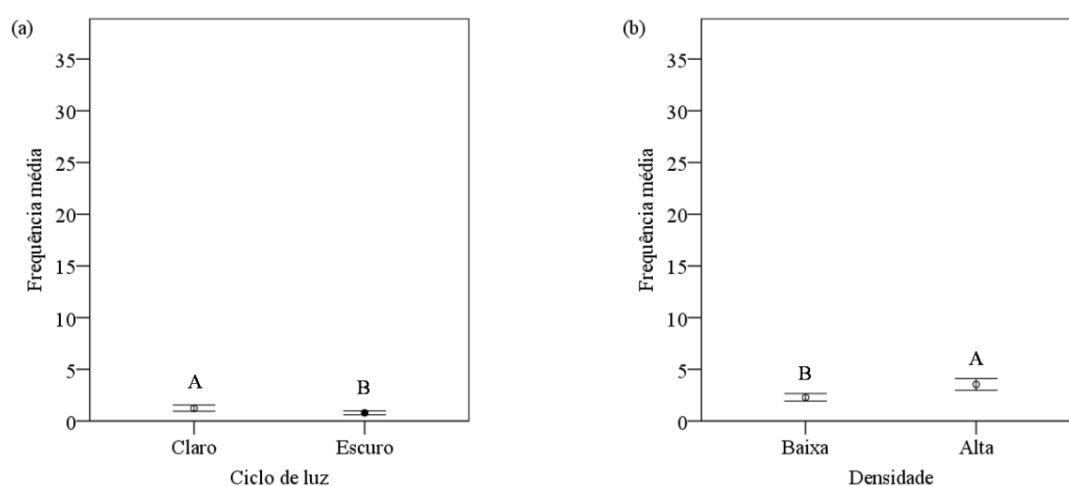


Figura 21. Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de limpeza, em diferentes condições de ciclo de luz (claro *versus* escuro) e densidade (baixa= 25 animais  $m^{-2}$ ; alta= 40 animais  $m^{-2}$ ) (a) com e (b) sem oferta de alimento.

## 6.7 PERMANÊNCIA NO ABRIGO

A **permanência no abrigo** na condição com oferta de alimento sofreu significativo efeito de interação entre o ciclo e a densidade ( $F=20,63$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior frequência na alta (40 animais  $m^{-2}$ ) na fase de claro. Na condição sem oferta de alimento também foi significativo o efeito da interação entre o ciclo de luz e a densidade

( $F=31,48$ ;  $GL=1,508$ ;  $p<0,050$ ), havendo maior frequência na alta (40 animais  $m^{-2}$ ) na fase de claro (Figura 22).

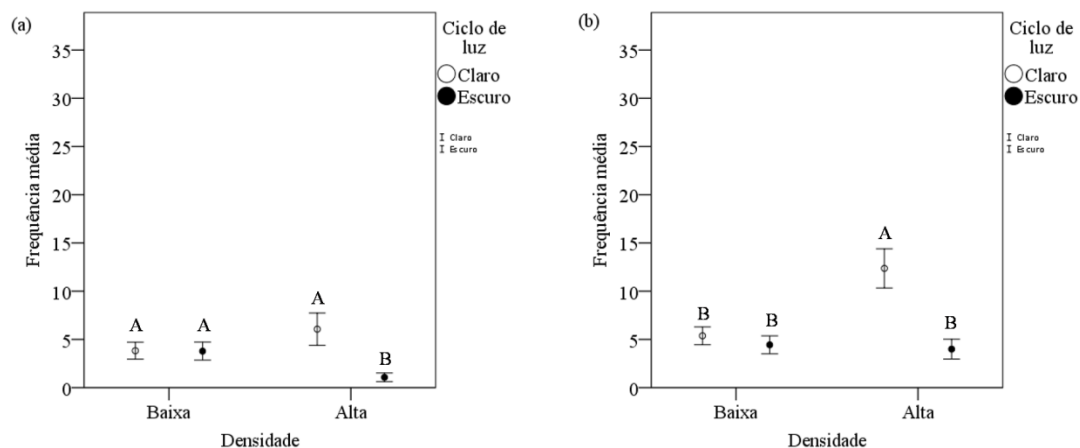


Figura 22. Média estimada e intervalos de confiança de 95% da reamostragem da frequência de permanência no abrigo, em diferentes condições de ciclo de luz (claro *versus* escuro) e densidade (baixa= 25 animais  $m^{-2}$ ; alta= 40 animais  $m^{-2}$ ) (a) com e (b) sem oferta de alimento.

## 7.0 EFEITO DA DENSIDADE SOBRE O GANHO DE PESO E CRESCIMENTO DOS ANIMAIS

Foi significativo o efeito da densidade ( $F=72,81$ ;  $GL=2,59$ ;  $p<0,050$ ) sobre o Ganho de peso ( $F=125,46$ ;  $GL=1,60$ ;  $p<0,050$ ) e o Crescimento ( $F=96,62$ ;  $GL=1,60$ ;  $p<0,050$ ). Para ambas as variáveis, os valores foram mais elevados na densidade baixa quando comparados aos valores na densidade alta ( $p<0,050$ ) (Figura 23).

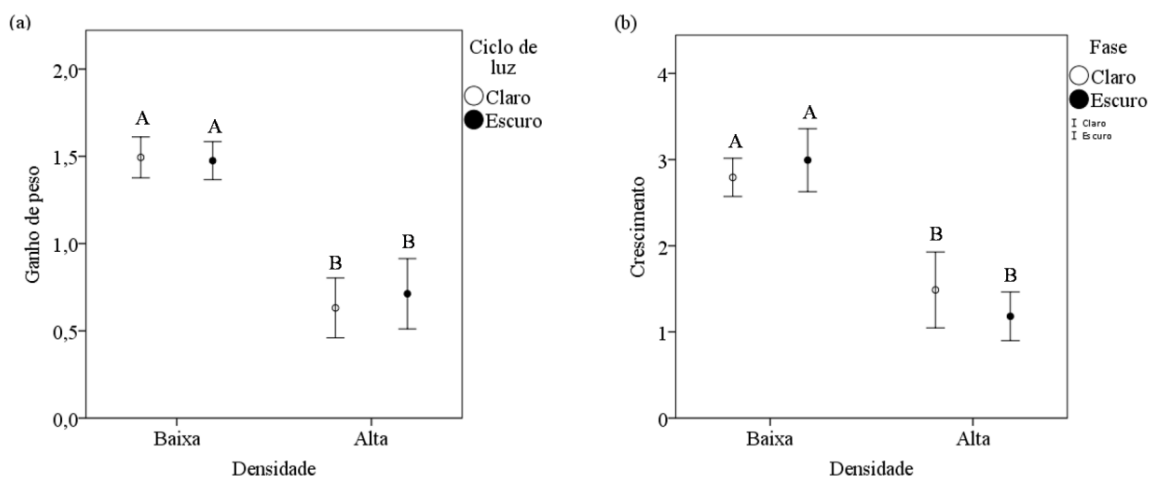


Figura 23. Média e intervalos de confiança de 95% de (a) Ganho de Peso (em gramas) e (b) Crescimento (em cm) em diferentes condições de ciclo de luz (claro *versus* escuro) e densidade (baixa= 25 animais m<sup>-2</sup>; alta= 40 animais m<sup>-2</sup>).

