



Universidade Federal do Oeste do Pará
Pró-Reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação Tecnológica
Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas
Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos

ASPECTOS DA BIOECOLOGIA DE *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862)
(DECAPODA: PALAEMONIDAE) DA FOZ E BAIXO RIO AMAZONAS,
AMAZÔNIA, BRASIL

STING SILVA DUARTE

Santarém – Pará
Abril 2019

STING SILVA DUARTE

ASPECTOS DA BIOECOLOGIA DE *Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862
(DECAPODA: PALAEMONIDAE) DA FOZ E BAIXO RIO AMAZONAS,
AMAZÔNIA, BRASIL

ORIENTADORA: Dra. SHEYLA REGINA MARQUES COUCEIRO

CO-ORIENTADOR: Dr. JÔ DE LIMA FARIAS

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Recursos
Aquáticos Continentais Amazônicos
como parte dos requisitos para
obtenção do título de mestre em
Recursos Aquáticos Continentais
Amazônicos pela Universidade
Federal do Oeste do Pará

Santarém – Pará
Abril 2019

STING SILVA DUARTE

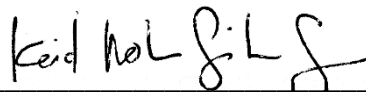
ASPECTOS DA BIOECOLOGIA DE *Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862
(DECAPODA: PALAEMONIDAE) FOZ E BAIXO RIO AMAZONAS, AMAZÔNIA,
BRASIL

ORIENTADORA: Dra. SHEYLA REGINA MARQUES COUCEIRO

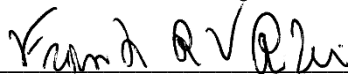
CO-ORIENTADOR: Dr. JÔ DE LIMA FARIAS

Dissertação final apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos pela Universidade Federal do Oeste do Pará. Apreciado pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

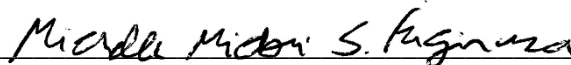
Data de aprovação: 28/02/2019



Dr. Keid Nolan Silva Sousa
Universidade Federal do Oeste do Pará



Dr. Frank Raynner Vasconcelos Ribeiro
Universidade Federal do Oeste do Pará



Dra. Michelle Midori Sena Fugimura
Universidade Federal do Oeste do Pará

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado Bibliotecas – SIBI/UFOPA

D812a Duarte, Sting Silva

Aspectos da bioecologia de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) da foz e baixo Rio Amazonas, Amazônia, Brasil / Sting Silva Duarte. – Santarém: UFOPA, 2019.

110 f.: il.

Inclui bibliografias.

Orientadora: Sheyla Regina Marques Couceiro.

Co-orientador: Jô de Lima Farias.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos.

1. Camarão-da-amazônia. 2. Flutuação populacional. 3. Relações interespecíficas. I. Couceiro, Sheyla Regina Marques, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 595.388

Bibliotecário - Documentalista: Williams Costa de Oliveira – CRB-2/594

SINOPSE:

O estudo buscou investigar aspectos da bioecologia de *Macrobrachium amazonicum*, incluindo a composição de sua dieta natural, sua susceptibilidade a diferentes atrativos na captura, bem como a estrutura populacional, biologia reprodutiva e a ocorrência e relação dos ectoparasitas desta espécie em populações oriundas da foz e baixo rio Amazonas, Amazônia, Brasil. O estudo está dividido em quatro capítulos: 1 - Dieta natural de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) e eficiência de iscas para captura desta espécie no baixo rio Amazonas, Pará, Brasil; 2 - Estrutura populacional do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Palaemonidae) em duas regiões do rio Amazonas, Brasil; 3 - Biologia reprodutiva do *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) das regiões da foz e baixo rio Amazonas, Brasil e 4- *Probopyrus pandalicola* (Isopoda, Bopyridea) em *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) nas regiões da foz e baixo rio Amazonas, Brasil. Os resultados demonstraram que: 1 - *M. amazonicum* é uma espécie onívora, com boa atratividade pelo farelo de babaçu em relação a outras iscas; 2 – As populações de *M. amazonicum* avaliadas possuem razão sexual favorável às fêmeas, e comprimento médio dos camarões maior na ilha das Marrecas do que no Mazagão; 3 – Foi possível verificar também que em ambas as áreas, *M. amazonicum* mostrou um pico reprodutivo relacionado com a estação chuvosa, porém apresentando ocorrência de fêmeas ovígeras e jovens o ano inteiro, indicando reprodução contínua. Além disso, foi possível registrar diferenças na fecundidade desta espécie entre as populações do baixo e alto Amazonas; 4 – O estudo sobre o parasitismo demonstrou que a espécie *Probopyrus pandalicola* possui prevalência similar entre as áreas de estudo e, que a presença do parasita afeta o estado nutricional do camarão e sua ocorrência está relacionada principalmente com fêmeas.

Palavras-chave: Camarão-da-Amazônia, flutuação populacional, relações interespecíficas

Dedicatória

A minha família, em especial ao meu pai Mario Ferreira Duarte e a minha mãe Silvana Silva Duarte, que juntos se dedicaram na construção de cada momento da minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasil) pela bolsa de mestrado concedida à Sting Silva Duarte.

À Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) pela estrutura laboratorial concedida para análises realizadas em Santarém, Estado do Pará.

À Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (Embrapa Amapá) pelo apoio na coleta de dados e análises realizadas em Macapá, Estado do Amapá.

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos pela oportunidade de ingresso e apoio do seu corpo docente.

À Dr. Sheyla Regina Marques Couceiro pela dedicação como orientadora, e à sua amizade e compreensão durante essa etapa.

Ao Dr. Jô de Farias lima dedicação como co-orientador, e à sua amizade e compreensão durante essa etapa.

Aos amigos que fiz no curso e na universidade, que de alguma forma foram presentes e verdadeiros companheiros nessa etapa da minha vida.

RESUMO

O estudo investigou alguns aspectos da bioecologia de *Macrobrachium amazonicum* em populações da foz e baixo rio Amazonas, Amazônia, Brasil. O estudo foi realizado entre maio de 2017 e abril de 2018 utilizando dados da composição da dieta natural deste camarão, sua susceptibilidade a diferentes atrativos na captura, bem como da estrutura populacional, biologia reprodutiva e da ocorrência e relação dos ectoparasitas desta espécie. Os dados coletados em Mazagão-AP (00°15'39,9"S e 051°20 '42,3'W) e na Ilha Marrecas-PA, (02°12'19,3"S e 054°46 '17,9'W), estados do Amapá e Pará. Os resultados obtidos demonstraram que *M. amazonicum* é uma espécie onívora, com boa atratividade pelo farelo de babaçu em relação a outras iscas. As populações de *M. amazonicum* avaliadas possuem razão sexual favorável às fêmeas, e o comprimento médio dos camarões na ilha das Marrecas é maior do que no Mazagão. Foi possível verificar também que em ambas as áreas *M. amazonicum* possui um pico reprodutivo bem definido e relacionado com a estação chuvosa, porém apresentando ocorrência de fêmeas ovígeras e jovens o ano inteiro, indicando reprodução contínua. Além disso, foi possível constatar que a fecundidade desta espécie é maior nas populações da foz do que no baixo Amazonas. Os dados coletados sobre o parasitismo em *M. amazonicum*, demonstram que a espécie *Probopyrus pandalicola* possui prevalência similar entre as áreas de estudo e, que a presença do parasita afeta o estado nutricional do camarão. Foi constatado também que esta espécie de parasita é mais abundante e prevalente em fêmeas do que em machos de *M. amazonicum*.

Palavras-chave: Camarão-da-amazônia, flutuação populacional, relações interespecíficas

ABSTRACT

The present study investigated some aspects of bioecology of *Macrobrachium amazonicum* in populations from the mouth of the Amazon River, Amazon, Brazil. The study was conducted between May 2017 and April 2018 using data from the composition of the natural diet of this shrimp, its susceptibility to different traits in the capture, as well as the population structure, reproductive biology and the occurrence and relation of the ectoparasites of this species. The data collected in Mazagão-AP (00°15'39.9 "S and 051°20 '42.3'W) and Island of Marrecas-PA (02°12' 19.3 "S and 054°46 '17.9'W), demonstrated that *M. amazonicum* is an omnivorous species, with good attractiveness by the babassu meal about other baits. The populations of *M. amazonicum* evaluated have a favorable sex ratio for females, and the average length of shrimp on the Island of Marrecas is higher than in Mazagão. It was also possible to verify that this shrimps had a well-marked reproduction peak and it is related to the rainy season. However, the occurrence of ovigerous females and young shrimps the whole year indicates a continuous reproduction. Besides, it was possible to verify that the fecundity of this species is higher in the populations of the mouth than in the low Amazons. The data collected on parasitism in *M. amazonicum* show that the parasite *Probopyrus pandalicola* has a similar prevalence among the study areas and that the presence of this parasite affects the nutritional state of the shrimp. Also, was observed that this species of parasite is more abundant and prevalent in females than in males of *M. amazonicum*.

Keywords: Amazonian shrimp, population fluctuation, interspecific relations

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	17
1.1. Hábitos alimentares.....	18
1.2. Estrutura populacional	19
1.3. Biologia reprodutiva do camarão.....	20
1.4. Ectoparasitos de camarão.....	21
2. OBJETIVOS	25
2.1. Geral.....	25
2.2. Específicos	25
3. CAPÍTULO 1 Dieta natural de <i>Macrobrachium amazonicum</i> (HELLER, 1862) (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) e eficiência de iscas para captura desta espécie no baixo rio Amazonas, Pará, Brasil.....	26
3.1. RESUMO.....	27
3.2. INTRODUÇÃO	28
3.3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.4. RESULTADOS	34
3.5. DISCUSSÃO	39
3.6. AGRADECIMENTOS	42
3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
4. CAPÍTULO 2 Estrutura populacional do camarão de água doce <i>Macrobrachium amazonicum</i> (HELLER, 1862) (CRUSTACEA, PALAEMONIDAE) em duas regiões do rio Amazonas, Brasil.....	47
4.1. RESUMO.....	48
4.2. INTRODUÇÃO	49
4.3. MATERIAL E MÉTODOS	50
4.4. RESULTADOS	53
4.5. DISCUSSÃO	59

AGRADECIMENTOS	63
4.7. REFERÊNCIAS.....	63
5. CAPÍTULO 3 Biologia reprodutiva do camarão <i>Macrobrachium amazonicum</i> (Heller 1862) (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) das regiões da foz e baixo rio Amazonas, Brasil.....	69
5.1. RESUMO.....	70
5.2. INTRODUÇÃO	71
5.3. MATERIAL E MÉTODOS	72
5.4. RESULTADOS	76
5.5. DISCUSSÃO	83
5.6. AGRADECIMENTO.....	86
5.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
6. CAPÍTULO 4 <i>Probopyrus pandalicola</i> (ISOPODA, BOPYRIDEA) em <i>Macrobrachium amazonicum</i> (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) nas regiões da foz e baixo Rio Amazonas, Brasil.....	90
6.1. RESUMO.....	91
6.2. INTRODUÇÃO	92
6.3. MATERIAL E MÉTODOS	93
6.4. RESULTADOS	97
6.5. DISCUSSÃO.....	97
6.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	105
8. REFERÊNCIAS	106

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1 - Dieta natural de *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) e eficiência de iscas para captura desta espécie no baixo rio Amazonas, Pará, Brasil

Figura 1. Local de coleta de *Macrobrachium amazonicum* utilizado no estudo da dieta natural e susceptibilidade a atrativos no baixo rio Amazonas, Santarém, PA.....29

Figura 2 - Consumo percentual das categorias alimentares por intervalo de classe de comprimento dos camarões. A – Invertebrados, B – Matéria Orgânica Particulada Fina (MOPF), C – Matéria Orgânica Particulada Grossa (MOPG) e D – Material Vegetal Particulado (MVP).....35

Figura 3 - O número médio de captura (A) e a biomassa (B) por iscas amostradas em Marrecas entre novembro de 2017 e maio de 2018.....37

Capítulo 2 - Estrutura populacional do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (CRUSTACEA, PALAEMONIDAE) em duas regiões do rio Amazonas, Brasil

Figura 1. Localização das áreas de captura de *Macrobrachium amazonicum* na foz e baixo Amazonas entre maio de 2017 e abril de 2018.(●) Mazagão, (▲) Ilha das Marrecas.....49

Figura 2. A relação da chuva com abundância do *M. amazonicum* (Heller 1862) capturados no período de maio 2017 a abril de 2018 no Mazagão - AP e ilha de Marrecas – PA.....52

Figura 3. Distribuição mensal da frequência absoluta de fêmeas juvenis, machos adultos e fêmeas adultas de *M. amazonicum* (Heller 1862) capturados em maio de 2017 e abril / 2018 na foz do Mazagão - AP (A) e ilha das Marrecas - PA (B)53

Figura 4. Variação mensal do comprimento padrão entre machos (A), fêmeas (B) e camarões totais (C) de *M. amazonicum* capturados no Mazagão e na ilha Marrecas, entre maio de 2017 e abril de 2018. As letras minúsculas representam diferenças significativas

entre os locais de coleta, enquanto letras maiúsculas representa diferença representam entre os meses.....56

Capítulo 3 - Biologia reprodutiva do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862) (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) das regiões da foz e baixo rio Amazonas, Brasil

Figura 1. Localização das áreas de captura de *Macrobrachium amazonicum* na foz e baixo Amazonas entre maio de 2017 e abril de 2018. (●) Mazagão, (▲) Ilha das Marrecas.....71

Figura 2. Proporções biométricas (comprimento padrão e peso total) entre machos e fêmeas de *M. amazonicum* amostradas em Mazagão e ilha das Marrecas entre maio de 2017 a abril de 2018.....75

Figura 3. Distribuição da frequência absoluta de fêmeas ovígeras, não ovígeras e juvenis de *M. amazonicum* amostrados em Mazagão e ilha das Marrecas entre maio de 2017 a abril de 2018.....78

Figura 4. Relação entre a fecundidade e o comprimento padrão das fêmeas para cada um dos três estágios embrionários de *M. amazonicum* capturados em Mazagão e ilha das Marrecas entre maio de 2017 a abril de 2018. (A-B) - comprimento padrão (mm) e número dos ovos, (C-D) comprimento padrão (mm) e volume dos ovos.....79

Figura 5. Relação entre comprimento padrão (mm) e o investimento reprodutiva de *M. amazonicum* considerando todos os estágios de desenvolvimento do ovo capturados em Mazagão e ilha das Marrecas entre maio de 2017 a abril de 2018.....81

Capítulo 4 - *Probopyrus pandalicola* (ISOPODA, BOPYRIDEA) em *Macrobrachium amazonicum* (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) nas regiões da foz e baixo Rio Amazonas, Brasil

Figura 1. Localização das áreas de captura de *Macrobrachium amazonicum* na foz e baixo Amazonas entre maio de 2017 e abril de 2018. (●) Mazagão, (▲) Ilha das Marrecas.....89

Figura 2. Ectoparasita *P. pandalicola*. A- Vista dorsal da Fêmea, B- Vista ventral da Fêmea e C- Vista dorsal do Macho.....94

Figura 3. Prevalência e abundância do <i>P. pandalicola</i> infectando <i>M. amazonicum</i> em Mazagão, no Amapá e ilha das Marrecas, no Pará, entre abril de 2017 e março de 2018.....	96
Figura 4. Fator de condição (Kn) (eixo Y) de <i>M. amazonicum</i> capturados Mazagão, no Amapá e ilha das Marrecas, no Pará, entre abril de 2017 e março de 2018.....	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Registro de <i>Probopyrus pandolicola</i> em camarões (Bunkley-Williams e Williams1995).....	22
Capítulo 1 - Dieta natural de <i>Macrobrachium amazonicum</i> (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) e eficiência de iscas para captura desta espécie no baixo rio Amazonas, Pará, Brasil	
Tabela 1 - Variação de temperatura, oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE), pH e turbidez da água de superfície durante as coletas do <i>M. amazonicum</i> , na ilha das Marrecas-PA, nos meses de junho e novembro de 2017, e novembro de 2017 a maio de 2018.....	33
Tabela 2 - Porcentagem total dos métodos dos pontos (MP), frequência de ocorrência (FO) e índice alimentar (IAi) dos itens alimentares presentes nos estômagos de <i>M. amazonicum</i> no do baixo rio Amazonas.....	34
Tabela. 3 - Teste de frequência percentual do método dos pontos para as categorias alimentares na dieta natural para machos e fêmeas de <i>M. amazonicum</i> no do baixo rio Amazonas.....	35
Capítulo 2 - Estrutura populacional do camarão de água doce <i>Macrobrachium amazonicum</i> (CRUSTACEA, PALAEMONIDAE) em duas regiões do rio Amazonas, Brasil	
Tabela 1. Valores de chi-quadrado e razão sexual de <i>M. amazonicum</i> amostrados em Mazagão e ilha das Marrecas entre maio de 2017 a abril de 2018.....	53
Tabela 2. Distribuição de frequência do camarão <i>Macrobrachium amazonicum</i> em classes de tamanho (CP), coletadas entre maio de 2017 e abril de 2018 no Mazagão - AP e ilha de Marrecas.....	55
Capítulo 3 - Biologia reprodutiva do camarão <i>Macrobrachium amazonicum</i> (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) das regiões da foz e baixo rio Amazonas, Brasil	
Tabela 1. Frequência de distribuição de <i>M. amazonicum</i> de acordo com as classes de comprimento (comprimento da carapaça) capturados em Mazagão e ilha das Marrecas entre maio de 2017 a abril de 2018. Abreviações: M - Mazagão, I.M- Ilha de Marrecas.	

.....77

Tabela 2. Volume de ovo (mm³) com valores médios, mínimos e máximos para os três estágios de desenvolvimento embrionário de ovos de *Macrobrachium amazonicum* capturados em Mazagão e ilha das Marrecas entre maio de 2017 a abril de 2018. Observações: M= Mazagão, I.M- Ilha das Marrecas, N = número de camarões; SD = desvio padrão.....81

1.INTRODUÇÃO GERAL

Os camarões de água doce do gênero *Macrobrachium* Bate, 1868 pertencem à família Palaemonidae, considerada a maior família da ordem Decapoda (Mantelatto *et al.*, 2008). Palaemonidae compreende 981 espécies distribuídas em duas subfamílias: Pontoniidae Kingsley, 1879 e Palaemoninae Rafinesque, 1815. Sendo que Palaemoninae é a de maior representação taxonômica, composta por 18 gêneros, dentre os quais *Macrobrachium*. Este gênero abriga aproximadamente 240 espécies, das quais 55 são encontradas nas Américas, com registro de 17 dessas espécies para o Brasil (Pileggi e Mantelatto, 2012).

Macrobrachium amazonicum (Heller, 1862) é uma espécie de grande importância econômica, e, além do Brasil, ocorre em quase todas as áreas tropicais e subtropicais da América do Sul, sendo comum encontrá-la na região bentônica, abrigada entre pedras ou vegetação aquática (Mossolin e Bueno, 2003) de grandes rios de águas turvas, ricas em sedimentos e sais dissolvidos. Essa espécie possui uma ampla plasticidade ecológica, suportando grandes variações de salinidade e temperatura, possibilitando a ocupação tanto de ambientes de águas predominantemente doces, quanto estuarinas, em ambientes cuja temperaturas variam de 24 a 32°C (Vergamini *et al.*, 2011).

Informações sobre a dieta natural desta espécie ainda são insipientes, contudo já é sabido que na fase larval *M. amazonicum* assim como outras espécies do gênero são politróficas, mas se alimentam principalmente de partículas orgânicas, zooplâncton e fitoplâncton (Maciel, 2007). Na vida adulta se alimentam de animais e plantas aquáticas, sendo por tanto, caracterizado como onívoros em alguns estudos (Sousa *et al.*, 2014). Quando em tanques de cultivo, além da dieta natural, estes camarões têm boa aceitação por dietas formuladas (Coelho, 1963; Silva e Nogueira, 1988), demonstrando flexibilidade alimentar (Penafort, 1999).

M. amazonicum é uma espécie comum em rios de água branca da bacia amazônica, onde pode representar 80% da biomassa de macrocrustáceos (Odinetz-Collart e Moreira, 1993). A captura desse camarão na foz do rio Amazonas, especialmente nos estados do Pará e Amapá, é realizada exclusivamente por pescadores artesanais e famílias de ribeirinhos (Lima e Santos, 2014; Sousa *et al.*, 2014). Nestas regiões, esta espécie de camarão é popularmente conhecida como camarão regional (Moraes-Riodades *et al.*,

1999; Vieira, 2003). Porém, atualmente, a espécie vem sendo citada em diversas publicações como camarão-da-Amazônia (Lima *et al.*, 2014a; Lima e Santos, 2014). Em outras regiões do Brasil, *M. amazonicum* recebe ainda a denominação de camarão-canela e camarão-sossego (Valenti, 2007).

O destino da produção do camarão-da-Amazônia envolve diversos pontos de desembarque nos estados do Pará e Amapá, a partir das quais os camarões são distribuídos por intermediários aos bares, restaurantes, supermercados locais, feiras livres e aos consumidores finais de ambos os estados, com valores médios de R\$8,00 à R\$25,00 no período chuvoso (enchente e cheia) e de R\$4,00 à R\$18,00 no período de estiagem (vazante e seca) (Lima e Santos, 2014). É um produto muito apreciado por todas as classes sociais. Sua carne é bem aceita nos mercados consumidores, pois apresenta textura firme e apresenta um sabor mais acentuado, por exemplo, quando comparado à *Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879 (Valenti, 2004).

Em 2001, um programa multidisciplinar e multi-institucional tem se dedicado ao desenvolvimento da tecnologia para o cultivo de *M. amazonicum* no Brasil por uma rede de pesquisa denominada camarão-da-Amazônia (Marques e Moraes-Valenti, 2012). Estudos preliminares têm relatado alta taxas de sobrevivência, rápido crescimento e uma elevada resistência a doenças (Araújo e Valenti, 2007). Tais características tem fortemente sugerido o camarão-da-Amazônia como a espécie nativa de água doce mais promissora para fins de cultivos comerciais. Essa espécie de camarão ocorre em quase todo o território nacional e, portanto, seu cultivo na maior parte do país não oferece riscos de introdução de espécies exóticas na natureza por escape de viveiros de aquicultura.

Já em ambiente natural pouco se sabe a respeito do hábito alimentar, estrutura populacional (e.g. tamanho populacional, estrutura etária, razão sexual, tamanho de maturação sexual, número de ovos por fêmea, época reprodutiva) ao longo do período do ano; de suas relações com o ambiente (e.g. pulso de inundação); e de suas relações ecológicas com outras espécies (e.g. parasitismo), uma vez que a literatura aborda, principalmente, aspectos do manejo em cativeiro, devido ao potencial comercial da espécie (Maciel e Valenti, 2009).

1.1. Hábitos alimentares

A disponibilidade de alimento pode ser um fator limitante ao crescimento e saúde animal (Coelho *et al.*, 1982). Desse modo, o conhecimento do hábito alimentar e dieta natural dos crustáceos decápode é de grande importância, pois a disponibilidade e a utilização do alimento desempenham papéis importantes em seus padrões de distribuição, migrações, ecdise, adaptações fisiológicas e estruturais relacionadas à alimentação (Melo e Nakagaki, 2013).

Estudo sobre hábitos alimentares de camarões do gênero *Macrobrachium* são raros, sendo que os principais trabalhos estão relacionados ao *M. rosenbergii*, *M. acanthurus*, *M. brasiliense* e *M. carcinus* (Abayomi *et al.*, 2011, Melo e Nakagaki, 2013; Lima *et al.*, 2014b), devido à importância econômica dessas espécies. Embora haja escassez de estudos sobre hábitos alimentares de camarões em ambiente natural, alguns trabalhos demonstram que os camarões do gênero *Macrobrachium* são espécies onívoras, incluindo diversos itens alimentares nos estômagos analisados, como insetos, fragmentos de plantas, larvas e areia (Mello e Nakagaki, 2013), assim como outros crustáceos, o que pode ser um mecanismo para obtenção de carbonato de cálcio necessário ao exoesqueleto (Lima *et al.*, 2014b).

Apesar da dificuldade para identificação e quantificação de conteúdo estomacal, as avaliações contribuem para a caracterização do hábito alimentar da espécie e pode indicar as principais fontes de alimento do *M. amazonicum* no ambiente natural, inclusive a composição e variabilidade sazonal de sua dieta natural. A partir da identificação da fonte, é possível avaliar o potencial nutricional de cada uma delas e associar com suas exigências e preferências (Melo e Nakagaki, 2013). Com tais informações, será possível viabilizar novos estudos nessa área para fornecimento de ferramentas para exploração sustentável do camarão-da-Amazônia. Além disso, o conhecimento do hábito alimentar desta espécie, pode dar suporte por meio da formulação de rações comerciais e elaboração de estratégias de manejo alimentar para futuros cultivos comerciais ou mesmo na elaboração de atrativos mais eficientes para serem usados na pesca deste camarão.

1.2. Estrutura populacional

Nos últimos anos, as pesquisas sobre biologia populacional de crustáceos decápodas se intensificaram no Brasil, permitindo a compreensão da estabilidade

ecológica das espécies (Lima *et al.*, 2014a), possibilitando a utilização deste conhecimento no correto manejo da pesca ou ainda na aquicultura. Informações sobre a frequência do tamanho de machos e fêmeas de uma população podem, por exemplo, ser utilizadas para estimar o período de recrutamento juvenil (Silva, 2006) e, quando associadas ao tempo podem explicar variações sazonais no tamanho destas populações. Aspectos da estrutura populacional como a razão sexual e a estrutura etária, influenciam a dinâmica populacional devido às variações relacionadas ao sexo e à idade no nascimento e na morte, sendo tais aspectos de suma importância para a compreensão da ocorrência de mudanças populacionais ao longo do tempo (Bentes *et al.*, 2016).

Estruturas populacionais são dinâmicas (Silva, 2010) e, no caso de espécies com ampla distribuição geográfica como *M. amazonicum*, essa dinâmica depende especialmente de fatores ambientais locais ou regionais (Sousa *et al.*, 2014), que podem regular taxas de natalidade/mortalidade e imigração/emigração das espécies ao longo do tempo (Santos, 2014). Em ambiente natural, são encontrados diversos estudos sobre este tema, proporção sexual (Silva, 2006), composição do tamanho (Araújo *et al.*, 2014, Lima e Silva, 2015), distribuição temporal (Costa *et al.*, 2016) e distribuição dos jovens (Bentes *et al.*, 2016). Em cultivo, alguns estudos avaliaram características do ciclo de muda (Hayd *et al.*, 2008; Hayd, 2007), desenvolvimento larval (Maciel, 2007; Araújo e Valenti, 2005), influência do ciclo lunar na reprodução e tempo de incubação de ovos da espécie (Basto *et al.*, 2017), assim como o potencial econômico destes empreendimentos no Brasil (Brown e Ismael, 2010; Kutty e Valenti, 2010; Moraes-Valenti e Valenti, 2010).

Como exemplo de efeitos regionais sobre populações de camarões, temos que os camarões da região Amazônica apresentam diferença no tamanho entre os sexos, decorrente das fêmeas realizarem ecdises pré e pós-desova. Os machos podem atingir comprimento maior, sendo que, em geral, o crescimento dos crustáceos de água doce é similar entre os sexos até a maturidade (Flexa *et al.*, 2005).

1.3. Biologia reprodutiva

Os camarões palaemonídeos podem ser classificados em dois grupos de acordo com o desenvolvimento larval: camarões com desenvolvimento larval completo, que incluem muitos estágios larvais e; camarões com desenvolvimento larval abreviado

(Magalhães, 1988). Dentro dessa classificação, o *M. amazonicum* pertenceria ao grupo de espécies continentais e estuarinas com desenvolvimento larval completo (Holthus, 1952), e sua reprodução pode variar de acordo com temperatura, precipitação e características hidrológicas (Rocha, 2010).

O ciclo de vida do *M. amazonicum* é compreendido pelas fases de ovo, larva, juvenil e adulto. No período reprodutivo, o macho deposita o espermátforo na região abdominal de fêmeas. Posteriormente, as fêmeas exteriorizam os óvulos, que são fecundados ao passar pela massa de espermatozoides. Os ovos então formados, ficam aderidos aos pleópodos no abdômen das fêmeas durante o período de incubação, de 12 a 18 dias (Rego *et al.*, 2004, Basto *et al.*, 2017).

O conhecimento de aspectos da biologia reprodutiva do *M. amazonicum* constitui uma ferramenta básica para a elaboração de estratégias adequadas de manejo, conservação e exploração (Flexa *et al.*, 2005), sendo essencial para caracterizar o tamanho de maturidade sexual de fêmeas e machos, fecundidade, período de reprodução, relação direta entre o número de ovos por fêmea, época de desova, recrutamento de juvenis e o potencial reprodutivo da espécie. Na região norte, tem-se dados sobre: fecundidade e fertilidade (Silva *et al.*, 2009, Lima *et al.*, 2014), estratégias reprodutivas (Bentes *et al.*, 2011), desenvolvimento ovocitário (Chaves e Magalhães, 1993) e influência do ciclo lunar na reprodução e tempo de incubação de ovos da espécie (Basto *et al.*, 2017). Informações sobre período reprodutivo, fecundidade, tamanho e volume de ovos de *M. amazonicum* podem, por exemplo, ser utilizados para estimar o pico de reprodução da espécie na região Amazônica (Bentes *et al.*, 2011).

Os estudos reprodutivos do *M. amazonicum* é de importância fundamental, para a elaboração de estratégias de manejo para exploração racional dos estoques naturais, reduzindo os riscos do seu esgotamento. Tal manutenção dos estoques naturais beneficia a população de pescadores, garantindo renda e trabalho, além de promover o desenvolvimento sócio econômico da região (Vieira, 2003).

1.4. Ectoparasitos de camarão

Parasitas podem influenciar negativamente a alimentação e a taxa de crescimento dos hospedeiros, além de reduzir as condições corporais e a qualidade de organismos aquáticos, interferindo na sua produtividade e comercialização (Delgado *et al.*, 2011; Corrêa *et al.*, 2018).

Os camarões, tanto de água salgada quanto de água doce, naturalmente albergam parasitas em seus órgãos internos e externos, atuando como hospedeiros definitivos, intermediários ou paratênicos para algumas espécies (Lester, 2005). As principais classes de parasitas de ocorrência em organismos aquáticos são os Protozoa (endoparasitos e ectoparasitos monóxenos), os Trematoda (endoparasitos e ectoparasitos heteróxeno), os Cestoda (endoparasitos heteróxeno), os Nematódea (endoparasitos heteróxeno), os Isopoda (Crustacea) (ectoparasitos monóxeno), os Hirudínea (ectoparasitos heteroxeno) e os Monogenea (endoparasitos e ectoparasitos monóxeno) (Thatcher, 2006; Pavanelli *et al.*, 2008).

Há considerável registro de endoparasitas em camarão de água doce (Martorrelli, 1992; Paul *et al.*, 2010; Mandal *et al.*, 2015), mas não de ectoparasitas, sendo o registro mais comum de isópodes do gênero *Probopyrus* Giard e Bonnier, 1888 (Isopoda: Bopyridae), que se albergam, principalmente, em camarões de água doce dos gêneros *Macrobrachium*, *Palaemon* e *Palaemonetes* (Markham, 1985; Ponce-Palafox *et al.* 2006).

As espécies de *Probopyrus* na câmara branquial de camarões apresentam preferência por parasitar somente umas das brânquias do hospedeiro (Guzman e Romano, 1983). Em ambiente natural, há registro da incidência desse grupo de ectoparasita de 17% a 30% dos hospedeiros (Bunkley-Williams e Williams, 1995).

A infecção do parasita ocorre quando a larva do isópode se fixa a um camarão pequeno e cresce junto com ele, pois o comprimento do parasito é proporcional ao comprimento do hospedeiro (Román-Contreras, 1991). A ação patogênica desses ectoparasitas se deve à presença de mandíbulas modificadas com estruturas especializadas para fixação (ganchos) (Boos *et al.*, 2012). O consumo parasitário excessivo da hemolinfa do camarão pode debilitar o hospedeiro e leva-lo à morte, mas na maioria dos casos, o parasita promove danos superficiais na câmara braquial, e principalmente na estrutura reprodutiva dos hospedeiros, comprometendo a sua capacidade reprodutiva (Corrêa *et al.*, 2018).

Para o gênero *Macrobrachium*, há somente o registro de espécies do gênero *Probopyrus* como crustáceos ectoparasitas. As principais espécies encontradas são *P. floridensis* Richardson, 1904 parasitando *M. potiuna* Muller, 1880 (Masunari *et al.*, 2002) no estado de São Paulo (Rocha e Bueno, 2000), *P. bithynis* Packard, 1879 parasitando o *M. amazonicum* Heller, 1862 (Olga, 1990) no rio Tocantins e o *P. pandolicola* Packard, infectando seis espécies de camarões ao redor do mundo (Bunkley-Williams e Williams, 1995) (Tabela 1). Na região amazônica, este é o segundo estudo tratando do tema em áreas distintas. A importância de estudar ectoparasitas em *M. amazonicum* na foz e no baixo rio Amazonas está intrinsecamente relacionada ao potencial aquícola que o camarão apresenta e ao risco que futuros cultivos comerciais podem ser submetidos. Espécie em confinamento frequentemente sofrem de estresse e esta condição pode propiciar mais incidência de parasitoses, ou mesmo maximizar os dados que o parasitismo pode trazer aos hospedeiros.

Tabela 2- Registro de *Probopyrus pandolicola* em camarões (Bunkley-Williams e Williams 1995).

Espécies	Localidade geográfica	Referência (s)
<i>M. acanthurus</i>	Rio Escondido, Nicarágua	Richardson (1905)
	Rio Paraíso, Panamá	Richardson (1912)
	Rio Cacoyuguin, Cuba	Holthuis (1977)
	Rio Tortuguero, Costa Rica	Markham (1985)
<i>M. amazonicum</i>	Rio Curaçao	Markham (1985)
	Rio Orinoco, Venezuela	Markham (1985)
<i>M. carcinus</i>	Canal do Panamá, Panamá	Richardson (1912)
<i>M. olfersii</i>	Rio Guaos, Cuba	Rathbun (1912)
	Rio La Rosa, Colômbia	Pearse (1915)
	Rio San Cristobal, R. Dominicana	Markham (1985)
<i>M. sp.</i>	Rio St. Croix, USVI	Nierstrasz e Brender (1929)
<i>P. northropi</i>	Baía da Ascensão, México	Markham (1985)

Assim, considerando a real importância econômica e social do *M. amazonicum* para populações tradicionais do Norte, suas formas de comercialização e o potencial uso

desta espécie na elaboração de produtos e subprodutos em escala industrial. A presente dissertação buscou investigar alguns aspectos da bioecologia de *Macrobrachium amazonicum*, incluindo a composição da dieta natural deste camarão, sua susceptibilidade a diferentes atrativos na captura, bem como a estrutura populacional, biologia reprodutiva e a ocorrência e relação dos ectoparasitas desta espécie em populações oriundas da foz e baixo rio Amazonas, contribuindo com a ampliação do conhecimento sobre a espécie em ambiente natural amazônico.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Caracterizar a composição da dieta natural do *Macrobrachium amazonicum* e sua susceptibilidade a diferentes atrativos na captura, bem como a estrutura populacional, biologia reprodutiva e a ocorrência e relação do ectoparasita desta espécie em populações oriundas da foz e baixo rio Amazonas.

2.2. Específicos

- Investigar o hábito alimentar natural do *M. amazonicum* na região do baixo rio Amazonas;
- Avaliar a eficiência de três atrativos (arroz cozido, sardinha enlatada e farelo de babaçu) na captura de *M. amazonicum*;
- Descrever aspectos da estrutura populacional e biologia reprodutiva (abundância, tamanho de machos, tamanho de fêmeas, razão sexual, número de ovos em fêmeas, período reprodutivo e tamanho da primeira maturação sexual) de *M. amazonicum* da foz e baixo rio Amazonas;
- Identificar as espécies de ectoparasitas em *M. amazonicum* em populações da foz e baixo rio Amazonas;
- Analisar prevalência, abundância média de ectoparasitas de *M. amazonicum*;
- Determinar o fator de condição relativo de camarões parasitados e não parasitados em populações da foz e baixo rio Amazonas.

3. CAPÍTULO 1

Dieta natural de *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) e eficiência de iscas para sua captura no baixo rio Amazonas, Pará, Brasil

Sting Silva DUARTE^{1,*}; Jô de Farias LIMA²; Sheila Regina Marques COUCEIRO³

Manuscrito submetido para a revista científica Acta Amazonica (Qualis B2 em Biodiversidades).

Dieta natural de *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) e eficiência de iscas para sua captura no baixo rio Amazonas, Pará, Brasil

Sting Silva DUARTE^{1, *}; Jô de Farias LIMA²; Sheyla Regina Marques COUCEIRO³

¹Mestrando em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos – PPG-RACAM, Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Invertebrados Aquáticos - LETIA, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas - ICTA, Universidade Federal do Oeste do Para - UFOPA. Av. Mendonça Furtado, 2.946 - Fátima, 68040470 - Santarém, Pará, Brasil.

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Amapá. Rodovia Juscelino Kubitschek, km 5, n°2600, CEP: 68906-970, Caixa Postal 10, Phone: (96) 4009-9546. Macapá, Amapá, Brasil.

³Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Invertebrados Aquáticos - LETIA, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas - ICTA, Universidade Federal do Oeste do Para - UFOPA. Av. Mendonça Furtado, 2.946, CEP 68040470, Santarém, Pará, Brasil.

* Autor correspondente: Sting S. Duarte. E-mail: stingduarte@gmail.com

3.1. RESUMO

Embora *Macrobrachium amazonicum* seja um camarão de água doce nativo, com ampla exploração pesqueira, importância econômica e potencial para aquicultura, pouco se conhece sobre sua dieta natural e hábitos alimentares. Objetivo do estudo foi apresentar informações sobre hábito alimentar do *M. amazonicum* em ambiente natural e avaliar a eficiência de três atrativos (arroz cozido, sardinha enlatada e farelo de babaçu) desta espécie na região do baixo rio Amazonas, Pará. A análise do conteúdo estomacal foi direcionada à quatro categorias alimentares: matéria orgânica particulada fina (MOPF), matéria orgânica particulada grossa (MOPG), matéria vegetal particulada (MVP) e material vegetal identificado incluindo restos de folhas, raízes; e invertebrados (INV), usando a frequência de ocorrência (FO), método de pontos (MP) e índice alimentar (FI).