## 8 DISCUSSÃO

São poucos os estudos situados no campo da etologia aplicada sobre variações relacionadas ao repertório comportamental de camarões da espécie *M. rosenbergii* durante os estágios iniciais do desenvolvimento. Nossa pesquisa foi a pioneira em abordar o efeito da densidade de estocagem nos comportamentos apresentados de pós-larvas dessa espécie, sob a influência da oferta alimentar e fases do ciclo de luz.

Existem alguns trabalhos com descrições comportamentais acerca da espécie *L. vannamei* como o realizado por Pontes et al. (2006), que discute sobre o padrão de atividade desta espécie na fase juvenil, em condições laboratoriais, e o de Silva et al. (2012), que estudou o comportamento alimentar do camarão marinho *Farfantepenaeus subtilis*. Há também descrições de categorias comportamentais para camarões machos adultos da espécie *M. rosenbergii*, relacionadas ao agonismo (Barki et al. 1991a). Barros & Valenti (1997) observaram o comportamento alimentar de larvas de *M. rosenbergii* e constataram o mesmo padrão geral a partir do estágio II de desenvolvimento, caracterizado

por captura, apreensão, manipulação, ingestão ou rejeição ao item alimentar, indicando que este processo não sofre variações ao longo desta fase. Para a fase de pós-larva, nenhuma pesquisa sobre descrição comportamental havia sido realizada.

As atividades comportamentais de *M. rosenbergii* recebem influência de vários aspectos relacionados às condições do ambiente no qual estão inseridos tais como: disponibilidade de alimento, densidade populacional, ciclo claro/escuro, temperatura, qualidade da água. A descrição das categorias comportamentais foi norteada por interações entre os animais tanto no momento da oferta alimentar quanto em momentos de disputa pelo abrigo.

Barki et al (1991a) definiram um etograma focado nos comportamentos agonísticos, com 18 expressões divididas em quatro categorias. Essas expressões, quando em alta frequência, ocasionam danos físicos até a morte, sendo sua modulação de imensa importância para o manejo, já que a redução pode ocasionar maiores taxas de sobrevivência.

No presente estudo, o **afastamento** e a **perseguição** foram mais frequentes na alta densidade (40 animais m<sup>-2</sup>) na fase de claro quando houve oferta de alimento. O **ataque** ocorreu em maior frequência também durante a fase de claro, mas na baixa densidade, quando não houve oferta de alimento. Pode-se remeter esse resultado à relação custos *versus* benefícios na tomada de decisão do animal. Para a baixa densidade, realizar o ataque seria menos custoso, do que para a alta densidade, em função da quantidade de animais no aquário. O canibalismo apesar de não ter sido observado, foi registrada a ausência de um indivíduo na alta densidade, que foi repostado, indicando uma provável maior competição na densidade de 40 animais m<sup>-2</sup>.

Resultados de Barki et al. (1991b) a partir de observações durante 3 dias, demonstraram um pequeno número de interações agonísticas diárias para *M. rosenbergii*,

principalmente no segundo e terceiro dias, indicando o estabelecimento de dominância no intervalo do estudo. Provavelmente o tamanho do quelípodo foi importante na determinação da hierarquia de dominância nesta espécie, assim como as mudanças nas interações agonísticas entre os membros do grupo. Em estudo com lagostins *Pacifastacus leniusculus*, Ahvenharju & Ruohonen (2007) observaram que a hierarquia entre os indivíduos existe em vários níveis taxonômicos, aparentemente para evitar lesões graves causadas por atos agressivos entre indivíduos da mesma espécie; esses encontros agonísticos estariam ligados à competição por recursos limitados, tais como alimentos, abrigos e parceiros.

Em nosso trabalho, provavelmente por se tratar de camarões em estágios iniciais do desenvolvimento (5 – 9 semanas de vida), não houve estabelecimento de hierarquia, mas nossos resultados corroboraram os de Barki et al. (1991b) quanto à frequência das expressões comportamentais agonísticas, que foram reduzidas no período noturno, contrastando com o hábito ativo do animal nesta fase (Karplus & Harpaz, 1990). Outro fator preponderante para a não detecção da existência de hierarquia nesta fase de vida, foi não termos feito a marcação dos animais, sendo difícil a percepção de dominância em algum indivíduo em específico. E em relação a densidade, na alta (40 animais m<sup>-2</sup>) provavelmente existiu uma maior competição pelo recurso abrigo e alimento, o que provocou a maior frequência de agonismo.

A questão da complexidade do hábitat (abrigo, substrato) vem ganhando destaque nas pesquisas, pois tem apresentado resultados satisfatórios para o sucesso do cultivo. A introdução de abrigos proporcionou efeitos benéficos sobre o cultivo de *M. rosenbergii*, e esses efeitos podem estar relacionados com o hábito noturno alimentar e agonístico, e comportamento canibalístico do animal (Murthy et al., 2012). Em nosso estudo, não observamos diferença entre os tratamentos no comportamento alimentar nas fases de claro

e escuro. Luchiari et al (2012) testaram a preferência por coloração do substrato e seus efeitos sobre a taxa de crescimento específico (SRG), ingestão alimentar e eficiência alimentar (FE) de *L. vannamei* e constataram que os ambientes com coloração vermelha e amarela melhoram a acuidade visual e a detecção de alimento nessa espécie e, portanto, embasam o fato de que ambientes coloridos podem melhorar a FE e a SRG dos camarões em cultivo. Resultados de Mamun et al. (2010) indicaram que o crescimento de pós-larvas de *M. rosenbergii* melhorou em presença de substratos artificiais, mas não teve efeito sobre a sobrevivência.

A utilização do abrigo foi eficiente no aumento da sobrevivência em lagostas *Panulirus cygnus* (Johnston et al. 2006) e da integridade das quelas em lagostas *Homarus americanus* (Cenni et al. 2010). Figler et al. (1999) utilizaram a presença de abrigos em lagostins *Procambarus clarkii*, e demonstraram a defesa territorial em juvenis tanto machos quanto fêmeas. Sendo de grande importância avaliar a estrutura física, o local de instalação e a disponibilidade dos recursos, para que sua finalidade alcance as expectativas de redução da mortalidade por predação, segundo o estudo de Sosa-Cordeiro et al. (1998) com lagostas *Panulirus argus*.

Nossos resultados demonstraram que os animais ficaram com maior frequência no **abrigo** durante a fase de claro. Isso ocorreu provavelmente em função da evitação à luz. Barr & Elwood (2011) ao analisarem a dor em caranguejos da espécie *Carcinus maenas*, utilizaram como mediadores a luz, abrigos com choques elétricos e morfina, e constataram que os animais tratados com morfina entraram com mais frequência no abrigo mesmo na ocorrência de choque elétrico, do que os tratados com água. Porém ambos entraram no abrigo durante o experimento, indicando que o choque não teve um efeito negativo o suficiente para reduzir significativamente o número de entradas no abrigo. Isso, possivelmente, aconteceu devido à elevada motivação desses animais para evitar a luz.

Ling & Merican (1961) relataram uma maior atividade em *M. rosenbergii* adultos à noite, os quais tendem a ficar em locais mais sombreados durante o dia (Karplus & Harpaz, 1990). Santos et al. (2013) observaram que *L. vannamei* juvenis e adultos encontraram-se frequentemente enterrados na fase de claro, em substratos de sua preferência (granulometria menor: entre 0,0625–0,25 mm), com elevada atividade natatória na fase de escuro. Esses dados corroboram nossos resultados, nos quais tanto nos momentos de ocorrência de oferta quanto de não oferta de alimento, os animais foram registrados dentro do abrigo com maior frequência em ambas as densidades durante a fase de claro, indicando a evitação à luz, enquanto que na fase de escuro a permanência fora do abrigo foi mais expressiva.

Woher et al (2011), em estudo com a espécie de peixe dulcícola *Lota lota*, avaliaram o crescimento em juvenis e adultos utilizando 3 diferentes densidades de estocagem, relacionando os efeitos da disponibilidade de abrigo nos comportamentos de natação e alimentação. A disponibilidade de abrigo teve efeito significativo na expressão dos comportamentos: na condição “muito abrigo” os animais nadaram e se alimentaram com menor frequência. Santos (2013) registrou para *M. rosenbergii*, em populações monossexo macho e mista, maior frequência de entocamento na fase de claro, apresentando uma tendência a preferência por abrigo de cor preta; e em cultivo monossexo fêmea a tendência foi por abrigos de cor vermelha e laranja.

Woher et al (2011) relataram que a atividade de natação na fase de escuro no grupo de baixa densidade foi significativamente menor do que nas demais densidades. Esses resultados corroboraram os nossos, sendo a **natação** um comportamento mais frequente na fase de escuro na alta densidade. Resultados semelhantes foram encontrados por Pontes & Arruda (2005) e Pontes (2006) que constataram a ocorrência do comportamento de natação em *L. vannamei* principalmente na fase de escuro. No estudo de

Pontes et al. (2006) com juvenis, e de Santos et al. (2013) com juvenis e adultos dessa espécie, foi observada uma maior frequência de natação na fase de escuro.

A atividade natatória é uma das principais para a sobrevivência dos organismos aquáticos no ambiente, e variações como temperatura e qualidade da água podem afetar este comportamento (Zhang et al. 2011). Pontes (2006) e Freire et al. (2011) constataram maior frequência de comportamentos de natação na fase de escuro para *L. vannamei* e *Xiphopenaeus kroyeri*, respectivamente.

Lima et al. (2009), em estudo da espécie *L. vannamei*, apontaram que as atividades de alimentação, exploração, natação e inatividade variaram em função da frequência alimentar. O comportamento de natação foi mais frequente em animais submetidos a quatro ofertas alimentares. Mas esta atividade obteve valores mais elevados independente da frequência alimentar, às 18 horas, o único período de observação na fase de escuro, indicando que nesta fase a natação apresenta seus maiores picos. Os animais submetidos a um maior número de ofertas alimentares obtiveram um maior índice de registros de **inatividade**. Em nosso trabalho, na condição com oferta de alimento, a inatividade foi mais frequente na baixa densidade em ambas as fases do ciclo de luz, e na alta somente na fase de claro.

Dall (1986) medindo o metabolismo de camarões *Penaeus esculentus* através do consumo de oxigênio observou uma maior frequência de inatividade na fase de claro, tendo um baixo consumo de oxigênio, e se tornaram mais ativos durante a noite através do comportamento de natação, período no qual o consumo triplicou.

Almut & Bamber (2013) também observaram maior frequência de inatividade na espécie de camarão *Cragon cragon* durante a fase de claro e natação na fase de escuro. Seus resultados demonstraram que o ritmo endógeno dos animais os prepara para atividades noturnas, provavelmente para evitar predadores visuais. Outros fatores também

podem estar envolvidos na dinâmica de atividade/inatividade na vida dos camarões. Segundo pesquisa de Penn (1984), diferentes intensidades de luz podem inibir o movimento de emersão e influenciar as respostas comportamentais dos animais.

A atividade de **alimentação** foi mais frequente na alta densidade tanto durante a fase de claro quanto na fase de escuro quando houve oferta de alimento corroborando estudo de Ferreira (2006). Isso provavelmente aconteceu devido a quantidade e a distribuição do alimento em cada densidade. A oferta foi feita em função da biomassa de cada densidade, e na alta, foi ofertado maior quantidade de alimento que na baixa densidade, e pode ter gerado maior competição intraespecífica. Já na baixa densidade, ocorreu maior frequência de alimentação, quando não houve oferta de alimento, possivelmente devido à menor competição nos horários de não oferta alimentar.

Ferreira (2006) analisando os efeitos do substrato e da densidade populacional sobre as atividades comportamentais de *L. vannamei*, observou que a alimentação foi mais frequente nos horários de oferta de alimento. Nunes et al. (1996) observaram que *F. subtilis* se alimenta tanto durante a fase de claro quanto durante a fase de escuro, o que também está de acordo com nosso estudo. Woche et al. (2011) encontraram resultados semelhantes aos nossos, sendo a alimentação uma atividade com maior frequência na média e alta densidade do que na baixa.

Analisamos dois locais de obtenção do alimento, que foi substrato e coluna d'água. Os animais coletaram alimento com maior frequência no substrato, e isso ocorreu mais na alta densidade na fase de claro nos momentos com oferta e, na baixa densidade também na fase de claro quando não houve oferta alimentar. Já a obtenção do alimento na coluna d'água foi mais frequente quando houve a oferta de alimento, na alta e na baixa densidade na fase de escuro. Isso provavelmente aconteceu devido ao risco que o animal corre ao nadar

para coletar o alimento na coluna d'água, que é bem maior na fase de claro do que na de escuro.

Em relação à **exploração**, Hindley (1975) investigou os efeitos do ciclo de luz (claro-escuro) na locomoção de juvenis *Penaeus merguensis*, e constatou que a atividade locomotora foi maior na fase de escuro. Para o camarão marinho *Palaemon serratus*, Guerao e Ribera (1996) observaram um padrão locomotor com ritmicidade circadiana endógena e máxima atividade noturna. Esses resultados produzem informações sobre o quanto os comportamentos dos camarões podem variar não somente com o ciclo claro/escuro, como também dependem de sua base fisiológica (DeCoursey, 1983), cada espécie apresentando seu padrão comportamental característico. Estudos de Primavera & Leбата (2000) com juvenis de camarões das espécies *Metapenaeus ensis*, *Penaeus latisulcatus* e *Fennerape-naeusmerguensis*, encontraram maiores níveis de atividades durante a fase de escuro. Contrastando com resultados de Ferreira (2006) que encontrou para *L. vannamei* maiores frequências de exploração na fase de claro, nas três densidades de estocagem analisadas, mais especificamente nas primeiras seis horas.