Para avaliação da eficiência dos atrativos, foram utilizados três tratamentos, T1 -arroz cozido, T2 - sardinha enlatada e T3 - farelo do fruto babaçu. Os dados da frequência de ocorrência e o método dos pontos revelaram que o item alimentar MOPF foi o de maior importância no conteúdo estomacal desta espécie com 87,95%. Em relação a eficiência dos atrativos, os dados revelaram que o número médio e biomassa total por captura foi estatisticamente diferente entre os tratamentos, sendo maior no atrativo que utilizaram farelo de babaçu (indicar o valor de p). Os resultados indicam que *M. amazonicum* pode ser considerado como um onívoro (generalista oportunista). Em relação ao tipo de atrativo, o farelo de babaçu demonstrou ser mais indicado em relação ao custo-benefício econômicos e produtividade do que arroz cozido ou sardinha enlatada para a captura da espécie.

Palavras chaves: Camarão-da-Amazônia, hábito alimentar, atrativos.

3.2. INTRODUÇÃO

Camarões de água doce, especialmente do gênero *Macrobrachium* (Bate, 1868), possuem grande importância econômica, sendo considerados uma fina iguaria (Cavalcante e Castro 2014). No Brasil, *M. amazonicum* (Heller 1862) é o principal camarão de água doce explorado comercialmente nas regiões Norte e Nordeste (Bentes *et al.* 2011; Alcântara e Kato 2016; Lima *et al.* 2016; Ramos *et al.* 2016).

A pesca desta espécie na região amazônica ocorre de modo artesanal, durante o ano todo, sendo os meses de julho a dezembro, os de maior captura (Vieira 2003). Nas capturas são utilizados diversos artefatos de pesca, incluindo armadilhas fixas tipo covão, regionalmente denominadas de matapis, que utilizam iscas alimentares para atrair os camarões (Bentes *et al.* 2014; Lima 2014).

O farelo de babaçu (*Orbignya speciosa*) é um dos atrativos mais utilizados na captura do *M. amazonicum* (Vieira e Araújo-neto 2006; Silva *et al.* 2012; Bentes *et al.* 2014). Farelo de outros frutos de palmeiras como murumuru, inajá e buriti, restos de peixes, resíduos da mandioca e de caranguejos também são utilizados (Silva *et al.* 2012; Bentes *et al.* 2014). Em Santarém-PA, até mesmo, bolinhos de arroz cozido e sardinha enlatada são utilizados. Apesar dos custos no orçamento dos pescadores, até o momento

poucos estudos têm abordado a eficiência das iscas na captura de camarões (Bentes *et al.* 2014).

Comparações entre metodologias de coleta e tipos de atrativos são importantes para melhorar a eficiência de captura, demonstrando forte relação entre as taxas de captura, tamanho do apetrecho e o tipo de isca (Kutka *et al.* 1992; Bentes *et al.* 2014). Além do custo com aquisição, a escolha do tipo de ingrediente deve considerar as características tróficas da espécie (Sanches e Sebastiani 2009). Dados sobre dieta natural em espécies de *Macrobrachium*, têm demonstrado que o gênero apresenta capacidade de metabolização de itens alimentares de origem animal e vegetal, sendo, por tanto, caracterizados como onívoros oportunistas (Carnevali *et al.* 2012; Pereira *et al.* 2017, Lima *et al.* 2014).

A análise do conteúdo estomacal auxilia no conhecimento trófico das espécies, permitindo relacionar a dieta desses organismos aos locais de ocorrência, padrões de abundância e de desenvolvimento (Coelho e Ramos-Porto 1985; Almeida Neto e Freire 2017). Tais informações podem contribuir também para escolha de iscas mais adequadas a captura das espécies.

O presente estudo teve como objetivo determinar o hábito alimentar do *M. amazonicum* em ambiente natural e avaliar a eficiência de três atrativos (arroz cozido, sardinha enlatada e farelo de babaçu) na captura desta espécie na ilha de Marrecas, região do baixo rio Amazonas, Pará.

3.3. MATERIAL E MÉTODOS

Área de coleta

Os camarões utilizados no presente estudo foram coletados na região do baixo rio Amazonas, especificamente na Ilha das Marrecas (02°12'19.3"S e 054°46'17.9"W) (Figura 1) que fica a 30 km de distância do centro da cidade de Santarém, Pará. O local é caracterizado por um ambiente de reduzida correnteza e menor profundidade se comparado ao leito central do rio Amazonas, além de apresentar disponibilidade de habitats como bancos de macrófitas.

O clima na região de coleta é caracterizado como quente e úmido, típico de ambientes tropicais, apresentando dois períodos sazonais: período seco, ocorrendo entre os meses de julho a dezembro e, período chuvoso, ocorrendo de janeiro a junho (Almeida 2010). Esses períodos coincidem com a vazante e águas baixas e enchentes e águas altas, respectivamente, do rio Amazonas na região, com uma variação média total de 7 m de profundidade (Almeida 2010).

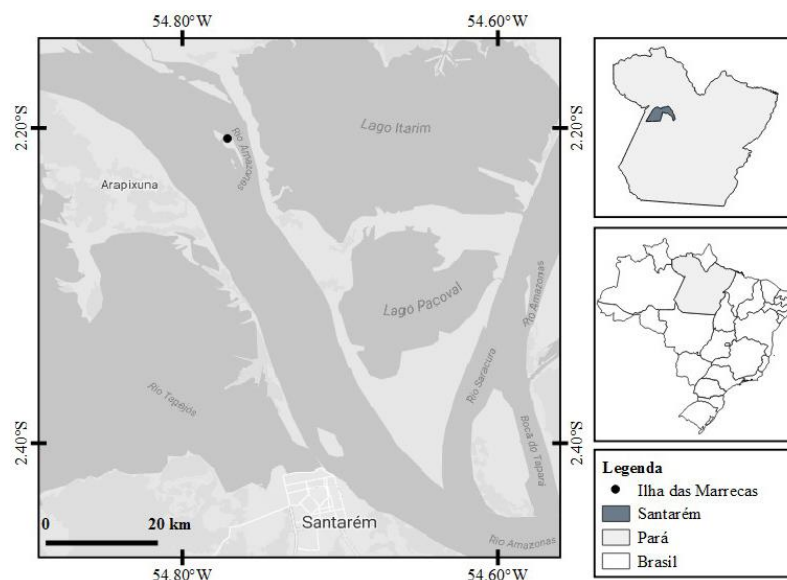


Figura 1 - Local de coleta de *M. amazonicum*, em frente a ilha das Marrecas, no baixo rio Amazonas, Santarém, PA.

Coleta e tratamento de dados

Dados limnológicos foram coletados para caracterizar o ambiente. Junto a estes, foram coletados dois conjuntos de dados biológicos: um conjunto de dados para avaliação da dieta natural de *M. amazonicum*, obtido nos meses de junho e novembro de 2017, e outro conjunto de dados, para determinar a eficiência de diferentes atrativos (iscas) na captura de *M. amazonicum*, obtido entre novembro de 2017 a maio de 2018. Ambas coletas de dados foram realizadas utilizando matapís (covo cilíndrico confeccionado artesanalmente utilizando cipós e palmeiras da várzea Amazônica, com 50 cm de comprimento, 25 cm de diâmetro e, uma distância entre as talas de 5 mm) (e.g. Lima *et al.* 2016), submersos no rio Amazonas ao entardecer (17:30 h) por um período de 12 h.

Para análise da dieta natural do *M. amazonicum* foram utilizados cinco matapís/mês contendo farelo de babaçu (30 g) como atrativo, o qual foi devidamente

envelopado em sacos plásticos perfurados e protegidos por uma mini gaiola para evitar o contato dos camarões. Para avaliação da eficiência dos atrativos, foram utilizados três matapís/mês, sendo um para cada atrativo: T1 -arroz cozido, T2 - sardinha enlatada e T3 - farelo do fruto babaçu [*Orbignya speciosa*]). Os atrativos foram colocados em sacos plásticos perfurados, presos a parte interna das armadilhas, de forma a ficarem disponíveis para os camarões.

No laboratório todos os camarões capturados passaram pelo processo identificação taxonômica, sexagem e biometria. A identificação taxonômica seguiu Melo (2003). A sexagem foi determinada com base na presença ou ausência do apêndice masculino observado no endopodito do segundo par de pleópodo de cada camarão. A biometria incluiu o registro do comprimento padrão – CP (distância medida entre a base do pedúnculo ocular e a extremidade do telson anotada em mm) (Lima *et al.* 2014) com auxílio de paquímetro analógico (125MEB-6/200, Starfer Itu-Sp, precisão de 0,05 mm Brasil) e da massa úmida total (g) obtida com auxílio uma balança digital semi-analítica (AD 330, Marte, precisão de 0,001 g Santa Rita do Sapucaí-MG, Brasil). Para o estudo da dieta natural, os camarões foram categorizados em grupos de diferentes classes de comprimento. Enquanto no estudo dos atrativos, os camarões foram divididos nas categorias jovens e adultos. Foram considerados jovens todos os camarões com tamanho inferior a menor fêmea ovígera encontrada e adultos todos os camarões que apresentaram tamanho igual ou superior a menor fêmea ovígera (Lima *et al.* 2014).

Do total capturado nos meses de junho e novembro de 2017, 90 camarões (45 camarões/mês) foram selecionados aleatoriamente para o estudo da dieta natural. O acesso ao estômago e conteúdo foi realizado por dissecação dorsal do cefalotórax com auxílio de tesoura e um estereomicroscópio (ZEISS, STEMI, Göttingen, Germany), placas de Petri, tesoura e pinças (Lima *et al.* 2014). Os estômagos foram classificados visualmente conforme o grau de enchimento (repleção), segundo a escala: 0 (vazio), 1 (parcialmente vazio - volume ocupado até 25%), 2 (parcialmente cheio - entre 25% e 75%) e 3 (completamente cheio - entre 75% e 100%) (Lima *et al.* 2014). Em seguida, cada estômago foi aberto e seu conteúdo disposto em uma lâmina quadriculada (10 por 10 mm) visualizada em microscópio óptico (NOVA 107-T, com aumento de 100 x). Foram contabilizadas as ocorrências de quatro categorias: matéria orgânica particulada fina (MOPF), todas as partículas orgânicas não identificáveis com tamanho menor que 1 mm; matéria orgânica particulada grossa (MOPG), todas as partículas orgânicas não

identificáveis com tamanho superior a 1 mm, matéria vegetal particulada (MVP), todo material vegetal identificado incluindo restos de folhas e raízes; e invertebrados (INV), incluindo partes de moluscos, oligoquetas, protozoários, insetos aquáticos, micro e macro crustáceos. Grãos de areia não foram considerados itens alimentares, por esta razão não foram quantificados pelo método de pontos e índice de importância alimentar, somente foram considerados na análise de frequência de ocorrência.

Análise dos dados

Dieta natural

Os dados obtidos durante a avaliação do conteúdo estomacal de *M. amazonicum* foram analisados qualitativamente e quantitativamente pela frequência de ocorrência (FO) e métodos dos pontos (MP) (Williams 1981; Wear e Haddon 1987, Branco e Moritz-Jr 2001) e complementados pelo índice alimentar (IA_i) de Kawakami e Vazzoler (1980).

A frequência de ocorrência (FO) foi determinada pela frequência percentual do número de estômagos com determinado item alimentar, em relação ao número total de estômagos com alimento, conforme a expressão abaixo (Williams 1981):

$$\mathbf{FO} = \frac{bi}{N} \times 100$$

Onde: bi = número de estômagos que contém o item “ i ”; N = número total de estômagos com alimento.

O método dos pontos proposto por Williams (1981) e Wear e Haddon (1987) avalia a contribuição relativa de cada item, no volume total de alimento em um determinado estômago, sendo subjetivamente atribuída uma escala de pontos com cinco categorias: 1) < 5% = 2,5 pontos; 2) 5 – 35% = 25 pontos; 3) 35 – 65% = 50 pontos; 4) 65 – 95% = 75 pontos; 5) > 95% = 100 pontos. O número de pontos que cada item recebeu foi relativo ao grau de repleção do estômago no qual se encontrava. Esta atribuição consiste em multiplicar o número de pontos por um valor dependente das classes de repleção: classe 3 (cheio) = 1,00; classe 2 (quase cheio) = 0,60 e classe 1 (parcialmente preenchido) = 0,20. Os estômagos pertencentes à classe 0 (vazio) foram desconsiderados por possuírem pouco ou nenhum item alimentar em seu interior.

O total percentual de pontos para cada item foi calculada segundo a fórmula abaixo:

$$MP = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} \cdot 100$$

Onde: a_{ij} = número de pontos que cada item “ i ” obteve nos estômagos “ j ” de cada animal; A = número total de pontos para todos os itens.

Para efeito de comparação e de melhor compreensão da importância de cada categoria trófica foi utilizado o índice alimentar (I_{ai}) proposto por Kawakami e Vazzoler (1980) que combina os dois métodos de informações quantitativas e qualitativas, calculado de acordo com a fórmula:

$$I_{ai} = \frac{FO.MP}{\sum_{i=1}^n (FO.MP)}$$

Onde: I_{ai} = índice alimentar, ($i=1, 2, \dots, n$) determinado item alimentar; FO = Frequência de ocorrência do item “ i ”; MP = pontos do item “ i ”.

Para verificar a possível ocorrência de diferenças significativas entre a frequência relativa de alimento consumido por sexo, foi utilizado o teste qui-quadrado χ^2 (Ludwig e Reynolds 1988) a nível de 5%, conforme fórmula a seguir:

$$\chi^2 = \sum [(F_x - E_x)^2 / E_x]$$

Onde: F_x = frequência observada; E_x = frequência esperada.

Os dados de comprimento e massa, bem como os percentuais de conteúdo estomacal dos camarões analisados foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov ($p=0,05$) para avaliar se a distribuição de dados está dentro da curva de normalidade e, ao teste de Levene ($p=0,05$) para verificar sua homocedasticidade. Como os dados de comprimento e massa e percentuais de conteúdo estomacal, não seguiram as premissas

de normalidade e homocedasticidade os mesmos foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (Zar 1999).

Atrativos

Os dados de comprimento, massa, abundância e biomassa obtidos no experimento de avaliação das iscas, foram similarmente submetidos ao teste de normalidade e homocedasticidade (Zar 1999). Como tais dados apresentaram distribuição normal e homocedasticidade, foram utilizados Análise de variância (Anova, $p < 0,05$) para verificar a ocorrência de diferenças significativas desses dados entre as iscas testadas (Zar 1999).

3.4. RESULTADOS

Variáveis abióticas

As variáveis temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, turbidez e pH foram relativamente similares nos meses de junho e novembro. Por outro lado, estas variáveis nos meses de novembro a maio, mostraram uma pequena oscilação, provavelmente em razão do aumento das chuvas e da água do rio (Tabela 1).

Tabela 1 - Variação de temperatura, oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE), pH e turbidez da água de superfície durante as coletas do *M. amazonicum*, na ilha das Marrecas-PA, nos meses de junho e novembro de 2017, e novembro de 2017 a maio de 2018.

Experimento	Período de coleta	Temperatura (°C)	OD (mg L ⁻¹)	CE (μS cm ⁻¹),	pH	Turbidez (NTU)
Dieta Natural	Junho	29,50	3,05	47,10	8,10	63,70
	Novembro	30,80	2,37	54,70	8,47	80,70
Média±Desvio padrão		30,15±0,92	2,71±0,48	50,90±5,37	8,29±0,26	72,2±12,02
Atrativos	Novembro	30,80	2,37	54,70	8,47	80,70
	Dezembro	29,90	5,32	58,00	7,70	94,00
	Janeiro	30,10	5,13	56,30	8,15	88,70

Fevereiro	29,80	5,29	58,30	8,43	89,90
Março	29,10	4,78	59,50	8,47	70,80
Abril	30,60	2,16	43,10	8,10	64,80
Maio	30,40	3,80	40,50	8,43	56,17
Média±Desvio padrão	30,10±0,57	4,12±1,37	52,91±7,78	8,25±0,29	77,87±14,27

Dieta natural

Dentre os 90 camarões utilizados para análise do conteúdo estomacal, somente 2,2% apresentaram estômago completamente cheio (entre 75% e 100%), 82,2% deles estavam com estômagos parcialmente cheio (entre 25% e 75%), 12,2% estavam com estômago parcialmente vazio (< 25%) e, 3,33% estavam com estômago vazio. Embora não tenha sido contabilizado pelo método de pontos como item alimentar, grãos de areia foram observados nos estômagos de 76,7% dos animais analisados.

A frequência de ocorrência e o método dos pontos revelaram que o item alimentar MOPF foi o de maior ocorrência no conteúdo estomacal do *M. amazonicum*, com 87,95% e os invertebrados, o item de menor ocorrência com 2,61%, respectivamente com maior e menor índice de importância na dieta da espécie, pois seus valores não demonstram diferenças significativas (Tabela 2).

Tabela 2 - Porcentagem total da frequência de ocorrência (FO), dos métodos dos pontos (MP) e índice alimentar (IAi) dos itens alimentares presentes nos estômagos de *M. amazonicum* no do baixo rio Amazonas.

Itens Alimentares	FO (%)	MP (%)	IAi (%)
Invertebrados	29,07	7	2,61
MOPF	97,67	70	87,95
MOPG	29,07	12	4,48
MVP	34,88	11	4,93
Areia	76,74	----	---

Não foi observado diferença significativa na preferência alimentar de machos e fêmeas (Tabela 3). Em relação ao tamanho dos camarões, não houve diferenças

significativas na porcentagem de consumo de invertebrados ou de MOPF, MOPG e MVP (Figura 2A-D).

Tabela. 3 - Teste de frequência percentual do método dos pontos para as categorias alimentares na dieta natural para machos e fêmeas de *M. amazonicum* no do baixo rio Amazonas.