Em nosso estudo a exploração foi mais frequente na maior densidade e na fase de escuro e, o mesmo aconteceu com a alimentação, tornando-os comportamentos complementares. Pontes (2006) relatou que a busca por alimento se dá por exploração do substrato ao longo das 24 horas do dia, sendo mais expressiva durante a fase de claro para *L. vannamei*, mais particularmente, entre 5h e 9h após o acendimento das luzes (Pontes et al. 2006). Pontes & Arruda (2006) verificaram que o comportamento exploratório em *L. vannamei* foi frequente em todos os horários após a oferta de alimento, tanto na fase de claro, quanto na fase de escuro. Silva et al. (2012) também observaram maior frequência de exploração na fase de claro.

Nossos resultados demonstraram que animais em fase inicial do desenvolvimento exploraram com maior frequência no período noturno, indicando que na fase de claro eles se mantiveram mais inativos, e isso ocorreu provavelmente devido a questões já mencionadas como menor exposição ao risco que a luz oferece e também a taxa de metabolismo pelo consumo de oxigênio (Dall, 1986).

A atividade de **cavação** foi mais precoce na alta densidade (teve início na sétima semana de vida) quando comparada com a baixa (final da sétima semana de vida). Em nosso estudo esta atividade foi mais frequente na menor densidade e na fase de escuro. Silva et al. (2012) verificaram para juvenis de *F. subtilis* a ocorrência de cavação ao final da fase de claro, sendo registrada maior frequência na fase de escuro. No estudo de Santos et al. (2013) com juvenis de *L. vannamei*, foi registrada maior frequência de escavação, associada ao enterramento, resultando no animal completamente coberto pelo substrato durante a fase de claro, indicando que estes animais se enterram durante o dia e emergem à noite.

A expressão de cavação nas diferentes fases do ciclo de luz indica que possivelmente a frequência deste comportamento varia entre as espécies assim como nas diferentes fases de vida das mesmas. Dall et al. (1990) observaram que provavelmente as grandes pressões da predação (maiores na fase larval e menores na fase adulta) sobre os camarões podem tê-los forçado a desenvolver estratégias de enterramento ou evitação de escavação dependendo do período do dia. A pouca frequência de cavação pode ter sido influenciada pela situação morfológica e fisiológica do camarão, já que na fase inicial do desenvolvimento os animais possuem quelas menos resistentes do que animais adultos.

A **limpeza** variou em ambas as densidades em função do ciclo de luz (claro/escuro), e foi também verificada a influência da oferta de alimento na alta densidade, ou seja, foi mais frequente nesta condição quando não houve oferta de alimento. Estudo de Pontes et

al. (2006) não encontraram para *L. vannamei* diferenças acentuadas neste comportamento entre as fases ao longo de 24h. Ferreira (2006) constatou que essa atividade na mesma espécie aumentou gradativamente no decorrer do dia, se acentuando na fase de escuro.

Foi verificado ainda que esse comportamento foi mais frequente em densidade populacional de 66 animais m<sup>-2</sup> do que em de 26 animais m<sup>-2</sup>, o que está de acordo com o presente estudo. Segundo o autor, em altas densidades de estocagem, pode haver uma maior viscosidade da água, em decorrência da maior quantidade de matéria orgânica acumulada, sendo uma possível causa para essa diferença. A maior frequência na fase de claro em relação à fase de escuro pode ter ocorrido em função do comportamento de limpeza gerar pouca exposição do animal ao risco.

De acordo com o orçamento de atividades dos animais na baixa e alta densidade, levando em consideração os horários de observação, constatamos que a oferta do alimento teve bastante influência na modulação da expressão comportamental. Principalmente na alta densidade, na qual tanto na fase de claro quanto na de escuro o aumento da alimentação foi acentuado ao contrário dos demais, enfatizando a diminuição na inatividade, cavação, limpeza e permanência no abrigo.

Já na baixa densidade na baixa densidade, tanto na fase de claro quanto na de escuro, o comportamento alimentar aumentou acentuadamente ao contrário dos demais, destacando-se a redução acentuada na inatividade, limpeza e permanência no abrigo. Os poucos registros de cavação ocorreram nos horários sem oferta de alimento.

O ganho de peso e o crescimento estão intimamente relacionados à frequência de alimentação. Em nosso estudo a baixa densidade teve maior desempenho em ambas as variáveis, tanto na fase de claro quanto na de escuro. Mesmo assim, o comportamento alimentar foi diferente. Quando houve oferta tivemos maiores registros de alimentação na

alta densidade, porém a própria competição pode ter influenciado no nível de ingestão total ou parcial do item alimentar. Isso pode ter refletido nos nossos resultados.

Ferreira (2006) obteve resultados semelhantes para *L. vannamei*, nos quais houve maior frequência de ingestão alimentar na baixa densidade. Resultados de Coman et al (2004) encontraram que a taxa média de crescimento específico (TCE) do camarão *P. japonicus* foi 18 % mais rápida em baixa densidade do que em alta densidade. Estudos de Coman et al. (2007) com a espécie *P. monodon* obtiveram resultados semelhantes para fêmeas com maior peso em baixa densidade (aproximadamente 1 indivíduo m<sup>-2</sup>) do que na densidade padrão para maturação (aproximadamente 3 indivíduos m<sup>-2</sup>).

Assim como o trabalho de Fonseca et al. (2009) com *L. vannamei*, que constatou aos 52 dias de cultivo, que o tratamento de menor densidade promoveu os melhores resultados em peso e comprimento e concluiu que maiores densidades de estocagem proporcionaram camarões com menores ganhos de peso e comprimento, em comparação com as menores densidades. Preto et al (2004) observaram em pós-larvas de *F. paulensis*, uma relação negativa entre o aumento da densidade de estocagem de camarões e a sobrevivência e o crescimento.

A densidade de estocagem exerceu influência na expressão das atividades comportamentais de *M. rosenbergii* nos estágios iniciais do desenvolvimento. A utilização da etologia aplicada como ferramenta para melhorar o sucesso do cultivo, pode reduzir condições de bem-estar pobre aos animais.

Hipótese	Predição	Resultado	Conclusão
<p><b>Hipótese 1:</b> Densidades de estocagem diferentes geram variações nas atividades comportamentais de indivíduos de <i>M. rosenbergii</i>.</p>	<p><b>Predição 1a:</b> Camarões submetidos a altas densidades de estocagem apresentarão maior frequência de comportamentos agonísticos.</p>	<p>Os comportamentos agonísticos foram expressos em maior frequência na alta densidade.</p>	Corroborada
	<p><b>Predição 1b:</b> Camarões submetidos a altas densidades de estocagem apresentarão maiores taxas de canibalismo.</p>	<p>Na alta densidade foi registrada uma morte, enquanto que na baixa não teve registro.</p>	-
<p><b>Hipótese 2:</b> Camarões submetidos a densidades de estocagem diferentes modificam suas atividades comportamentais influenciados pelo ciclo de luz.</p>	<p><b>Predição 2a:</b> Durante a fase de claro os camarões submetidos a altas densidades de estocagem apresentarão maior frequência de atividades comportamentais que gerem menor exposição.</p>	<p>Os animais realizaram na alta densidade de estocagem, na fase de claro, maior frequência dos comportamentos de inatividade, limpeza e permanência no abrigo, considerados no presente estudo como atividades de menor exposição ao risco.</p>	Corroborada
	<p><b>Predição 2b:</b> Durante a fase de escuro os camarões submetidos a altas densidades de estocagem apresentarão maior frequência de atividades comportamentais que gerem maior exposição.</p>	<p>Os animais realizaram na alta densidade de estocagem, na fase de escuro, uma maior frequência dos comportamentos de alimentação, exploração, natação e cavação, consideradas no presente estudo como atividades de maior exposição ao risco.</p>	Corroborada.

<b>Hipótese 3:</b> Camarões submetidos a densidades de estocagem diferentes modificam suas atividades comportamentais influenciados pela oferta de alimento.	<b>Predição 3a:</b> Em presença do alimento os camarões submetidos a altas densidades de estocagem apresentarão maior frequência de atividades comportamentais que gerem maior exposição.	Em Nos momentos de oferta alimentar os comportamentos de saída do abrigo, alimentação no substrato, afastamento, perseguição, alimentação, exploração e natação foram realizados com maior frequência na alta densidade.	Corroborada
--	---	--	-------------

---

## 9 CONCLUSÃO

De acordo com nosso estudo, a densidade de estocagem influenciou nos comportamentos agonísticos de *M. rosenbergii*, sendo sua ocorrência com maior frequência na alta densidade na fase de claro.

A oferta alimentar, assim como a exposição à luz exerceram efeito modulador das expressões comportamentais dos camarões, sendo mais acentuado na alta densidade.

Menores densidades de estocagem proporcionaram maiores ganhos de peso e crescimento, além de propiciar um padrão comportamental mais favorável aos animais no ambiente de cultivo, podendo gerar melhores condições de vida aos camarões, e favorecer as taxas de sobrevivência e o sucesso do manejo.

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almut, G. & Bamber, S.** 2013. Behavioural Responses of *Crangon crangon* (Crustacea, Decapoda) to Reduced Seawater pH Following Simulated Leakage from Sub-Sea Geological Storage. *Journal of Environmental Protection*, **4**, 61-67.
- Associação Brasileira de Criadores de Camarão** 2011. História da Carcinicultura no Brasil.
- Arana, L. V.** 2004. *Fundamentos da Aquicultura*. 1ª Ed. Florianópolis.
- Araneda, M., Pérez, E. P. & Gasca-Leyva, E.** 2008. White shrimp *Penaeus vannamei* culture in freshwater at three densities: Condition state based on length and weight. *Aquaculture*, **283**, 13–18.
- Araújo, A., Arruda, M. F., Alencar, A. I., Albuquerque, F., Nascimento, M. C. & Yamamoto, M. E.** 2000. Body Weight of Wild and Captive Common Marmosets (*Callithrix jacchus*). *International Journal of Primatology*, **21**, 317-324.
- Arnold, S. J., Sellars, M. J., Crocos, P. J. & Coman, G. J.** 2005. Response of juvenile brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*) to intensive culture conditions in a flow through tank system with three-dimensional artificial substrate. *Aquaculture*, **246**, 231-238.
- Arnold, S. J., Sellars, M. J., Crocos, P. J. & Coman, G. J.** 2006. An evaluation of stocking density on the intensive production of juvenile brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*). *Aquaculture*. **256**, 174-179.
- Arruda, M. F., Araújo, A., Souza, M. B., Albuquerque, F. S., Albuquerque, A. C. & Yamamoto, M. E.** 2005. Two breeding females within free-living groups may not always indicate polygyny: alternative subordinate female strategies in common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Folia Primatologica*, **76**, 10-20.

- Arruda, M. F. & Silva, H. P. A.** 2007. Etologia e Carcinicultura: Caminhos convergentes. *Ciência Sempre*, **5**, 4-6.
- Ahvenharju, T & Ruohonen, K.** 2007. Agonistic behaviour of signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus* Dana) in different social environments: Effect of size heterogeneity on growth and food intake. *Aquaculture*, **271**, 307-318.
- Barki A., Karplus I. & Goren M.** 1991a. The Agonistic Behaviour of the Three Male Morphotypes of The Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea, Palaemonidae). *Behaviour*, **116**, 3-4.
- Barki A., Karplus I. & Goren M.** 1991b. Morphotype related hierarchies in males of *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea, Palaemonidae). *Behaviour*, **117**, 3-4.
- Barr, S. & Elwood, R. W.** 2011. No evidence of morphine analgesia to noxious shock in the shore crab, *Carcinus maenas*. *Behaviour. Processes* **86**, 340-344.
- Barros, H. P. & Valenti, W. C.** 1997. Comportamento Alimentar do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (Crustacea, Palaemonidae) durante a fase larval: Análise Quantitativa. *Revista Brasileira Zoologia*, **14**, 785 – 793.
- Barros, M. P. & Silva, L. M. A.** 1997. Registro da introdução da espécie exótica *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) Em águas do estado do Pará, Brasil., *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*.
- Base de Dados I3N de Espécies Exóticas Invasoras do Brasil**, <http://i3n.institutohorus.org.br/www> (Dezembro, 2013).
- Bourguet, C., Deiss, V., Boissy, A., Andanson, S. & Terlouw, E. M. C.** 2011. Effects of feed privation on behavioral reactivity and physiological status in Holstein cattle. *Journal of Animal Science*, **89**, 3272-3285.

**Briggs, M. R. P.** 1991. Intensive rearing of post-larval *Penaeus monodon* Fabricius in concrete nursery tanks. Paper presented at the 22<sup>nd</sup> *World Aquaculture Society Conference*, Puerto Rico, 1-17.

**Bueno, S. L. S., Rocha, S. S. Arantes, I. C., Kiyohara, F., Silva, H. L. M., Mossolin, E. C., Melo, G. A. S., Magalhães, C. & Bond-Buckup, G.** 2001. Freshwater decapod diversity in the State of Sao Paulo, Brazil. In: *Fifth International Crustacean Congress*, Abstracts, **47**, 9–13.

**Camargo, S. G. O. & Pouey, J. L. O.** 2005. Aquicultura – Um mercado em expansão. *Revista Brasileira de Agrociência*, **11**, 4, 393-396.

**Carvalho, R.** 2012. Novos desenvolvimentos no mercado de camarão no Brasil. *Revista da ABCC*, **1**, 50-52.

**Castagnolli, N.** 1995. Status of Aquaculture in Brazil. *World Aquaculture*, **26**, 35-39.

**Cenni, F., Parisi, G. & Gherardi, F.** 2010. Effects of habitat complexity on the aggressive behaviour of the American lobster (*Homarus americanus*) in captivity. *Applied Animal Behaviour Science*, **122**, 63–70.