Itens	MP		χ^2 calculado	χ^2 tabelado ($\alpha = 0,05$; gl=1)
	Machos	Fêmeas		
Invertebrados.	8,00	6,20	0,23	3,84
MOPF	72,10	69,50	0,05	3,84
MOPG	11,10	11,80	0,02	3,84
MVP	8,70	12,50	0,68	3,84
Total	100	100	---	

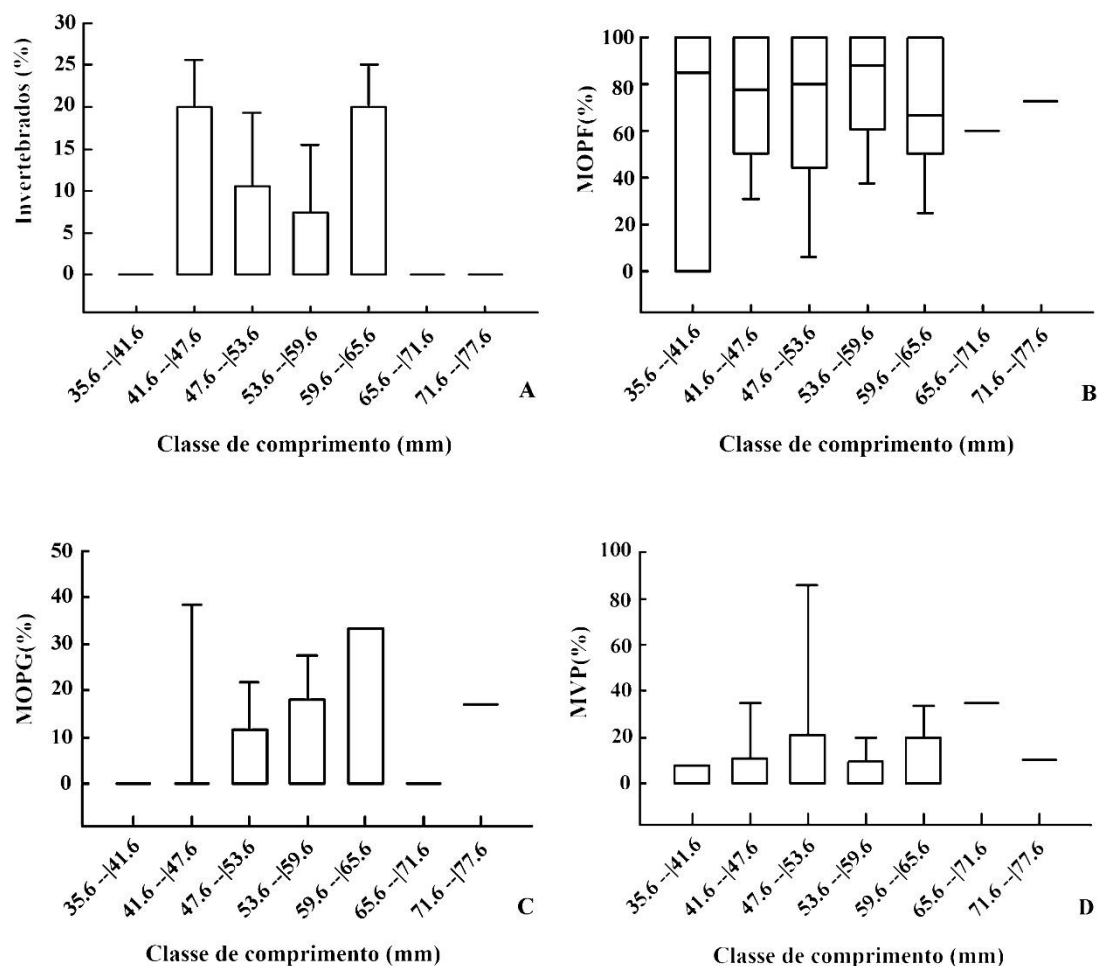


Figura 2 - Consumo percentual das categorias alimentares por intervalo de classe de comprimento dos camarões *M. amazonicum*. A – Invertebrados, B – Matéria Orgânica Particulada Fina (MOPF), C – Matéria Orgânica Particulada Grossa (MOPG) e D – Material Vegetal Particulado (MVP).

Atrativos para captura de *M. amazonicum*

Foram capturados e analisados 404 camarões (Tabela 4). O número médio de camarões e a biomassa total por captura foi estatisticamente diferente entre os tratamentos, sendo maior nas iscas que utilizaram farelo de babaçu (F (2,5), gl = 6, $p < 0,001$; F (7,5), gl = 6, $p < 0,002$; Figura 3.A-B, respectivamente). Por outro lado, o percentual de jovens e adultos, tamanho médio e massa média dos camarões coletados em cada atrativo não apresentaram diferenças estatísticas significativas (Tabela 4).

A produtividade média por captura foi $39,51 \pm 14,89$ g para o arroz, $47,16 \pm 16,99$ g para a sardinha enlatada e $83,79 \pm 18,74$ g para o farelo de babaçu. O custo por cada 30 g de isca foi de R\$ 0,18 para arroz, R\$ 0,36 para sardinha e R\$ 0,27 para babaçu. Inferindo um melhor custo-benefício para a farinha do babaçu (Figura 3.A-B).

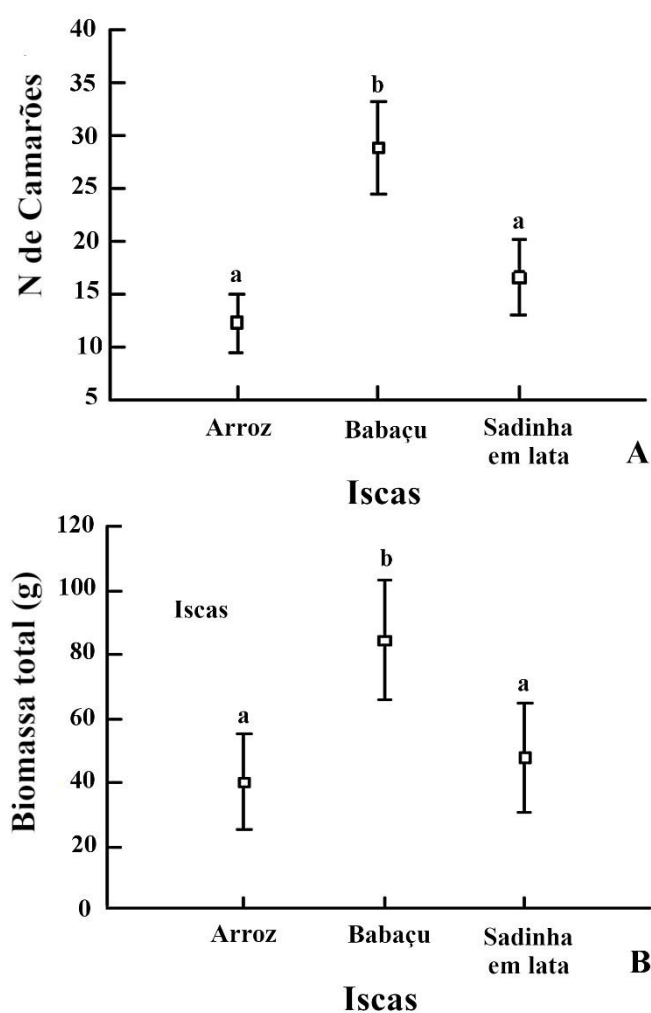


Figura 3 - O número médio de captura (A) e a biomassa (B) de *M. amazonicum* por iscas amostradas em Marrecas entre novembro de 2017 e maio de 2018.

Tabela 4 - Percentual de jovens e adultos, média e desvio padrão do tamanho e massa de camarões *M. amazonicum* coletados com diferentes iscas na ilha de Marrecas-PA, entre novembro de 2017 e maio de 2018.

Isca	Número de camarões	Adultos (%)	Jovens (%)	Tamanho (mm)	Massa (g)
Arroz	86	91,86	8,14	58,88 ± 6,38	3,27 ± 1,35
Babaçu	202	92,57	7,43	56,96 ± 3,20	2,98 ± 0,52
Sardinha	116	94,83	5,17	56,50 ± 3,28	2,78 ± 0,46

3.5. DISCUSSÃO

Variáveis abióticas

A disponibilidade de alimento pode interferir na competição e abundância de uma espécie (Janas e Barańska 2008). Assim, presume-se que as condições ambientais e nutricionais aqui registradas, não interferiram na abundância dos camarões capturados em ambos experimentos na ilha das Marrecas-PA, pois a produtividade de pesca registrada ficou próximo aos valores médios de 100 g/matapí na região de Manaus (Odinetz-Collart 1993). Superiores ao valor médio de 55 g/matapí obtido nas áreas próximas ao estado do Amapá (Lima 2014) e inferior aos 280 e 350 g/matapí na região de Cametá, município localizado no Nordeste paraense (Odinetz-Collart 1993). Esta diferença pode estar relacionada a variações na pressão dos estoques pesqueiros de *M. amazonicum* que é diretamente afetada pelo número de pescadores e frequência de captura, a qual é consideravelmente maior nas áreas próximas ao estado do Amapá, alcançando cerca de 7 mil famílias de pescadores (Lima *et al.* 2016), do que provavelmente atuam na ilha das Marrecas-PA e na região de Manaus, sendo, portanto, considerados áreas de menor impacto pesqueiro.

Dieta natural

O período de menor ou maior atividade alimentar de uma espécie refletem maiores ou menores frequências de estômagos com alimento (Branco e Moritz-Junior 2001). No presente estudo, 84,4% dos machos e fêmeas de *M. amazonicum* examinados

apresentaram estômagos com alimento, indicando a presença ou quantidade adequada de alimento para os mesmos, na ilha das Marrecas.

Dados sobre a dieta natural de diversas espécies de camarões de água doce têm demonstrado que estes animais possuem hábito alimentar voltado para detritivoria, onivoria ou carnivoria oportunista (Janas e Barańska 2008; Jimoh *et al.* 2011; Melo e Nakagaki 2013; Lima *et al.* 2014). Estudos realizados sobre o hábito alimentar de *M. amazonicum* de populações do rio Pandeiros, no Mato Grosso do Sul (Aguiar 2016), do rio Amazonas próximo a região de Manaus (Odinetz-Collart 1993) e no presente estudo reforçam a ideia de que esta espécie é onívora (generalista oportunista), porém com um importante componente carnívoro.

A matéria orgânica particulada fina é um dos principais recursos disponível no leito de ambientes aquáticos (Almeida 2010), oriundo da MOPG que é rapidamente reduzida por processos físicos e biológicos (Bentes 2011). O alto consumo de MOPF também foi observado para outros camarões do gênero *Macrobrachium* como *M. amazonicum* no rio Pandeiros, Minas gerais (Aguiar 2016) e *M. brasiliense* coletados no riacho Curral de Arame, em Mato Grosso do Sul (Melo e Nakagaki 2013), inferindo que este é um importante item da dieta de camarões.

O consumo de MOPF assim como de MOPG, MVP ou invertebrados independeu do comprimento dos camarões. Tanto juvenis quanto adultos de *M. amazonicum* demonstraram comportamento alimentar onívoro, sendo observados diversos itens no conteúdo estomacal dessa espécie.

Uma forte relação entre o tipo de dieta e a fase de desenvolvimento tem sido observada em diferentes grupos de crustáceos (Janas e Barańska 2008, Jimoh *et al.* 2011). Neste estudo não houve diferença significativa entre a composição dos itens alimentares nas classes de comprimento dos camarões, embora o consumo dos itens tenha se elevado com o aumento do comprimento padrão do *M. amazonicum*. O aumento do consumo alimentar conforme o comprimento dos camarões também foi observado para *M. brasiliense* coletados no riacho Curral de Arame, em Mato Grosso do Sul (Melo e Nakagaki 2013).

A ocorrência de areia no estômago de camarões tem sido registrada tanto em espécies marinhas quanto em espécies de água doce (Heales 2000; Branco e Moritz-Junior 2001; Jimoh *et al.* 2011; Jonas e Barańska 2008; Melo e Nakagaki 2013; Lima *et al.* 2014), sugerindo que a ingestão da areia faz parte do hábito alimentar destes animais.

Embora, Haefner-Jr (1990) considere a areia como uma importante fonte de carbonato na dieta de crustáceos, alguns autores não considerem a areia como um componente de valor nutritivo e muitas vezes deixam de contabilizá-la em seus estudos (Janas e Barańska 2008; Melo e Nakagaki 2013).

As circunstâncias que levam os crustáceos a ingerir areia tem sido foco de várias discussões no meio científico. De um lado, alguns cientistas defendem a teoria de que a ingestão de areia ocorre de forma acidental, associada a ingestão de outros itens (Branco e Moritz-Junior 2001; Jimoh *et al.* 2011), enquanto outros especialistas apontam que a ingestão de areia ocorre de forma proposital, com o intuito de auxiliar o processo de maceração do alimento (Mantelatto e Cristofolletti 2001, Lima *et al.* 2014). Nas espécies do gênero *Macrobrachium*, a estratégia de ingerir areia para auxiliar no processo de maceração dos alimentos, ocorre em resposta à ausência de moinho gástrico (Lima *et al.* 2014). Embora não tenham sido contabilizados neste trabalho como item nutricional, grãos de areia foram encontrados em mais de 76% dos estômagos analisados, reforçando a ideia de que este seja um componente comum no hábito alimentar do gênero.

Atrativos para captura de *M. amazonicum*

O farelo de babaçu tem sido utilizado na pesca de *M. amazonicum* em várias regiões da Amazônia, como no rio Tocantins-TO (Odinetz-Collart 1993), na ilha Trambioca, Barcarena-PA (Simonian 2006), no município de Afuá-PA (Vieira e Araújo-Netto 2006) e na ilha de Mosqueiro-PA (Silva *et al.* 2012). Assim como o arroz cozido ou a sardinha enlatada (e.g. Teixeira e Couto 2012; Silva *et al.* 2012).

No presente estudo, o farelo de babaçu apresentou maior eficiência para coleta de *M. amazonicum*, capturando em média o dobro da massa úmida total desses camarões em relação ao atrativo arroz cozido e sardinha enlatada. O arroz cozido (20%) e a sardinha enlatada (20,32%) apresentam valores proteicos maiores que o farelo de babaçu (18,86%) (Walter *et al.* 2008, De Freitas *et al.* 2015), o que seria mais nutritivo para os camarões, visto que estes na fase de pós-larva e adulta precisam entre 27 e 35% da sua dieta composta por proteína (Zimmermann 1998). Porém, o farelo de babaçu apresenta característica aromática (Lopes *et al.* 2010), que provavelmente seja mais atrativa aos camarões do que o arroz cozido ou a sardinha enlatada, uma vez que estes utilizam quimiorrecepção e mecanorecepção para identificação de partículas alimentares (Ache 1982).

Independentemente do atrativo utilizado, estudos demonstram que na maioria das capturas com matapís, camarões adultos ocorrem em maior abundância (Bentes 2011), especialmente com comprimento entre 54 e 63 mm. A coleta de camarões adultos em detrimento aos camarões jovens e a manutenção de adultos reprodutivos no ambiente são essenciais para a manutenção da população locais da espécie (Lima *et al.* 2014). Assim, o uso de matapís com atrativos para captura de *M. amazonicum* não afeta a capacidade de renovação da espécie por manter indivíduos tanto na fase pré-reprodutiva e reprodutiva.

A maior abundância de fêmeas de *M. amazonicum* em relação a machos é comum em muitos ecossistemas (Lima *et al.* 2014). Apesar de uma elevada razão sexual em favor das fêmeas (2,12 f: 1 m), não houve seletividade pelo atrativo utilizado. Isso provavelmente decorre de camarões machos e fêmeas ocuparem o mesmo habitat durante o ciclo de vida, explorando os mesmos recursos (Queiroz 2013; Lima *et al.* 2014). A não seletividade sexual, assim como o já discutido para o comprimento dos camarões, sustenta não haver problemas no uso de farelo de babaçu, arroz cozido ou sardinha enlatada como atrativos para captura de *M. amazonicum*, com risco de selecionar camarões fêmeas, ocasionando perdas no recrutamento populacional. Além disso, o babaçu apresentou melhor custo/benefício em relação das demais iscas avaliadas.

3.6. AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro conforme processos nº 407698/2013-2 e processo nº 444367/2014-4. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária pelo apoio estrutural e logístico para análise dos dados.

3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, F, P. 2016. *Dinâmica populacional e hábitos alimentares em Macrobrachium sob influência de barragem*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais. 121 p.

- Alcântara, G. d. L. C.; Kato, H. C. A. 2016. Good handling practices of fresh shrimp sold in street fairs of Belém, PA, Brazil. *Journal of Bioenergy and Food Science*, 3: 139-148.
- Almeida, M. C., 2010. *Composição, abundância e pesca da ictiofauna como indicadores do estado de conservação de dois lagos de várzea no baixo rio Amazonas, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Belém. 99 p.
- Almeida-Neto; M.E.; Freire, A.G. 2017. Avaliação de consumo alimentar e textura do exoesqueleto do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Crustacea: Penaeidae) em cultivo comercial, durante o ciclo de muda. *Instituto de Pesca, São Paulo*, 33: 147-156.
- Ache, B. 1982. Chemoreception and thermoreception, p. 369-398. In: H.L. Atwood. & D.E. Sanderman (Ed.). *The Biology of Crustacea*. New York, Academic Press, vol. 3, 479p.
- Bentes, B. S.; Martinelli, J. M.; Souza, L. S.; Cavalcante, D. V.; Almeida, M. C.; Isaac, V. J. 2011. Spatial distribution of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, Pará). *Brazilian Journal of Biology*, 71: 925-935.
- Bentes, B.; Martinelli J. M.; Paes E. T. P.; Fernandes S. C. P.; Paula J. D.; Isaac V. 2014. Experimental study on the efficiency of different types of traps and baits for harvesting *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 36: 383-391.
- Branco, J. O.; Moritz-Jr, H. C. 2001. Alimentação natural do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Decapoda), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. *Revista brasileira de Zoologia*, 18: 53-61.
- Cavalcante, R. M.; Castro, P. M. 2014. Verificação das potencialidades do camarão de água doce *Macrobrachium jelskii* Miers, 1877 com o cultivo em viveiros de tambaqui *Colossoma macropomum* no município de Alto Alegre no Estado de Roraima. *Revista Eletrônica Ambiente, Gestão e Desenvolvimento* 6: 45-53.
- Carnevali, R. P.; Collins, P. A.; Neiff, A. S. G. P. 2012. Trophic ecology of the freshwater prawn, *Pseudopalaemon bouvieri* (Decapoda: Palaemonidae) in Northeastern Argentina, with remarks on population structure. *Revista de Biología Tropical*, 60: 305-316.
- Coelho, P.A. & M. Ramos-Porto. 1985. Camarões de água doce do Brasil: distribuição geográfica. *Revista brasileira de Zoologia*. 2 (6): 405-410.
- De Freitas, M. A. G.; Siqueira, G. B.; Siqueira, F. L. T. 2015. Avaliação do uso do resíduo farelo de babaçu (*Orbignya* sp.) na alimentação de ruminantes. *Interações Campo Grande*, 15: 59-70.

- Haefner-Jr., P.A. 1990. Natural diet of *Callinectes ornatus* (Brachyura: P011unidae) in Bermuda. *Crustacea Biologia*. 10 (2): 236-246.
- Heales D.S. 2000. The feeding of juvenile grooved tiger prawns *Penaeus semisulcatus* in a tropical Australian estuary: A comparison of diets in intertidal seagrass and subtidal algal beds. *Asian Fisheries Science* 13: 97-104.
- Jimoh, A.A.; Clarke, E.O.; Whenu, O.O.; Adeoye, H.B. 2011. Food and feeding habits of the African river prawn (*Macrobrachium vollenhovenii*, Herklots, 1857) in Epe Lagoon, southwest Nigeria. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 3: 10-15.
- Janas U.; Barańska A. 2008. What is the diet of *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Crustacea, Decapoda), a non-indigenous species in the Gulf of Gdańsk (southern Baltic Sea). *Oceanologia*, 50: 221-237.
- Kawakami, E.; Vazzoler, G. 1980. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Boletim Instituto Oceanografia, São Paulo*. 29: 205-207.
- Kutka, F. J.; Richards, C.; Merick, G. W.; Devore, P. W. 1992. Bait preference and trap ability of two common crayfishes in northern Minnesota. *The Progressive Fish-Culturist*, 54: 250-254.
- Lima J. F.; Garcia J. S.; Silva T. C. 2014. Natural diet and feeding habits of a freshwater prawn (*Macrobrachium carcinus*: Crustacea, Decapoda) in the estuary of the Amazon River. *Acta Amazonica*, 44: 235-244.
- Lima, J.F. 2014. Viabilidade de matapís adaptados com diferentes espaçamentos entre talas sobre a captura do camarão da Amazônia (*Macrobrachium Amazonicum* Heller, 1862) no estuário do Rio Amazonas. *Embrapa Amapá-Comunicado Técnico*, 3: 1-3.
- Lima, J.F.; Cintra, I. H.A.; Bastos, A. M.; Damasceno, L. F.; Montagner, D.; Varela E. S. 2016. Caracterização do sistema pesqueiro de produção do camarão-da-Amazônia no Estuário Amazônico. *Embrapa Amapá Documentos*, 95: 44.
- Lopes, J. M., Pascoal, L. A. F., Silva Filho, F. P. D., Santos, I. B., Watanabe, P. H., Araújo, D. D. M., ... & Oliveira, P. D. S. 2010. Farelo de babaçu em dietas para tambaqui. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 11(2).
- Ludwig, J.A.; Reynolds, J.F. 1988. *Statistical ecology*. 1ª ed. New York: John Wiley, 337p.
- Mantelatto, F. L. M.; Christofolletti, R. A. 2001. Natural feeding activity of the crab *Callinectes ornatus* (Portunidae) in Ubatuba Bay (São Paulo, Brazil): influence of season, sex, size and molt stage. *Marine Biology* 138:585-594.
- Melo, G. A. S. 2003. *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil*. 1ª ed. Loyola, São Paulo, 289-415p.