**Charlton, G. L., Rutter, S. M., East, M. & Sinclair, L. A.** 2011. Effects of providing total mixed rations indoors and on pasture on the behavior of lactating dairy cattle and their preference to be indoors or on pasture. *Journal of Dairy Science*, **94**, 3875-3884.

**Chan, T. Y.** 1998. Shrimps and prawns. In: Carpenter K.E., Niem V.H. (eds), FAO species identification guide for fishery purposes. *The living marine resources of the Western Central Pacific*, **2**, 851-972.

**Chen, D. H. & Bao, J.** 2012. General Behaviors and Perching Behaviors of Laying Hens in Cages with Different Colored Perches. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, **25**, 717-724.

**Chevassus, B. & Dorson, M.** 1990. Genetics of Resistance to Disease in Fishes. *Aquaculture*, **85**, 3-10.

**Cintra I., Silva K. & Muniz A.** 2003. Ocorrência de *Macrobrachium rosenbergii* (de man, 1879) em áreas estuarinas do Estado do Pará (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Bol Tec Cient CEPNOR*, **3**, 219-227.

**Coman, G. J., Crocos, P. J., Preston, N. P. & Fielder, D.** 2004. The effects of density on the growth and survival of different families of juvenile *Penaeus japonicus* Bate. *Aquaculture*, **229**, 215-223.

**Coman, G. J., Arnold, S. J., Jones, M. J. & Preston, N. P.** 2007. Effect of rearing density on growth, survival and reproductive performance of domesticated *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, **264**, 175-183.

**Dall, W.** 1986. Estimation of routine metabolic rate in a penaeid prawn, *Penaeus esculentus* haswell. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **96**, 57-74.

**Dall, W., Hill, B. J., Rothlisberg, P. C., Sharples, D. J.** 1990. The biology of the Penaeidae. *San Diego: Academic Press*. (Advances in marine biology, 27).

**Dippel, S., Tucker, C. B., Winckler, C. & Weary, D. M.** 2011 Effects of behaviour on the development of claw lesions in early lactation dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, **134**, 16-22.

**Dodzi, M. S. & Muchenje, V.** 2011. Avoidance-related behavioural variables and their relationship to milk yield in pasture-based dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, **133**, 11-17.

**DeCoursey, P. J.** 1983 Biological timing. In: *The Biology of Crustacea - Behavior and Ecology* (Ed. by D.E. Bliss), pp. 107-162. Academic Press, New York, USA.

**Donaldson, W. E. & Adams, A. E.** 1989. Ethogram of Behavior with emphasis on mating for the tanner crab *Chionoecetes bairdi* Rathbun. *Journal Of Crustacean Biology*, **9**, 37-53.

**Food and Agricultural Organization of the United Nations.** 2009. The State of World.

**Food and Agriculture Organization of the United Nations.** 2010. *State of the World's Fisheries and Aquaculture*, Rome.

**Ferreira, E. S.** (2006). Efeito do substrato e da densidade populacional sobre as atividades comportamentais e níveis de hemócitos em relação à densidade em *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931). *Dissertação (Mestrado em Psicobiologia)* - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

**Figler, M. H., Cheverton, H. M. & Blank, G. S.** 1999. Shelter competition in juvenile red swamp crayfish (*Procambarus clarkia*): the influences of sex differences, relative size, and prior residence. *Aquaculture*, **178**, 63-75.

**Fonseca, S. B., Mendes, P. P., Albertin, C. J. L., Bittencourt, C. F. & Silva, J. H. V.** 2009. Cultivo do camarão marinho em água doce em diferentes densidades de estocagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **44**, 1352-1358.

**Foss, A., Kristensen, T., Åtland, A., Hustveit, H., Halvard, H. Hovland E., Øfsti, A. & Imsland A. K.** 2006. Effects of water reuse and stocking density on water quality, blood physiology and growth rate of juvenile cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture*, **256**, 255–263.

**Freire, F. A. M., Luchiari, A. C. & Fransozo, V.** 2011. Environmental substrate selection and daily habitual activity in *Xiphopenaeus kroyeri* shrimp (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeoidea). *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, **40**, 325-33.

**Freitas, E. G. & Nishida, S. M.** 2006. Métodos de Estudo do Comportamento Animal. In: *Comportamento Animal* (Org. por M. E. Yamamoto & G. L. Volpato), 39-64. Natal, RN: EDUFRRN.

**Gartside, D. F. & Kirkegaard, I. R.** 2009. The role of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries in Human Nutrition. *A History of Fishing*, **2**, 1-12.

**Gazola-Silva F., Melo S. & Vitule J.** 2007. *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda, Palaemonidae): Possível introdução em um rio da planície litorânea paranaense (PR, Brasil). *Acta Biológica Paranaense*, **36**, 83-90.

**Guerao G. & Ribera C.** 1996 Locomotor activity patterns and feeding habits in the prawn *Palaemon serratus* (Pennant 1777) (Decapoda, Palaemonidae) in the Alfacs Bay, *Crustaceana* **69**,101-112.

**Hindley, J.P.R.** (1975). Effects of endogenous and some exogenous factors on the activity of juvenile banana prawn *Penaeus merguensis*. *Marine Biology*, **29**, 1-8.

**Ibama.** 2006. Instrução Normativa nº 141, de 19 de dezembro de 2006. Regulamenta o controle e o manejo ambiental da fauna sinantrópica nociva: *Diário Oficial da União*.

**Iketani G., Pimentel L., Silva-Oliveira G., Maciel C., Valenti W., Schneider H., & Sampaio I.** 2011. The history of the introduction of the giant river prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda, Palaemonidae), in Brazil: New insights from molecular data. *Genetics and Molecular Biology*, **34**, 142-151.

**Jensen, P.** 2009. The Ethology of Domestic Animals: An Introductory Text. Second Edition. *Cabi Publishing*, Wallingford.

**Jensen, M. B., Studnitz, M. & Pedersen, L. J.** 2010. The effect of type of rooting material and space allowance on exploration and abnormal behaviour in growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, **123**, 87-92.

**Johnston, D., Melville-Smith, R., Maguire, G. B. & Phillips, B.** 2006. Stocking density and shelter type for the optimal growth and survival of western rock lobster *Panulirus cygnus* (George). *Aquaculture*, **260**, 114-127.

**Karplus, I. & Harpaz, S.** 1990. Preliminary observations on behavioural interactions and distribution patterns of freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* under semi-natural conditions (Decapoda, Caridea). *Crustaceana*, **59**, 193-203.

**Kautsky, N., Rönnbäck, P., Tedengren, M. & Troell, M.,** 2000. Ecosystem perspectives on management of disease in shrimp pond farming. *Aquaculture*, **191**, 145-161.

**Krummenauer, D., Cavalli, R.O., Ballester, E. L. & Wasielesky-Júnior, W.** 2010. Feasibility of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* culture in southern Brazil: effects of stocking density and a single or a double CROP management strategy in earthen ponds. *Aquaculture Research*, **41**, 240-248.

**Lazaro-Perea, C., Arruda, M. F. & Snowdon, C. T.** 2004. Grooming as a reward? Social function of grooming between females in cooperatively breeding marmosets. *Animal Behaviour*, **67**, 627-636.

**Lehner, P. N.** 1996. Handbook of Ethological Methods. Cambridge, Cambridge University Press, cap. 8 "Data Collection Methods", 47-53.

**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*, **39**, 1416-1422.

**Ling, S.W & Merican, A .B.** 1961. Notes on the life and habits of the adults and larval stages of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). *Proceedings Indo-Pacific Fisheries Council*, **9**, 55-60.

**Ling, S. W.** 1969. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). *FAO Fisheries Report*, **57**, 589–606.

**Luchiari, A. C., Marques, A. O. & Freire, F. A. M.** 2012. Effects of substrate colour preference on growth of the shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) (Decapoda, Penaeoidea). *Crustaceana*, **85**, 789-800.

**Madri, R. M. M.** 2005. A crise econômica da carcinicultura. *Panorama da Aquicultura*, **15**, 90.

**Magalhães, C., Bueno, S., Bond-Buckup, G., Valenti, W., Silva, H., Kiyohara, F., Mossolin, E. & Rocha, S.** 2005. Exotic species of freshwater decapod crustaceans in the state of São Paulo, Brazil: Records and possible causes of their introduction. *Biodiversity and Conservation*, **14**, 1929-1945.

**Magee, B. & Elwood, R. W.** 2013. Shock avoidance by discrimination learning in the shore crab (*Carcinus maenas*) is consistent with a key criterion for pain. *The Journal of Experimental Biology*, **216**, 353-358.

**Mallasen, M. & Valenti, W. C.** 1998. Comparison of artificial and natural, new and reused, brackish water for the larviculture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in recirculating system. *Journal World Aquaculture Society*, **29**, 345–350.

**Mallasen, M. & Valenti, W. C.** 2006. Effect of nitrite on larval development of giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, **261**, 1292–1298.

**Mamun, M. A. A., Hossain, M. A., Hossain, M. S. & Ali, M. L.** 2010. Effects of different types of artificial substrates on nursery production of freshwater prawn,

*Macrobrachium rosenbergii* (de Man) in recirculatory system. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, **8**, 333-340.

**Mann, D. L., Asakawa, T., Kelly, B., Lindsay, T. & Paterson, B.** 2007. Stocking density and artificial habitat influence stock structure and yield from intensive nursery systems for mud crabs *Scylla serrata* (Forsskal, 1775). *Aquaculture Research*, **38**, 1580-1587.

**Marques, H. L. A., Lombardi, J. V., Lobao, V. L., Roverso, E. A., Campos, A. F., Boock, M. V., Luzia, L. A., & Hortencio, E.** 1996. Viabilidad de cultivo del camarón malayo, *Macrobrachium rosenbergii* en jaulas, em Brasil. In: *Proceedings of the Ninth Latino–American Symposium of Aquaculture Coquimbo, Chile*, 57.

**Marques, H. L. A., Lombardi, J. V. & Boock, M. V.** 2000. Stocking densities for nursery phase culture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in cages. *Aquaculture*, **187**, 127-132.

**Marques, H. L. A., Lombardi, J. V., Mallasen, M., Barros, H. P. & Boock, M. V.** 2010. Stocking densities in cage rearing of Amazon river prawn (*Macrobrachium amazonicum*) during nursery phases. *Aquaculture*, **307**, 201–205.

**Marques, H. L. A.; Lombardi, J. V. & Boock, M. V.** 2012. Influence of stocking densities in the nursery phase on the growth of *Macrobrachium amazonicum* reared in net pens. *Aquaculture*, **358-359**, 240–245.

**Moraes-Valenti P., Morais, P. A., Preto, B. L., Valenti, W. C.** 2010. Effect of density on population development in the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*. *Aquatic Biology*. **9**, 291–301.

**Murthy, S. H., Kumarswamy, R., Palaksha, K. J., Sujatha, H. R., & Shankar, R.** 2012. Effect of different types of shelters on survival and growth of giant Freshwater

prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of Marine Science and Technology*, **20**, 153-157.

**Nakamura, R.** 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.*, **6**, 37-41.

**New, M. B. & Singholka, S.** 1985. Freshwater prawn farming. A manual for the culture of *Macrobrachium rosenbergii*. *FAO Fisheries Technical Paper*, **225**, 116p.

**New, M. B. & Valenti, W. C.** 2000. Freshwater Prawn Culture: The farming of *Macrobrachium rosenbergii*. *Science*, 466 p.

**New, M. B.** 2010. History and global status of freshwater prawn farming. 1-11 In: M. B. New e W. C. Valenti, editores. *Freshwater prawn farming. The farming of Macrobrachium rosenbergii.*. pp. 570.

**Nhan, D. T., Wille, M., Hung, L. T., & Sorgeloos, P.** .2009. Comparison of reproductive performance and offspring quality of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) broodstock from different regions. *Aquaculture*, **298**, 36-42.

**Nunes, A. J. P., Goddard, S. & Gesteira, T. C. V.** 1996. Feeding activity patterns of the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. *Aquaculture*, **144**, 371-386.

**Nunes, A. J. P.** 2005. Um ano de mudanças, perdas e ganhos. *Panorama da Aquicultura*, **92**, 26 -33.

**Oliveira, R. C.** 2009. O panorama da aquicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. *Revista Intertox de Toxicologia: Risco Ambiental e Sociedade*, **02**, 71-89.

**Orsag, J., Broucek, J., Sauter, M., Tancin, V. & Flak, P.** 2012. Effect of access to dusting substrate on behaviour in layers from different types of cages. *Veterinarija ir Zootechnika*, **57**, 56-61.

**Paranhos da Costa, M. J. R.** 2000. Comportamento e Bem-estar em bovinos e suas relações com a produção de qualidade. Departamento de Zootecnia, *Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/ UNESP*, 1-10.

**Penn, J.W.** 1984. The behaviour and catchability of some commercially exploited penaeids and their relationships to stock and recruitment. In: Gulland, J. A. & Rothschild, B. J. *Penaeid shrimps: their biology and management*. Farnham: Fishing News Books. 173-186.

**Pérez-Castañeda, R. & Defeo, O.** 2005. Growth and mortality of transient shrimp populations (*Farfantepenaeus* spp.) in a coastal lagoon of Mexico: role of the environment and density dependence. *Journal of Marine Science*, **62**, 14-24.

**Pinheiro, M. A. A. & Hebling, N. J.** 1998. Biologia de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) In: Valenti, W. C. Ed. *Carcinicultura de água doce: Tecnologia para produção de camarões*. IBAMA, 21-46.