- Melo, M. S.; Nakagaki, J. M. 2013. Evaluation of the feeding habits of *Macrobrachium brasiliense* (Heller, 1862) in the Curral de Arame stream (Dourados/Mato Grosso Do Sul, Brazil). *Nauplius* 21: 25-33.
- Odinetz-Collart, O. 1993. Ecologia e Potencial pesqueiro do camarão-canela, *Macrobrachium amazonicum*, na Bacia Amazônica. *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e desenvolvimento da Amazônia*. INPA. 2: 147-166.
- Pereira, J.A; Castro, P.M; Costa, F.Z; Santo, M.A.L. 2017. Camarões de água doce (Crustacea: Decapoda) que ocorrem no igarapé Água Boa, municípios de Alto Alegre e Boa Vista, Roraima. *Boletim do Museu Integrado de Roraima* (ONLINE), 11: 39-44.
- Queiroz, L. F. S. 2013. Biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) no reservatório da Pedra do Cavalo Rocha, S.S. 2010. Diferença entre dois métodos de coleta utilizados na captura de crustáceos decápodes em um rio da Estação Ecológica Juréia-Itatins, São Paulo. *Iheringia, Séria. Zoolologica*. 100: 116-122.
- Ramos, A. S.; Pereira, L. d. J. G.; Cintra, I. H. A.; Bentes, B. S. 2016. Etnoconhecimento de pescadores artesanais de *Macrobrachium rosenbergii* em campos alagados de uma região Amazônica-Brasil. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, 4: 93-105.
- Silva, B. B.; Cañete, V. R.; Martinelle, J. M.; Isaac, V. J. 2012. Descrição socioeconômica da pesca do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) em um estuário da costa Norte do Brasil: o caso da ilha do Mosqueiro (PA). *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 25(1).
- Simonian, L. T. L. 2006. Pescadoras de camarão: gênero, mobilização e sustentabilidade na ilha Trambioca, Barcarena, Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 1:35-52.
- Teixeira, R.R; Couto, E. C. G. 2012. Crustacea Decapoda capturados através de coleta passiva em um trecho do Rio dos Mangues (Porto Seguro – BA). *Biotemas*, 25: 149-156.
- Vieira, I. M. 2003. *Bioecologia e pesca do camarão Macrobrachium amazonicum (Heller, 1862) no baixo Rio Amazonas-AP*. Dissertação Mestrado em Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 153p.
- Vieira, I. M.; Araújo-Neto, M. D. 2006. Aspectos da socioeconomia dos pescadores de camarão da ilha do Pará (PA) e arquipélago do Bailique (AP). *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 19: 85-94.
- Walter, M.; Marchezan, E.; Avila, L. A. D. 2008. Arroz: composição e características nutricionais. *Ciência Rural*, 38: 4.
- Wear, R. G.; Haddon, M. 1987. Natural diet of the crab *Ovalipes catharus* (Crustacea, Portunidae) around central and northern New Zealand. *Marine Ecology Progress Series*, 35: 39-49.

- Williams, M. J. 1981. Methods for analysis of natural diet in portunid crabs. (Crustacea: Decapoda: Portunidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 52:103-113.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. ed. Fourth Edition. Prentice-Hall, Inc. United States of America. 663 p.
- Zimmermann, S. 1998 Manejo de alimentos e da alimentação dos camarões. In: Valenti, W. C. (Ed.). *Carcinicultura de água doce: tecnologia para produção de camarões*. Brasília: *IBama*. 239-268.

4. CAPÍTULO 2

Estrutura populacional do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (Crustacea, Palaemonidae) em duas regiões do rio Amazonas, Brasil

Sting Silva DUARTE^{1,*}; Sheyla Regina Marques COUCEIRO²; Jô de Farias LIMA³

Manuscrito em preparação para a revista científica Acta Amazonica (Qualis B2 em Biodiversidades).

Estrutura populacional do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em duas regiões do rio Amazonas, Brasil

Sting Silva DUARTE^{1,*}; Sheyla Regina Marques COUCEIRO²; Jô de Farias LIMA³

¹Mestrando em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos – PPG-RACAM, Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Invertebrados Aquáticos - LETIA, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas - ICTA, Universidade Federal do Oeste do Para - UFOPA. Av. Mendonça Furtado, 2.946 - Fátima, 68040470 - Santarém, Pará, Brasil.

²Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Invertebrados Aquáticos - LETIA, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas - ICTA, Universidade Federal do Oeste do Para - UFOPA. Av. Mendonça Furtado, 2.946, CEP 68040470, Santarém, Pará, Brasil.

³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Amapá. Rodovia Juscelino Kubitschek, km 5, n°2600, CEP: 68906-970, Caixa Postal 10, Phone: (96) 4009-9546. Macapá, Amapá, Brasil.

*Autor correspondente: Sting S. Duarte. E-mail: stingduarte@gmail.com

4.1. RESUMO

Macrobrachium amazonicum é uma espécie de camarão nativo da América do Sul, amplamente distribuída e explorada por pescadores artesanais no Norte e Nordeste do Brasil, com grande potencial para aquicultura. Este estudo teve como objetivo analisar a estrutura populacional de *M. amazonicum*, com ênfase na razão sexual, distribuição de frequência de tamanho de machos e fêmeas, considerando ainda período chuvoso e seco nas áreas de estudo. Para isso foram realizadas coletas mensais de maio de 2017 a abril de 2018 com auxílio de matapis e farinha de babaçu como atrativo em duas localidades, Mazagão e ilhas das Marrecas. Um total de 6.796 (4.163 fêmeas e 2.633 machos) foram capturados, com média mensal de 531,66 espécimes. A proporção entre os sexos em ambas as áreas foi favorável às fêmeas com 1,32 ♀:1♂ ($X^2 = 76,58$; $P < 0,001$) no Mazagão e 2,34 ♀:1♂ ($X^2 = 394,26$; $P < 0,001$) na Ilha Marrecas. Tanto no Mazagão quanto na Ilha de Marrecas, a abundância esteve fortemente relacionada à precipitação, sendo o período menos chuvoso, de julho a outubro, o de maior captura. A maior parte dos camarões machos capturados no Mazagão apresentaram comprimento de 43,4 a 49,4 mm e comprimento de 49,4 a 55,4 mm para as fêmeas. Já na Ilha das Marrecas, a maior parte dos machos de camarões apresentou comprimento de 61,4 a 67,4 mm e 49,5 a 55,4

mm para as fêmeas. Os camarões da Ilha das Marrecas apresentaram comprimento maior que os capturados no Mazagão, esta diferença no tamanho padrão pode ser explicada pela pressão pesqueira, mais representativa no Mazagão do que na Ilha das Marrecas. Apesar dessa pressão pesqueira no Mazagão, as áreas se mostraram favoráveis para o crescimento da espécie.

PALAVRAS-CHAVE: morfometria, razão sexual, camarão-da-Amazônia água branca, estuário, rio.

4.2. INTRODUÇÃO

O entendimento da variabilidade das populações de crustáceos em diferentes ambientes fornece informações dos hábitos e características dos ciclos de vida das espécies relacionados ao ambiente, permitindo a compreensão da estabilidade ecológica dos camarões (Bentes *et al.* 2016), sendo informações básicas para o manejo da pesca ou ainda para a aquicultura. Informações sobre a frequência de tamanho de espécimes machos e espécimes fêmeas, razão sexual, distribuição dos indivíduos, estrutura etária de uma população podem, por exemplo, ser utilizadas para explicar variações sazonais no tamanho, estratégias reprodutivas e potencial produtivo (Silva 2007).

Nesse aspecto, estudos populacionais sobre *M. amazonicum* (Heller 1862) são especialmente importantes, visto a importância científica e comercial da espécie nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (Alcântara e Kato 2016; Lima *et al.* 2016; Ramos *et al.* 2016), sendo explorado nos estados do Amazonas, Pará e Amapá pela pesca artesanal e populações indígenas (Lima *et al.* 2014 Bentes *et al.* 2016). De modo geral, as populações de *M. amazonicum* são caracterizadas por terem variações na estrutura populacional, podendo haver diferença na distribuição dos indivíduos durante todos os meses do ano (Sampaio *et al.* 2007). No entanto, pressões pesqueiras da espécie podem levar a exploração não sustentável na região Amazônica (Lucena-Fredou *et al.* 2010, Freire *et al.* 2012, Bentes *et al.* 2014, Lima *et al.* 2014).

Desta forma, este estudo foi realizado para verificar a estrutura populacional com ênfase na razão sexual e distribuição de frequência de tamanho do *Macrobrachium amazonicum* nas regiões da foz e baixo rio Amazonas.

4.3. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Os espécimes de *M. amazonicum* foram coletados mensalmente de maio de 2017 a abril de 2018 em duas áreas: Mazagão (00°15'39,9"S e 051°20 '42,3"W), localizado na foz do rio Amazonas, estado do Amapá e ilha Marrecas, localizada em um complexo de ilhas no baixo rio Amazonas (02°12'19,3"S e 054°46 '17,9"W), estado do Pará (Figura 1). O Mazagão apresenta diversos canais de drenagem, com tamanhos e profundidades variáveis. A área está sujeita a inundação diária por influência da maré, com formação de uma grande diversidade de micro habitats. A vegetação é típica da várzea amazônica, densa com grandes e largas faixas de macrófitas ao longo da margem do rio.

Na ilha das Marrecas, a vegetação é semelhante à observada no Mazagão, com densas, grandes e largas faixas de macrófitas ao longo do leito do rio Amazonas. No entanto, a hidrodinâmica é diferente, na ilha dos Marrecas, a influência das variações na profundidade das águas são anuais, causadas pelas chuvas que ocorrem no período de inverno com aumento no nível da água. Estas inundações naturais causam ciclos de erosão, transporte e deposição de sedimentos, com modificação morfológica anual na sistemática do leito do rio (Farias e Carneiro 2012).

Ambas as áreas apresentam clima Equatorial úmido, com dois períodos sazonais demarcados por um período chuvoso de dezembro a junho e um período menos chuvoso (seco) julho a novembro. Para auxiliar o estudo com dados atualizados da sazonalidade local, dados mensais de precipitação pluviométrica foram obtidos do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Coletas dos camarões

Para as coletas dos camarões foram utilizadas vinte armadilhas artesanais denominadas “matapís” (covo cilíndrico confeccionado artesanalmente utilizando cipós e palmeiras da várzea Amazônica, com 50 cm de comprimento, 25 cm de diâmetro e, uma distância entre as talas de 5 mm) iscados com 50 g de farinha de babaçu (*Orbignya speciosa*). As armadilhas foram armadas em “ baião” (fixas em varetas ao fundo do rio)

(Araújo *et al.* 2014) submergidas no rio Amazonas ao entardecer (17:30 h) por um período de 12 h. Os espécimes capturados foram devidamente etiquetados e preservados em sacos plásticos contendo álcool etílico hidratado (70%).

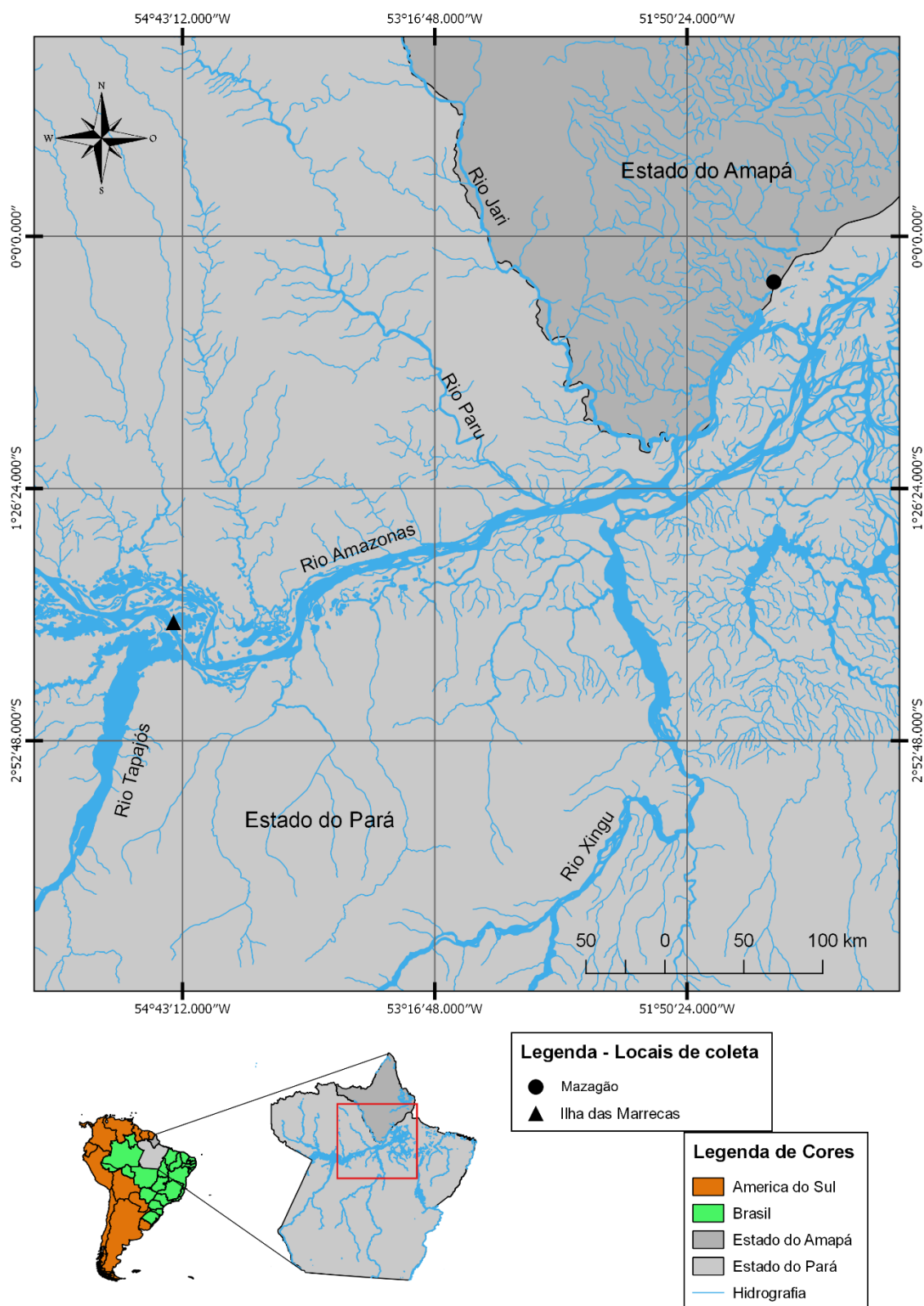


Figura 1. Localização das áreas de coleta de *Macrobrachium amazonicum* na foz e baixo Amazonas entre maio de 2017 e abril de 2018. (●) Mazagão, (▲) Ilha das Marrecas.

Análise dos camarões

No laboratório, os camarões passaram pelo processo de identificação taxonômica, sexagem e biometria. A identificação taxonômica foi obtida de acordo com Melo (2003). A sexagem foi determinada com base na presença ou ausência do apêndice masculino observado no endopodito do segundo par de pleópodo de cada camarão. A biometria incluiu o registro do comprimento padrão – CP (distância medida entre a base do pedúnculo ocular e a extremidade do telson dada em mm) obtido com auxílio de paquímetro analógico (125MEB-6/200, Starfer Itu-Sp, precisão de 0,05 mm Brasil) e a (MT) massa úmida total (g) obtida com auxílio uma balança digital semi-analítica (AD 330, Marte, precisão de 0,001 g Santa Rita do Sapucaí-MG, Brasil). Os espécimes com o tamanho inferior ao menor macho identificável foram considerados sexualmente indeferidos e, os camarões com tamanho inferior a menor fêmea ovígera, foram considerados camarões juvenis (Lima et al., 2014). Amostras do material coletado foram depositadas na coleção de crustáceos do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA).

Análise de dados

Para verificar a normalidade e homocedasticidade dos dados foi aplicado os testes Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente, com auxílio do software BioEstat 5.0® (AYRES *et al.* 2007).

A razão sexual foi determinada para cada mês e em cada local de coleta, utilizando o teste do qui-quadrado (X^2 ; $\alpha = 0,05$) de acordo com ZAR (1999). O teste t foi aplicado para verificar diferenças da razão sexual entre os locais de coleta. O teste ANOVA foi aplicado para verificar diferenças entre o comprimento padrão de machos e fêmeas durante o período estudado. Outro teste *t* de Student também foi aplicado para verificar diferenças no comprimento padrão entre sexo e locais de coleta. Para verificar se houve relação entre a precipitação e a abundância mensal de camarão por área de estudo foi realizada uma análise de regressão simples (ZAR 1999).

4.4. RESULTADOS

Foram capturados 6.796 camarões, dos quais 4.132 (60,8%) no Mazagão e 2.664 (39,2%) na ilha das Marrecas. O número total de camarões capturados no Mazagão foi maior do que na ilha de Marrecas ($P < 0,05$), na maioria dos meses do estudo, exceto nos meses de junho e abril de 2018 (Figura 2). De modo geral, houve um padrão de maior captura de *M. amazonicum* durante o período menos chuvoso (julho a outubro), particularmente capturando camarões adultos (Figuras 2 e 3), nas duas áreas amostradas.

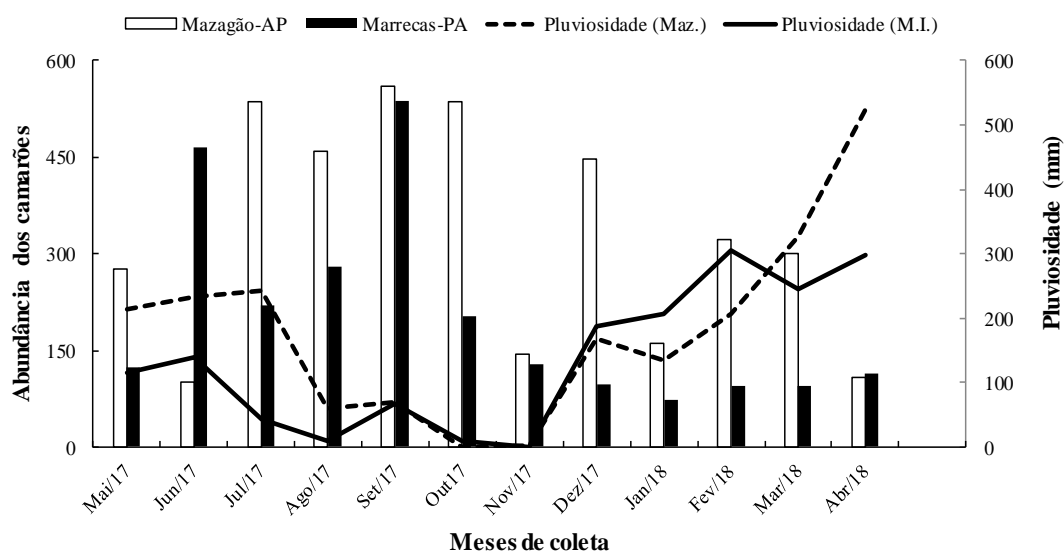


Figura 2. A relação da chuva com abundância do *M. amazonicum* (Heller 1862) capturados no período de maio 2017 a abril de 2018 no Mazagão - AP e ilha das Marrecas - PA.

O teste qui-quadrado mostrou que a proporção sexual foi significativamente diferente da esperada (1:1) na ilha das Marrecas ($X^2 = 394,26$; $P < 0,001$) e Mazagão ($X^2 = 76,58$; $P < 0,001$), com $2,34 \text{♀} : 1 \text{♂}$ e $1,32 \text{♀} : 1 \text{♂}$ respectivamente. No Mazagão, *M. amazonicum* apresentou diferenças significativas em relação a proporção esperada exceto nos meses, maio, julho, agosto e setembro de 2017 e janeiro de 2018. Por outro lado, na ilha das Marrecas diferenças na razão sexual foi observada em todos os meses de coleta (Tabela 1).

A distribuição mensal de juvenis, machos e fêmeas adultos variou dependendo do período e em ambas as áreas de estudo (Figura 3A-B). No Mazagão, camarões machos e fêmeas adultos apresentaram dominância alternada nos dois períodos sazonais. Os camarões machos adultos demonstraram dominância nos meses (maio, julho, agosto, setembro) e os camarões fêmeas adultas nos meses (dezembro a abril). Enquanto na ilha das Marrecas, camarões fêmeas adultas foram mais abundantes que os machos adultos no período mais chuvoso (janeiro a abril) e igualmente abundantes no período com pouca chuva (julho a dezembro).

Tabela 1. Valores de qui-quadrado e razão sexual de *M amazonicum* amostrados em Mazagão e ilha das Marrecas entre maio de 2017 a abril de 2018.

Meses	Mazagão				Ilha Marrecas				Áreas Agrupadas			
	♀	♂	X ²	Ratio	♀	♂	X ²	Ratio	♀	♂	X ²	Ratio
mai/17	131	136	2,63	0,82:1	91	32	28,30	2,8:1*	216	184	2,6	1,17:1
jun/17	143	33	0,49	1,14:1*	350	115	118,76	3,04:1*	404	162	103,5	2,49:1*
jul/17	153	172	1,80	0,88:1	130	90	7,27	1,44:1*	413	342	6,7	1,20:1*
ago/17	220	221	0,08	0,97:1	172	108	14,63	1,59:1*	398	340	4,6	1,17:1*
set/17	290	236	7,81	1,26:1*	354	184	53,72	1,92:1*	666	430	50,8	1,54:1*
out/17	456	320	21,40	1,5:1*	152	50	51,50	3,04:1*	473	264	59,3	1,79:1*
nov/17	220	50	11,11	1,76:1*	90	38	21,31	2,36:1*	182	90	31,1	2,02:1*
dez/17	299	138	64,51	2,23:1*	79	19	36,73	4,15:1*	388	158	96,9	2,45:1*
jan/18	82	59	2,99	1,31:1	58	15	25,33	3,86:1*	150	85	18,0	1,76:1*
fev/18	186	112	17,52	1,60:1*	67	27	17,02	2,48:1*	265	150	31,9	1,76:1*
mar/18	176	101	17,28	1,63:1*	74	21	29,57	2,48:1*	260	135	39,6	1,92:1*
abr/18	147	51	0,45	0,87:1*	88	27	32,36	3,25:1*	138	84	13,1	1,64:1*

* Diferenças significativas do teste de qui-quadrado, P <0,05.

Os camarões juvenis foram encontrados em todos os meses do ano, nas duas regiões, apresentando um pico de recrutamento nos meses de junho e julho no Mazagão e nos meses de junho, setembro, outubro e março na ilha das Marrecas, com captura entre 35 a 45% dos juvenis (Figura 3A-B).

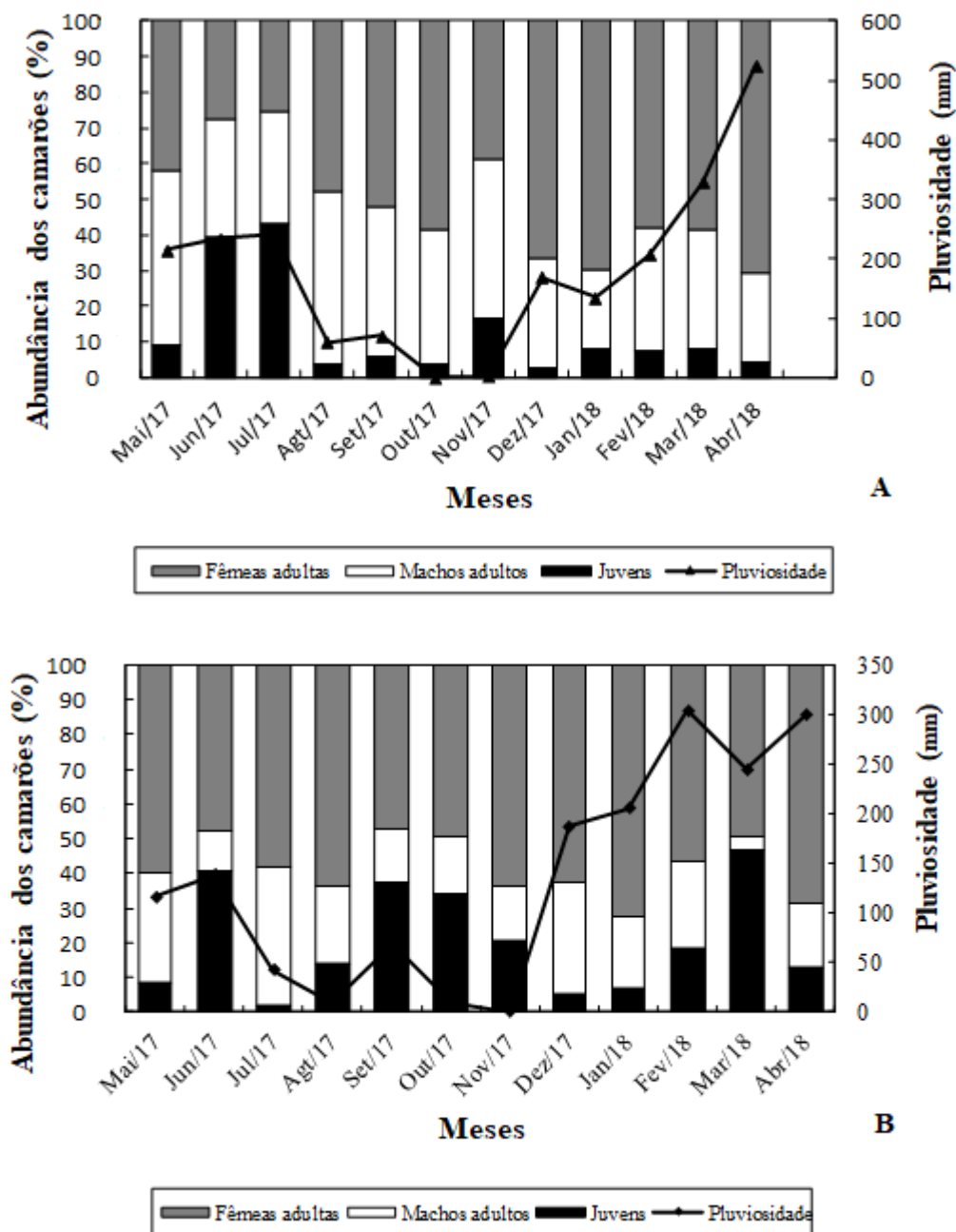


Figura 3. Distribuição mensal da frequência relativa de juvenis, fêmeas e machos adultos de *M. amazonicum* (Heller 1862) capturados em maio de 2017 e abril de 2018 na foz do Mazagão - AP (A) e ilha das Marrecas - PA (B).

No Mazagão, os camarões machos foram abundantes na classe de comprimento de 43,4 a 49,4 mm, e a maioria dos camarões fêmeas se concentraram na classe de comprimento 49,4 a 55,4 mm. Na ilha das Marrecas, os camarões machos se apresentaram mais abundantes na classe de comprimento 61,4 a 67,4, e a maioria dos camarões fêmeas

se concentrou na classe de comprimento 49,5 a 55,4 mm (Tabela 2). A análise de variância mostrou diferenças significativas nos comprimentos padrão de machos, fêmeas e camarões totais entre os locais, mas não entre os meses de coleta (Figura 4). Os machos capturados na ilha das Marrecas apresentaram comprimento padrão maior que os machos capturados no Mazagão nos meses de maio e outubro de 2017 e fevereiro e abril de 2018 (Figura 4 A), assim como, as fêmeas capturadas na ilha das Marrecas apresentaram comprimento padrão maior que as fêmeas capturadas no Mazagão entre os meses de junho e setembro de 2017 e março e abril de 2018 (Figura 4B). Nos meses de novembro e dezembro de 2017 e janeiro de 2018 (Figura 4C), os camarões totais capturados no Mazagão apresentaram comprimento maior, que os camarões oriundos da ilha das Marrecas.

Tabela 2. Distribuição de frequência do camarão *Macrobrachium amazonicum* em classes de tamanho (CP), coletadas entre maio de 2017 e abril de 2018 no Mazagão - AP e ilha de Marrecas.

Classe (CP, mm)	Mazagão				Marrecas			
	Adulto		Juvenis		Adulto		Juvenis	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
31,4—37,4	-	-	70	123	-	-	70	125
37,4—43,4	276	345	-	-	-	-	64	110
43,4—49,4	469	361	-	-	25	165	-	-
49,4—55,4	237	601	-	-	107	638	-	-
55,4—61,4	303	529	-	-	125	499	-	-
61,4—67,4	202	315	-	-	206	235	-	-
67,4—73,4	112	15	-	-	50	59	-	-
73,4—79,4	111	2	-	-	51	56	-	-
79,4—85,4	7	5	-	-	15	18	-	-
85,4—91,4	10	14	-	-	12	11	-	-
91,4—97,4	7	10	-	-	10	6	-	-

97,4—03,4	0	8	-	-	5	2	-	-
Total	1734	2205	70	123	606	1689	134	235

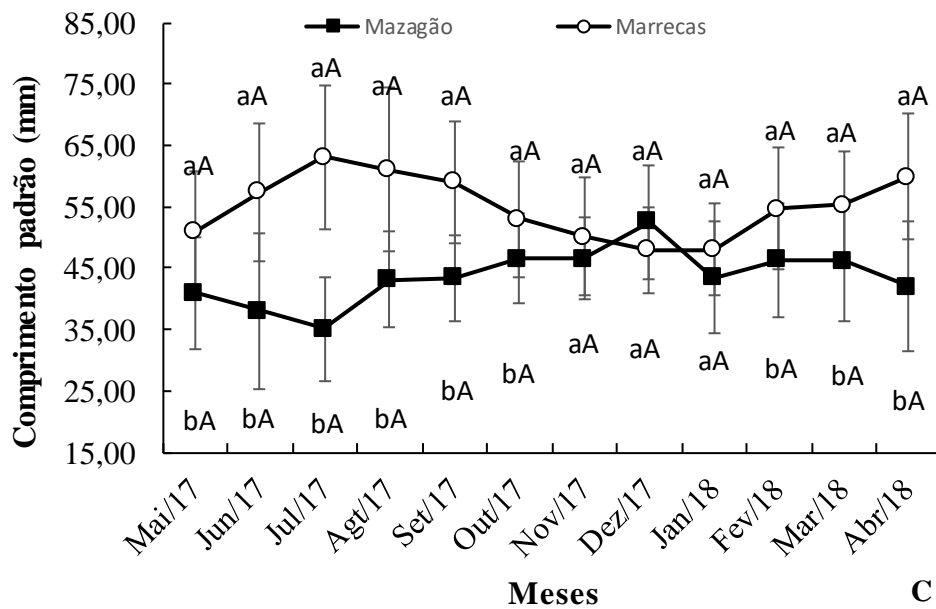
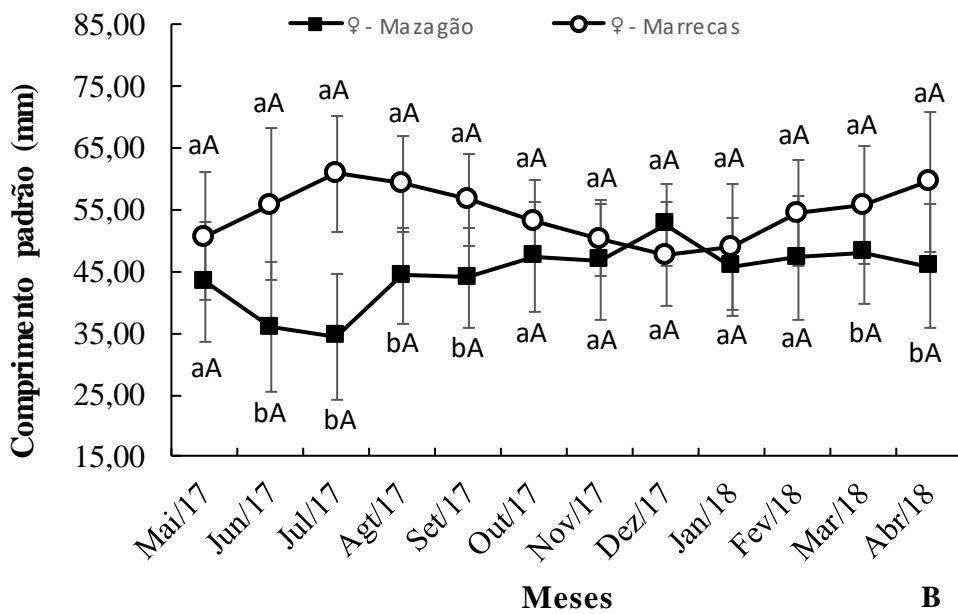
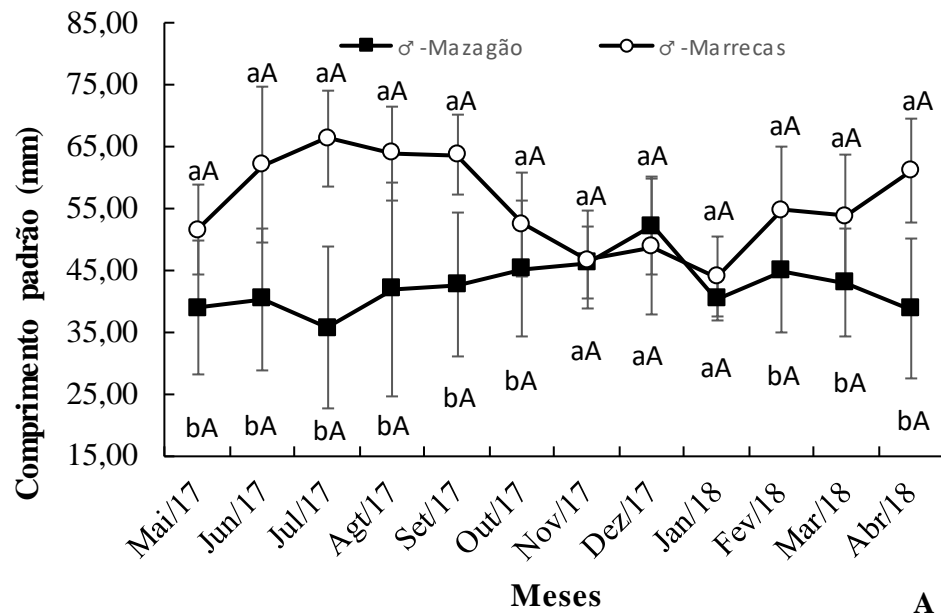


Figura 4. Variação mensal do comprimento padrão entre machos (A), fêmeas (B) e camarões totais (C) de *M. amazonicum* capturados no Mazagão e na ilha Marrecas, entre maio de 2017 e abril de 2018. As letras minúsculas representam diferenças significativas entre os locais de coleta, enquanto letras maiúsculas representa diferença entre os meses.

4.5. DISCUSSÃO

Macrobrachium amazonicum foi mais abundante no Mazagão do que na ilha das Marrecas, exceto nos meses de junho de 2017 e abril de 2018. De modo geral, as áreas costeiras da Amazônia demonstram uma maior abundância desta espécie em comparação com as áreas continentais (Porto *et al.* 2011, Meireles *et al.* 2013, Lima *et al.* 2014). Essa diferença na abundância pode estar associada à quantidade de matéria orgânica suspensa e nutrientes por ocasião da intensa atividade de maré e bioturbação, que favorecem o desenvolvimento de uma notável produtividade de micro invertebrados, algas e matéria orgânica particulada fina nestas áreas. Outro ponto a ser considerado é a proximidade que as áreas estuarinas apresentam com a área oceânica. O *M. amazonicum* é uma espécie eurialina, que tolera uma ampla faixa de salinidade, porém apresenta melhor desempenho no desenvolvimento larval em águas que apresentam certa concentração de salinidade, como evidenciado em cultivos em laboratório (Araujo 2005; Vetorelli 2008; Araujo e valenti 2010; Soeito *et al.* 2016). Apesar de tolerar ampla concentração de salinidade, há mudanças nos estágios larvais desta espécie, que incluem alterações morfológicas nas brânquias e na expressão da bomba de sódio e potássio ATPase (Na⁺, K⁺ ATPase - NKA), que reduzem a sobrevivência das larvas em baixas salinidades (Boudour-Bouchecker *et al.* 2013). Assim, as populações de *M. amazonicum* de áreas estuarinas são favorecidas com melhores condições para completar seu desenvolvimento larval, do que as populações de áreas mais continentais.

Diferenças na abundância entre períodos sazonais é uma tendência particular de cada espécie no gênero *Macrobrachium*. *M. brasiliense* (Heller 1862) (Mantelatto e Barbosa 2005), *M. macrobrachion* (Herklots 1851) e *M. vollenhovenii* (Herklots 1857) (Lawal-Are e Owolabi 2012) apresentam maior abundância na estação chuvosa, diferentemente de *M. iheringi* (Ortmann 1897) (Fransozo *et al.* 2004), *M. ohione* (Smith 1874) (Truesdale e Mermilliod, 1979), *M. tenellum* (Smith 1871) (Román-Contreras

1979), *M. olfersi* (Wiegmann 1836) (Mossolin e Bueno 2003) e *M. amazonicum*, que são claramente mais abundantes durante o período menos chuvoso. O padrão de ocorrência para espécie foi mantido. Tanto no Mazagão quanto na ilha de Marrecas, a abundância esteve fortemente relacionada à precipitação, sendo o período menos chuvoso, de julho a outubro, o de maior captura. Esses resultados corroboram dados amazônicos com pico reprodutivo de *M. amazonicum* coincidente com o período da estação chuvosa (Lima *et al.* 2014) e o período de recrutamento coincidente com a estação seca (Silva *et al.* 2016; Bentes *et al.* 2016).