**Pinheiro, C. A. S., Lima, A. P. S., Souza, M. E., Neto, E. C. L., Adrião, M., Gonçalves, V. S. P. & Coimbra, M. R. M.** 2007. Epidemiological status of Taura syndrome and Infectious myonecrosis viruses in *Penaeus vannamei* reared in Pernambuco (Brazil). *Aquaculture*. **262**, 17-22.

**Piedade, R. K; Neves, M.F & Santos, M. J. M.** 2002. Caracterização da Rede Produtiva do Camarão de Água Doce no Brasil - *Anais do XL Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural - SOBER*, “Equidade e Eficiência na Agricultura Brasileira”, Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo – Rio Grande do Sul.

**Pontes, C. S.** 2003. Distribuição diária das atividades comportamentais e do comportamento alimentar do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Natal, 2003. 100f. Tese (Doutorado em Psicobiologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

**Pontes, C. S. & Arruda, M. F.** 2005a. Comportamento de *Litopenaeus vannamei* (Boone) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) em função da oferta do alimento artificial nas fases clara e escura do período de 24 horas. *Revista Brasileira de Zoologia*, **22**, 648–652.

**Pontes, C. S. & Arruda, M. F.** 2005b. 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*, **22**, 1039-1043.

**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*, **23**, 223-227.

**Pontes, C. S., Arruda, M. F., Menezes, A. A. L. & Lima, P. P.** 2006. Daily activity pattern of the marine shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) juveniles under laboratory conditions. *Aquaculture Research*, **37**, 1001-1006.

**Preto, A. L., Cavalli, R., Pissetti, T., Abreu, P. C. & Júnior, W. W.** 2005. Efeito da densidade de estocagem sobre o biofilme e o desempenho de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* cultivadas em gaiolas. *Ciência Rural*, **35**, 1417-1423.

**Primavera J. H. & Leбата J.** 1995. Diel activity patterns in *Metapenaeus* and *Penaeus juveniles*. *Hydrobiologia* **295**, 295-302.

**Ray, W. M. & Chien, Y. H.** 1992. Effects of stocking density and aged sediment on tiger prawn, *Penaeus monodon*, nursery system. *Aquaculture*, **104**, 231-248.

**Reis, L. G.** 2008. Efeito da salinidade, densidade de estocagem e da infecção hipodermal e necrose hematopoiética (IHHN) na imunidade do camarão *Litopenaeus vannamei* cultivados em fazendas do Rio Grande do Norte. *Dissertação de mestrado*, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

**Riber, A. B.** 2012. Gregarious nesting - An anti-predator response in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, **138**, 70-78.

**Russi, L. S., Rosa, M. S., Barbalho, P. C., Costa-e-Silva, E. V. & Zúccari, E. S. N.** 2011. Etologia aplicada em bovinos. *Revista de Etologia*, **10**, 45-53.

**Samarakone, T. S. & Gonyou, H. W.** 2009. Domestic pigs alter their social strategy in response to social group size. *Applied Animal Behaviour Science*, **121**, 8-15.

**Santos, D. B., Freire, F. A. M. & Pontes, C. S.** 2013. Comportamento do camarão em diferentes substratos nas fases de claro e escuro do dia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **48**, 1-8.

**Santos, D. B.** 2013. Comportamento do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) em cultivos misto e monossexo. *Tese (Doutorado em Psicobiologia)* - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

**Scudder, K.M., Pasanello, E., Krafur, J. & Ross, K.** 1981. Analysis of locomotory activity in juvenile giant Malaysian prawns, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana* **40**, 31-35.

**Silva, P. F., Medeiros, M. S. & Silva, H. P. A.** 2012. A study of feeding in the shrimp *Farfantepenaeus subtilis* indicates the value of species level behavioral data for optimizing culture management. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 1-14.

**Sosa-Cordero, E. Arce, A. M., Aguilar-Dávila, W. & Ramírez-González, A.** 1998. Artificial shelters for spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille): an evaluation of

occupancy in different benthic habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **229**, 1-18.

**Uno, Y. & Know C. S.** 1969. Larval development of *Macrobrachium rosenbergii* reared in the laboratory. *Journal of Tokyo University of Fisheries*. **55**, 179-190.

**Valenti, C. V., Mello, J. T. C. & Castagnolli, N.** 1993. Efeito da densidade populacional sobre as curvas de crescimento de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) em cultivo semi-intensivo (Crustacea, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, **10**, 427-438.

**Valenti, W. C.** 1996. Criação de Camarões em Águas Interiores. *Boletim Técnico do CAUNESP*, **2**, pp. 81.

**Valenti, W. C. & New, M. B.** 2000. Grow-out systems Monoculture. In: New, M. B. & Valenti, W. C. (Ed.) *Freshwater Prawn Culture: The farming of Macrobrachium rosenbergii*. *Blackwell Science*. 157-176.

**Valenti, W. C.** 2002. Criação de camarões de água doce. In: 12º Congresso de Zootecnia, *Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais*. 229-237.

**Valenti, W. C.** 2002. Situação atual, perspectivas e novas tecnologias para produção de camarões de água doce. In: *12º Simpósio Brasileiro de Aquicultura*, 99-106.

**Valenti, W.C. & Mallasen, M.** 2002. Concentrações de amônia, nitrito e nitrato em larvicultura do camarão *Macrobrachium rosenbergii* (De Man), realizada em sistema fechado com água salobra natural e artificial. *Acta Scientiarum*, **24**, 1185-1189.

**Valenti, W. C.** 2005. *Carcinicultura de Água Doce na América Latina*. WAS.

**Walter, P. J. & Winton, J. R.** 2010. Emerging viral diseases of fish and shrimp. *Veterinary Research*, 41-51.

**Wentworth, C. K.** 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The Journal of Geology*, **30**, 377-392. Acessado em 20/01/2014: <http://www.jstor.org/stable/30063207?seq=5>.

**Whittaker, D., Gerlach, N., Soini, H., Novotny, M. & Ketterson, E.** 2013. Bird odour predicts reproductive success. *Animal Behaviour*, **86**, 697-703.

**Woher, H., Harsányi, A. & Schwarz, F.** 2011. Husbandry conditions in burbot (*Lota lota* L.): Impact of shelter availability and stocking density on growth and behavior. *Aquaculture* **315**, 340-347.

**Ximenes, L. J. F.; Vidal, M. F. & Feitosa, R. A.** 2011. Recuperação da Carcinicultura Nordestina Pós-crise. *Informe Rural ETENE/AEPA*, **V**, 15, 1-7.

**Yamamoto, M. E.; Box, H. O.; Albuquerque, F. S.; Arruda, M. F.** (1996). Carrying behaviour in captive and wild marmosets (*Callithrix jacchus*): a comparison between two colonies and a field site. *Primates*, **37**, 3, 295-302.

**Zhang, P.D., Zhang, X.M. & LI, J.** 2011. Physiological responses to swimming fatigue of juvenile white-leg shrimp *Litopenaeus vannamei* exposed to different current velocities, temperatures and salinities. *African Journal of Biotechnology*, **10**, 851-853.