No presente estudo, a predominância de fêmeas foi observada tanto no Mazagão, quanto na ilha de Marrecas. A predominância de fêmeas parece ser comum no gênero *Macrobrachium* (Antunes; Oshiro 2004; Fransozo *et al.* 2004; Meireles *et al.* 2013). Sendo reportada para populações estuarinas e costeiras de *M. amazonicum* na região amazônica (Silva *et al.* 2007; Sampaio *et al.* 2007; Montoya 2003; Freire *et al.* 2012a; Lima *et al.* 2014). Entretanto, proporção a favor de machos (Mantel; Dundgeon, 2005) e idênticos entre machos e fêmeas (Mattos e Oshiro 2009) podem ser também observadas para o gênero.

Apesar de um predomínio de fêmeas ser algo comum, a média mensal dos valores da razão sexual em favor das fêmeas foi maior na ilha das Marrecas do que no Mazagão e em alguns meses não foi observada diferenças significativas. Desvios na proporção sexual de crustáceos podem ser uma consequência de muitos fatores, incluindo diferenças no tamanho, mortalidade e taxas de nascimento entre machos e fêmeas. Mas fatores como taxas de muda, dispersão, reprodução, migração diferencial, condições ambientais, características geográficas e interferências antrópicas podem ser outras causas (Botelho *et al.* 2001; Lima *et al.* 2014). Como, as características ambientais e disponibilidade de recursos nutricionais são similares entre as duas áreas examinadas, há de se ponderar que a maior abundância de fêmeas na Ilha de Marrecas em relação a Mazagão, pode estar relacionado com a estratégia reprodutiva de *M. amazonicum* adotada para cada região. Na região de ilha de Marrecas existe uma clara redução na disponibilidade de salinidade e ausência de maré, forçando a população daquela área em aumentar o número de fêmeas para que um número maior de larvas consiga fechar seu ciclo e ampliar a disponibilidade de juvenis para dispersão, dando manutenção a população.

A exploração desordenada e intensiva desses camarões é outro fator relacionado com alterações da razão sexual, como observado em populações de *M. amazonicum* da

ilha de Combú no Pará (Silva *et al.* 2002; Lucena-Fredou *et al.* 2010). Mas, em relação a Ilha de Marrecas, onde a pressão pesqueira é bastante incipiente, se comparada a Mazagão, a distorção na abundância de fêmeas não pode ser atribuída a este fato. O fato é que no baixo rio Tocantins (Estado do Pará), após a construção de uma barragem, que isolou a população de *M. amazonicum* daquela área, os camarões foram fortemente afetados tendo como consequências a redução no tamanho médio dos espécimes capturados e praticamente a duplicação da razão sexual em favor das fêmeas (Odinetz-Collart 1991).

Em relação as variáveis biométricas, os camarões jovens e adultos capturados na ilha das Marrecas apresentaram comprimento padrão maior que os camarões capturados no Mazagão, exceto nos meses de novembro e dezembro de 2017 e janeiro de 2018 (Figura 4C). Como que as condições climáticas, ambientais e nutricionais são similares entre Ilha das Marrecas e Mazagão, esta diferença em tamanho padrão pode ser explicada pela pressão pesqueira, que é substancialmente maior na região da foz do rio Amazonas representado pelo Mazagão, do que no baixo rio Amazonas representado por Ilha das Marrecas. Como observado anteriormente, *M. amazonicum* submetido a exacerbada pressão pesqueira pode sofrer alterações na estrutura e dinâmica da população, notado especialmente no tamanho e proporção sexual (Silva *et al.* 2002; Lucena-Fredou *et al.* 2010). Comparando nossos resultados com outros estudos, vemos que o tamanho médio dos camarões capturados no Mazagão é semelhante ao relatado em estudos envolvendo outras áreas estuarinas na região amazônica (e.g. Silva *et al.* 2002, 2007; Bentes *et al.* 2011), e que o tamanho dos camarões capturados na ilha Marrecas apresentaram tamanho semelhantes aos de camarões capturados em áreas mais costeiras (Borges 2003), e em áreas de reservatórios, como o de Rômulo Campos na Bahia (Silva *et al.* 2016).

Na avaliação do recrutamento, pudemos constatar que os camarões jovens entraram constantemente na população em todos os meses. Contudo, houve meses com maior abundância destes indivíduos, sendo estes os meses de junho e julho no Mazagão e junho, setembro, outubro e março na Ilha das Marrecas. A presença de camarões juvenis ao longo do ano, em ambas áreas de estudo, sugere que o recrutamento de *M. amazonicum* é do tipo contínuo. Um padrão contínuo de recrutamento também foi observado em população estuarina e continentais na Ilha de Combú no Pará (Lucena-Fredou *et al.* 2010), na Baía do Guajará, Pará (Bentes *et al.* 2011), no reservatório da usina hidrelétrica de Miranda, rio Araguari-MG (Silva 2014). O recrutamento contínuo dos jovens no

Mazagão e na Ilha das Marrecas, pode ser o reflexo da estratégia reprodutiva de *M. amazonicum* adotada para cada região. Em ambas as áreas examinadas observou-se um predomínio de fêmeas, com reprodução contínua, refletindo no recrutamento constante de jovens em ambas as regiões.

Na região Amazônica, a captura de camarões é realizada principalmente com armadilhas popularmente conhecidas como “matapís” (Costa *et al.* 2016), essa armadilha possui frestas (distância entre talas) muito reduzidas (três milímetros em média) que promovem a captura de camarões imaturos ou em fase inicial de maturação (Lima 2014). Este fato foi evidenciado no Mazagão e na Ilha das Marrecas, onde camarões jovens com tamanho inferior a primeira maturação, foram capturados durante todos os meses do estudo. Similarmente, essa evidencia da corrente pressão de pesca sobre a população de *M. amazonicum* foi observado na ilha do Combú no estado do Pará (Silva *et al.* 2007), na foz do rio Amazonas no estado do Amapá (Lima 2014), onde atual emprego do matapi está afetando a população de *M. amazonicum* (Lucena-Frédou *et al.* 2010), implicando negativamente os estoques naturais da espécie na região.

Tomando como base nossos resultados de captura de jovens e os dados apresentados por Pinto (2005) e Camargo *et al.* (2009), é possível ponderar que a distância atualmente utilizada de 2,0 mm a 5,0 mm entre as talas de matapís empregadas pelos pescadores artesanais da região amazônica não está adequada. O comprimento da primeira maturação (entre 45,0 mm a 60,0 mm) relatado por Guest (1979); Moraes-Riodades e Valenti (2002); Silva *et al.* (2005); Sampaio *et al.* (2007), Lima *et al.* (2014) e Bentes *et al.* (2014) para *M. amazonicum* são menores do que os encontrados no Mazagão e Ilha das Marrecas, indicando que a pesca de camarões nestas áreas, ainda não chegou ao patamar de exploração que as anteriores.

Através dos resultados do presente estudo, recomenda-se o ajuste da distância mínimas de 1 cm entre as talas de matapís, similarmente a proposta estabelecida para o *M. amazonicum* por Camargo *et al.* (2009) e Lima (2014). Visando a redução da pressão pesqueira, alguns estudos têm sugerido alterações nas armadilhas e nas estratégias de captura como é o caso de Camargo *et al.* (2009) e Lima (2014). Além do ajuste na distância entre as talas do matapi, os autores sugerem às autoridades municipais, estaduais e federais, que cuidam do meio ambiente, que estabeleçam o manejo pesqueiro da espécie, indicando o tamanho entre 60 e 70 mm (primeira maturação), como o limite inferior para captura da espécie na região do estuário. Em se tratando de Mazagão e Ilha das Marrecas,

vemos que tais limites de capturas são igualmente adequados. Tal medida resultaria em aumento considerável no número de espécimes em reprodução e, conseqüentemente, aumento no tamanho dos camarões capturados posteriormente, gerando mais renda para pescadores e comerciantes, além de maior satisfação para os consumidores, os quais poderão adquirir produtos de maior porte, mais atrativos para o consumidor.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro conforme processos nº 407698/2013-2 e processo nº 444367/2014-4. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária pelo apoio estrutural e logístico para análise dos dados.

4.7. REFERÊNCIAS

- Araujo, M. C. 2005. *Efeito da salinidade, luminosidade e alimentação na larvicultura do camarão-da-amazônia*. Tese de Doutorado em Aquicultura; Universidade Estadual Paulista. 87p.
- Araujo, M.C. e Valenti, W.C. 2010 Efeito de baixas salinidades sobre larvas de *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae) submetidas à inanição. *Magistra*, 22(1): 191–197.
- Antunes, L.S.; Oshiro, L.M.Y. 2004. Aspectos reprodutivos do camarão de água doce *Macrobrachium potiuna* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) na Sena do Piloto, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21: 261-266.
- Alcântara, G. d. L. C; Kato, H. C. A. 2016. Good handling practices of fresh shrimp sold in street fairs of Belém, PA, Brazil. *Journal of Bioenergy and Food Science*, 3: 139-148.

- Bentes, B. S., Silva, J. C. S., Martinelli-Lemos, J. M., Nahum, V. J. I. 2016. Abundância e relações morfométricas do camarão-da-amazônia-*Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (DECAPODA, PALAEMONIDAE) em um estuário amazônico-costa norte do Brasil. *Biota Amazônia*,6: 1-9.
- Bentes, B.S., Martinelli-Lemos, J.M., Paes, E.T., Fernandes, S.C.P., Paula, J.D, Isaac, V. 2014. Experimental study on the efficiency of different types of traps and baits for harvesting *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. 36: 383-391.
- Bentes, B.S.; Martinelli, J.M.; Souza, L.S.; Cavalcante, D.V.; Almeida, M.C.; Isaac, V.J. 2011. Spatial distribution of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, Pará). *Brazilian Journal of Biology*, 71: 925-935.
- Borges, M. S. 2003. *Distribuição, abundância e biologia reprodutiva de Macrobrachium amazonicum (Heller, 1862) e Macrobrachium jelskii (Miers, 1877) (Crustacea, Decapoda)*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal da Bahia, Itiúba-Bahia. Salvador 87.
- Botelho, E.R.O.; Santos, M.C.F. Souza, J.R.B. 2001. Aspectos populacionais do Guaianum, *Cardisoma guanhumi* Latreille 1825, do estuário do Rio Una (Pernambuco – Brasil). *Boletim Técnico Científico CEPENE*, 9:123-146.
- Boudour-Bouchecker, N.; Boulo, V.; Lorinnebel, C.; Elguero, C.; Grousset, E.; Anger, K.; Charmantier-Daures, M.; Charmantier, G. 2013 Adaptation to freshwater in the palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum*: Comparative ontogeny of osmoregulatory organs. *Cell and Tissue Research*, 353(1): 87–98.
- Cavalcante, R. M., Castro, P. M. 2014. Verificação das Potencialidades do Camarão de Água Doce *Macrobrachium jelskii* Miers, 1877 com o cultivo em viveiros de tambaqui *Colossoma macropomum* no município de Alto Alegre no Estado de Roraima. *Revista Eletrônica Ambiente, Gestão e Desenvolvimento* 6: 45-53.
- Camargo, M.; LEÃO, J.; Oliveira, A.; Márcio, A.; Silva, E.; Acácio, F.; Silva, G.; Sampaio, L.; Viana, M.; Antunes, T.; Silva, W. 2009. Matapi pet: uma nova

- proposta para a exploração sustentável do camarão amazônico *macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). *UAKARI*, 5 (1): 91-96.
- Costa, S, A.D; Matins, C. J; Silva, K.C.A., Klautua, A. C. M., Cintra, I.H.A. 2016. Seletividade do matapi nas capturas de *Macrobrachium amazonicum* no baixo Rio Tocantins, Amazônia, Brasil. *Boletim. Instituto. Pesca, São Paulo*,42(2), 403-417.
- Farias, E.M.B; Carneiro, D.S. 2012. Alterações geomorfológicas no rio Amazonas Santarém/PA. *Revista Geonorte, Edição Especial*, 2(4)72-79.
- Fransozo, A.; Rodrigues, F.D.; Freire, F.A.M. Costa R.C.2004. Reproductive biology of the freshwater prawn *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) in the Botucatu region, São Paulo, Brazil. *Nauplius*, 12: 119 -126.
- Freire, J.L.; Marques, C.B; Silva, B.B. 2012a Estrutura populacional e biologia reprodutiva do camarão-da-Amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller,1862) (Decapoda Palaemonidae) em um estuário da região Nordeste do Pará, Brasil. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 2:65-76.
- Freire, J. L.; Marques, C.B. Silva B.B. 2012b.Crescimento e avaliação do estoque de *Macrobrachium amazonicum* em um estuário do Nordeste do Pará, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 38: 215-229.
- Hartnoll, R. G. Growth1982. In: L. G. ABELE. *The Biology of Crustacea*. Ed. New York, Academic Press, 2: 440p.
- Holthuis, L.B. 1995. The recent genera of the caridean and stenopodiden shrimps (crustácea, DECAPODA), with an appendix on the order Amphionidace Backhuys Publisher, *Netherlands*, 328.
- Lawal-are A.O.; Owolabi, A.T. 2012.Comparative Biology of the Prawns *Macrobrachium macrobrachion* (Herklots) and *Macrobrachium vollenhovenii* (Herklots) From Two Interconnecting Fresh/Brackish Water Lagoons in South-West Nigeria. *Marine Science Research & Development*, 108:8.
- Lima, J.F.; Cintra, I. H.A.; Bastos, A. M.; Damasceno, L. F.; Montagner, D.; Varela E. S. 2016. Caracterização do sistema pesqueiro de produção do camarão-da-Amazônia no Estuário Amazônico. *Embrapa Amapá Documentos*, 95: 44p.

- Lima, J. F.; Silva, L. M. A.; Silva, T. C.; Garcia, J. S.; Pereira, I. S.; Amaral, K, D. S. 2014. Reproductive aspects of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae) in the State of Amapá, Amazon River mouth. *Acta Amazonica*, 44: 245-254.
- Lima, J. D. F. 2014. Viabilidade de matapis adaptados com diferentes espaçamentos entre talas sobre a captura do camarão da Amazônia (*Macrobrachium Amazonicum* Heller, 1862) no estuário do Rio Amazonas. Embrapa Amapá-Comunicado Técnico (INFOTECA-E).
- Lucena-Fredou, F.; Rosa-Filho, J.S.; Nylander-Silva, M.C.N. Azevedo, E. 2010. Population dynamics the river prawns *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (Decapoda, Paleomonidae) on Combú island (Amazon estuary). *Crustaceana*, 83: 277-290.
- Maciél, C.R.; Valenti, W.C. 2009. Biology, Fisheries, and Aquaculture of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum*: A Review *Nauplius*, 17:61-79.
- Mantel, S.K.; Dudgeon, D. 2005. Reproduction and sexual dimorphism of the palaemonid shrimp *Macrobrachium hainanense* in Hong Kong streams. *Journal of Crustacean Biology*, 25: 450-459.
- Mantelatto, F.L.M.; Barbosa, L.R. 2005. Population structure and relative growth of freshwater prawn *Macrobrachium brasiliense* (Decapoda, Palaemonidae) from São Paulo State, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 17: 245-255.
- Mattos, L.A.; Oshiro, L.M.Y. 2009. Estrutura populacional de *Macrobrachium potiuna* (Crustacea, Palaemonidae) no Rio do Moinho, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Biota Neotropica*, 9:81-86.
- Melo, G. A. S. 2003. *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil.*, 1ª ed. Loyola, São Paulo, 289-415p.
- Meireles, A.L, Valenti, W.C & Mantelatto, F.L. 2013. Reproductive variability of the Amazon River, *Macrobrachium amazonicum* (CARIDEA, PALAEMONIDAE): influencea of life cycle on egg production. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(4)718-731.

- Montoya, J.V. 2003. Freshwater shrimps of the Genus *Macrobrachium* associated with roots of *Eichhornia crassipes* (Water Hyacinth) in the Orinoco Delta (Venezuela). *Caribbean Journal of Science*, 39:155-159.
- Mossolin, E. C., Bueno, S.L.S. 2003. Relative growth of the second pereopod in *Macrobrachium olfersi* (Wiegmann 1836) Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 76: 363-376.
- Odinetz-Collart, O. 1993. Ecologia e Potencial pesqueiros do camarão-canela *Macrobrachium amazonicum* na Bacia Amazonica. In: Ferreira, E.J. Santos, G.H, Leão, E.L.M & Olivera, L.A. *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e desenvolvimento da Amazonia* 2:147-166.
- Odinetz-Collart, O. 1991. Stratégie de reproduction de *Macrobrachium amazonicum* en Amazínie Centrale. *Crustaceana*, 61:253-270.
- Porto, L. A. C. 2004. *Estudos morfológicos em populações do complexo Macrobrachium amazonicum (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em diferentes bacias hidrográficas brasileiras*. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo-USP. 149p.
- Pinto, J. M. T. Manejo comunitário de camarões. Manaus: *Ibama; ProVárzea*, 2005. 28p.
- Ramos, A. S.; Pereira, L. d. J. G.; Cintra, I. H. A.; Bentes, B. S. 2016. Etnoconhecimento de pescadores artesanais de *Macrobrachium rosenbergii* em campos alagados de uma região Amazônica-Brasil. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, 4: 93-105.
- Román-Contreras, R. 1979. Contribución al conocimiento de la biología y ecología de *Macrobrachium tenellum* (Smith) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Anales del Instituto Ciencias del Mar y Limnología*, 6:137-160.
- Sampaio, C.M.S.; Silva, R.R.; Santos, J.A.; Sales, S.P. 2007. Reproductive cycle of *Macrobrachium amazonicum* females (Crustacean, Palaemonidae). *Brazilian Journal of Biology*, 67:551-559.
- Silva, K.C.A.; Souza, R.A.L.; Cintra, I.H.A. 2002. Camarão-cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no município de Vigia, Pará, Brasil. *Boletim Técnico-Científico do CEPNOR*, 2:41-73.

- Silva, M.C.N.; Frédou, F.L.; Souto-Filho, J. 2007. Estudo do crescimento do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) da Ilha de Combú, Belém, Estado do Pará. *Amazonia: Ciência e Desenvolvimento*, 2:85-104.
- Silva, A., de Macedo Klautau, A. G. C., Hidenburgo, I., Cintra, A. 2016. Seletividade do matapi nas capturas de *Macrobrachium amazonicum* no baixo Rio Tocantins, Amazônia, Brasil. *Boletim Instituto de Pesca São Paulo*, 42(2): 403-417.
- Sousa, R. da P.; Miranda, K. F.; Freire, J. S. 2011. Manejo comunitário de camarões e sua relação com a conservação da floresta no estuário do Rio Amazonas: sistematização de uma experiência em Gurupá-PA. Belém, PA: *Instituto Internacional de Educação do Brasil*, 76p.
- Soeiro, R. K. S., Rocha, C. P., Maciel, M., Abrunhosa, F. A., & Maciel, C. R. 2016. Relação entre a origem costeira de *Macrobrachium amazonicum* e o nível de salinidade na larvicultura. *Boletim. Instituto de Pesca*, 42(3), 691-703.
- Vetorelli, M. P. 2008. *Salinidade e composição iônica da água na larvicultura do camarão-da-amazônia, Macrobrachium amazonicum*. Tese de Doutorado. Centro de Aquicultura da UNESP. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 123p.
- Truesdale, F.M.; Mermilliod, W.J. 1979. The river shrimp *Macrobrachium ohione* (Smith) (Decapoda, Palaemonidae): Its abundance, reproduction, and growth in the Atchafalaya river basin of Louisiana, U.S.A. *Crustaceana*, 36: 61-73.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. ed. Prentice-Hall, New Jersey. 662.

5. CAPÍTULO 3

Biologia reprodutiva do *Macrobrachium amazonicum* (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) das regiões da foz e baixo rio Amazonas, Brasil

Sting Silva DUARTE^{1, *}; Sheyla Regina Marques COUCEIRO²; Jô de Farias LIMA³

Manuscrito em preparação para a revista científica Acta Amazonica (Qualis B2 em Biodiversidades).

Biologia reprodutiva do *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862)
(CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) das regiões da foz e baixo rio
Amazonas, Brasil

Sting Silva DUARTE^{1,*}; Sheyla Regina Marques COUCEIRO²; Jô de Farias LIMA³

¹Mestrando em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos – PPG-RACAM, Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Invertebrados Aquáticos - LETIA, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas - ICTA, Universidade Federal do Oeste do Para - UFOPA. Av. Mendonça Furtado, 2.946 - Fátima, 68040470 - Santarém, Pará, Brasil.

²Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Invertebrados Aquáticos - LETIA, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas - ICTA, Universidade Federal do Oeste do Para - UFOPA. Av. Mendonça Furtado, 2.946, CEP 68040470, Santarém, Pará, Brasil.

³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Amapá. Rodovia Juscelino Kubitschek, km 5, n°2600, CEP: 68906-970, Caixa Postal 10, Phone: (96) 4009-9546. Macapá, Amapá, Brasil.

*Autor correspondente Sting S. Duarte. E-mail: stingduarte@gmail.com

5.1. RESUMO

Estudos da biologia reprodutiva desempenham um papel fundamental nos processos ecológicos e comportamentais e são pilares para a exploração sustentável de espécies de interesse econômico. Assim, o objetivo deste estudo foi abordar aspectos gerais da biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* de duas importantes áreas de pesca artesanal desse camarão, localizadas na foz e baixo rio Amazonas, respectivamente nos estados do Amapá e Pará. Os espécimes foram capturados usando 20 armadilhas artesanais, conhecidas localmente como matapi submersas no rio Amazonas ao entardecer, com permanência de 12 h. Um total de 6.796 camarões foi capturado, dos quais 4.163 eram fêmeas e 2.633 eram machos. Os picos reprodutivos nas duas áreas coincidiram com o período chuvoso da Amazônia (novembro de 2017 a abril de 2018). Os picos de recrutamento foram observados em julho tanto no Mazagão quanto na ilha das Marrecas. No Mazagão, a média do comprimento padrão das fêmeas foi $56,85 \pm 11,34$ mm e na ilha das Marrecas de $43,57 \pm 10,48$ mm. Houve correlação positiva entre a fecundidade e tamanho das fêmeas. A produção média de ovos foi de 3.026 ± 1.169 no Mazagão e 1.346 ± 434 na ilha das Marrecas. A média do investimento reprodutivo da espécie foi 11,05% ($\pm 1,66$) no Mazagão e, de 12,67% ($\pm 2,55$) na ilha das Marrecas. As regiões da foz e baixo rio Amazonas, são áreas favoráveis a reprodução de *M. amazonicum*, uma vez que, atraem fêmeas de todos os tamanhos.

PALAVRAS-CHAVE: ovos de palaemonideos, camarão-da-Amazônia, fecundidade, maturidade sexual, reprodução.

5.2. INTRODUÇÃO

O ambiente pode ser um fator determinante para características populacionais, por resultar em diferenças comportamentais e biológicas associadas a disponibilidade de recursos (Bentes *et al.* 2016). Essas características podem determinar o tamanho das populações por atuar diretamente sobre taxas de fertilidade e fecundidade das espécies (Silva 2011).

O conhecimento da biologia reprodutiva dos camarões fornece informações sobre as estratégias reprodutivas, maturidade sexual, investimento reprodutivo e número de ovos produzidos pelas fêmeas, gerando um importante subsídio para avaliar o potencial reprodutivo, fornecendo informações que podem ser utilizadas na elaboração de estratégias adequadas de manejo, conservação e exploração racional dos estoques naturais, evitando-se os riscos do seu esgotamento (Flexa *et al.*, 2005).

Macrobrachium amazonicum (Heller 1862) é um camarão de grande interesse científico e comercial (Silva *et al.* 2007), muito consumido na região amazônica, onde são conhecidos dois tipos de populações relacionadas ao ambiente de ocorrência: a) populações que habitam rio, lagos e igarapés de água doce, sem contato com o litoral e; b) populações que habitam regiões estuarinas e, que dependem da água salobra para completar o seu ciclo de vida (Moraes-Valenti e Valenti 2010).

De modo geral, as populações de *M. amazonicum* são caracterizadas por terem uma atividade reprodutiva contínua, podendo haver fêmeas ovígeras durante todos os meses do ano (Sampaio *et al.* 2007). Porém, generalizações podem levar a exploração não sustentável da espécie em escala local ou regional. Exemplo disso são as sinalizações de sobre pesca de *M. amazonicum* em diversas regiões da Amazônia, como na Baía de Guarujá, no Pará (Lucena-Fredou *et al.* 2010), na Península de Bragança, localizada no Nordeste do Pará (Freire *et al.* 2012) e na foz do Rio Amazonas, localizada no Amapá (Lima *et al.* 2014).

Diante do exposto, esse estudo aborda a biologia reprodutiva (período reprodutivo, maturidade sexual, fecundidade e investimento reprodutivo) de *M. amazonicum* em duas importantes áreas para a pesca artesanal de camarão localizada na foz e baixo do rio Amazonas, estados do Amapá e Pará.

5.3. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo compreende as regiões de Mazagão (00°15'39,9"S e 051°20'42,3"W) localizado na foz do rio Amazonas, no estado do Amapá, e a ilha das Marrecas, localizada no baixo rio Amazonas, estado do Pará (02°12'19,3"S e 054°46'17,9"W) (Figura 1).

Ambas as regiões apresentam dois períodos climáticos distintos: o período chuvoso, entre os meses de janeiro a junho e, o período seco, que vai de julho a dezembro. Esses períodos coincidem com enchentes e águas altas e vazante e águas baixas do rio Amazonas, respectivamente, modificando o ambiente pelo pulso de inundação. Além do efeito do pulso de inundação decorrente das chuvas, o Mazagão apresenta ainda influência diária da maré, visto sua proximidade com o mar.

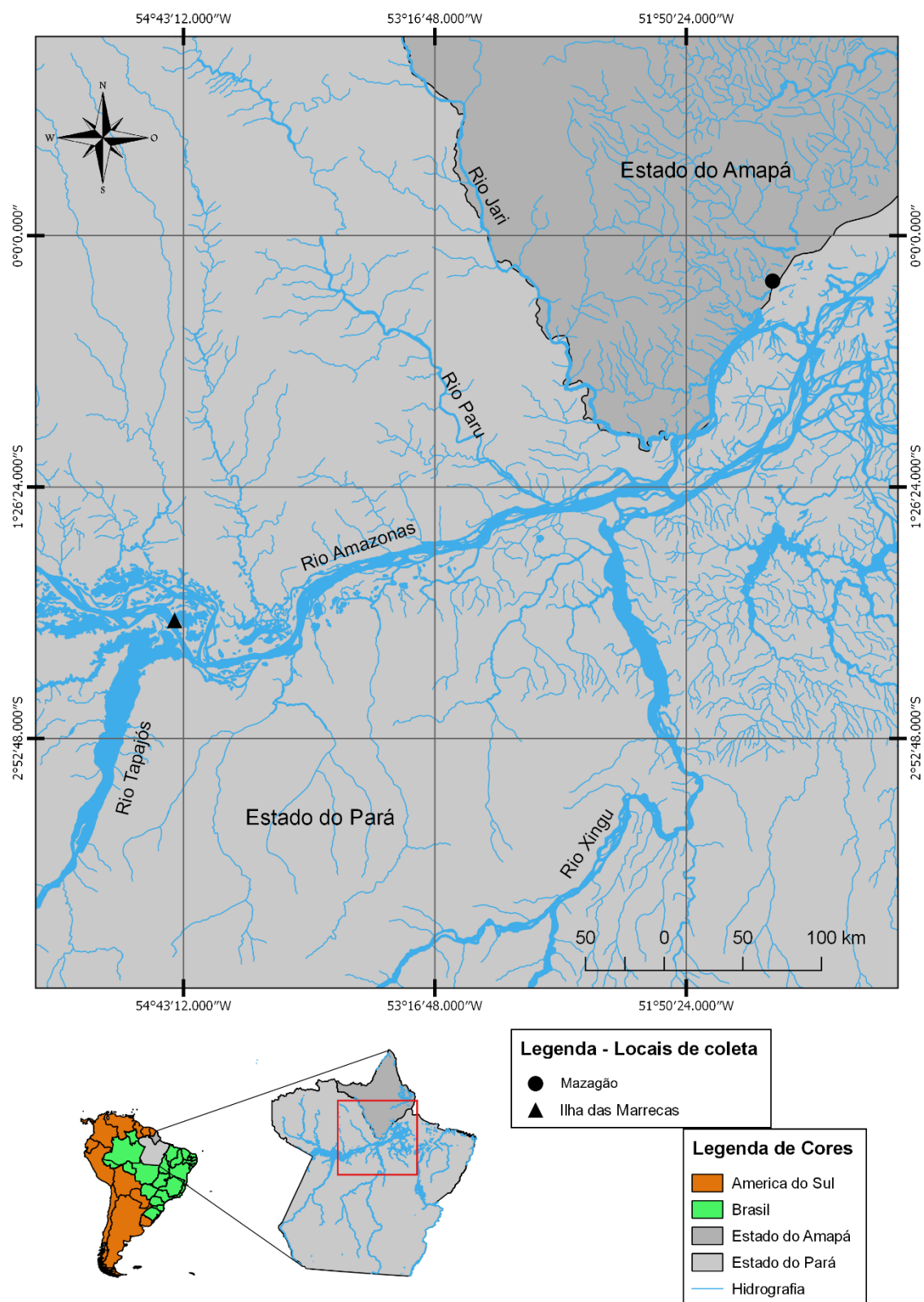


Figura 1. Localização das áreas de captura de *Macrobrachium amazonicum* na foz e baixo Amazonas entre maio de 2017 e abril de 2018. (●) Mazagão, (▲) Ilha das Marrecas.

Coleta dos espécimes e dados de precipitação pluviométrica

Os espécimes de *M. amazonicum* foram coletados mensalmente de maio de 2017 a abril de 2018, utilizando vinte armadilha artesanal denominada “matapi” (covo cilíndrico confeccionado artesanalmente utilizando cipós e palmeiras da várzea Amazônica, com 50 cm de comprimento, 25 cm de diâmetro e, uma distância entre as talas de 5 mm) iscados com farinha de *Orbignyia speciosa* (babaçu), e submersos (baião) (De araujo *et al.* 2014) no rio Amazonas ao entardecer (17:30 h) por um período de 12 h (Lima *et al.* 2016). Os espécimes capturados foram devidamente etiquetados e preservados em sacos plásticos contendo álcool etílico hidratado (70%).

Análises no laboratório

No laboratório, os camarões passaram pelo processo identificação taxonômica, sexagem e biometria. A identificação taxonômica seguiu Melo (2003). A sexagem foi determinada com base na presença ou ausência do apêndice masculino observado no endopodito do segundo par de pleópodo de cada camarão. A biometria incluiu o registro do comprimento padrão – CP (distância medida entre a base do pedúnculo ocular e a extremidade do telson dada em mm) (Lima *et al.* 2014) com auxílio de paquímetro analógico (125MEB-6/200, Starfer Itu-Sp, precisão de 0,05 mm Brasil) e da massa úmida total (g) (MT) obtida com auxílio uma balança digital semi-analítica (AD 330, Marte, precisão de 0,001 g Santa Rita do Sapucaí-MG, Brasil). Os camarões foram divididos nas seguintes categorias: machos adultos, fêmeas adultas ovígeras e não ovígeras, e juvenis. Foram considerados jovens todos os camarões (machos e fêmeas) com tamanho inferior a menor fêmea ovígera encontrada e adultos todos os camarões que apresentaram tamanho igual ou superior a menor fêmea ovígera (Lima *et al.* 2014).

Aspectos reprodutivos

O período reprodutivo foi determinado pela ocorrência de fêmeas ovígeras e o recrutamento foi determinado pela presença de espécimes jovens. Para determinar o comprimento da primeira maturação individual, considerou o comprimento de classes entre as fêmeas ovígeras. O comprimento padrão de maturidade sexual da população foi

determinado com análise de 50% das fêmeas ovígeras. A fecundidade foi obtida pela contagem direta dos ovos de 30 fêmeas ovígeras selecionadas aleatoriamente considerando a integridade dos ovos. As massas de ovos foram cuidadosamente removidas das fêmeas sob um microscópio estéreo binocular de dissecação (K 400L, Motic, Causeway Bay, Hong Kong) e os ovos de cada massa foram contados. Os estágios de desenvolvimento dos ovos foram classificados conforme Wehrtmann (1990) em: Estágio I: ovos recém-extrusados; gema uniforme; nenhum pigmento do olho visível; Estágio II: pigmentos oculares pouco visíveis e Estágio III: olhos claramente visíveis e totalmente desenvolvidos.

Para determinar o volume do ovo, um total de 10 ovos foram separados de cada fêmea ovígera para medir o comprimento (maior eixo) e largura (menor eixo) sob um microscópio binocular composto equipado com micrômetro ocular calibrado. O volume dos ovos foi calculado seguinte fórmula de Wehrtmann 1990.

$$V = \pi * l * h * (h)^2$$

Onde "l" é comprimento; "H" largura em mm e $\pi = 3,14$

O investimento reprodutivo (I.R.) foi determinado através da razão entre a massa úmida do total de ovos e a massa úmida de cada fêmea ovígera, multiplicada por 100. Não foi considerado o estágio de desenvolvimento dos embriões.

Análise estatística

Para verificar as diferenças na abundância mensal das fêmeas ovígeras e não ovígeras entre as áreas de estudo foi aplicado um teste t (Zar 1999).

Para analisar a existência de diferenças no volume médio de ovos em cada um dos três estágios embrionários, aplicou-se o teste Mann-Whitney (U), após testes de normalidade e homocedasticidade dos dados segundo Kolmogorov-Smirnov e pelo teste Bartlett.

Regressões lineares foram utilizadas em cada estágio embrionário para descrever a relação entre fecundidade e comprimento das fêmeas (CF), e para analisar a relação entre I.R. e o comprimento total (CT) das fêmeas, e a relação entre massa úmido total

(MT) e comprimento padrão (CP); comprimento padrão (CP) Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o software Biostat 5.0 em $\alpha = 0,05$.

5.4. RESULTADOS

No presente estudo, 6.796 espécimes de *M. amazonicum* foram capturados, sendo 2.664 (740 machos, 1.924 fêmeas) na região de Ilha das Marrecas e 4.132 (1.804 machos, 2.328 fêmeas) em Mazagão. O número total de fêmeas ovíferas no Mazagão foi maior do que na ilha de Marrecas ($P < 0,05$). Dentre as fêmeas de Ilha de Marrecas, 708 delas estavam ovíferas, enquanto em Mazagão 871 eram fêmeas ovíferas. Os camarões jovens (imaturos) representaram 13,85% dos camarões capturados em Ilha de Marrecas e 4,67% dos camarões capturados em Mazagão.

Em relação ao tamanho das fêmeas (comprimento padrão), as fêmeas capturadas no Mazagão apresentaram comprimento padrão variando entre 10,07 a 98,99 mm, com média $56,85 \pm 11,34$ mm e, na ilha das Marrecas as fêmeas apresentaram comprimento padrão de 09,40 a 92,98 mm, com média $43,57 \pm 10,48$ mm. Demonstrando que o tamanho das fêmeas registradas no Mazagão foi maior que as fêmeas registradas na ilha das Marrecas. As relações biométricas entre a massa úmida total (MT) e o comprimento padrão (CP) de ambos os sexos nas duas áreas foram estatisticamente significativos (Figuras 2).

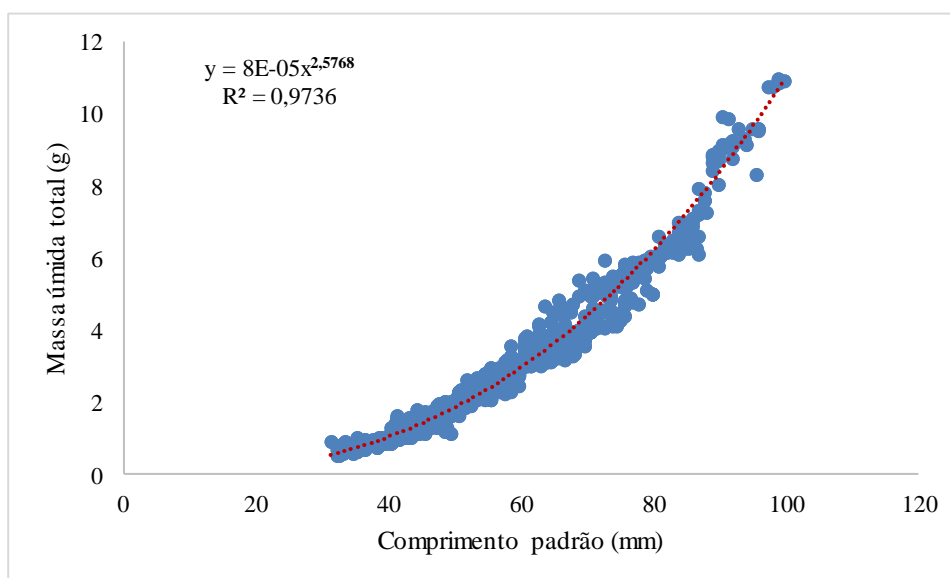


Figura 2. Proporções biométricas (comprimento padrão e peso total) entre machos e fêmeas de *M. amazonicum* amostradas em Mazagão e ilha das Marrecas entre maio de 2017 a abril de 2018.

Entre as fêmeas capturadas em ambas as áreas, 1.579 (36,68%) carregavam ovos no abdômen e 2.726 (63,32%) não carregavam ovos. Ao distribuir as fêmeas ovígeras em classe de comprimento padrão, observou-se maior ocorrência delas, no Mazagão e na Ilha das Marrecas na classe de comprimento padrão 54,4 e 62,4 mm. Para os jovens, observou-se maior ocorrência na classe de comprimento padrão 30,4 a 38,4 mm, em ambas as áreas do estudo (Tabela 1). Apenas 0,31% das fêmeas ovígeras no Mazagão e na Ilha das Marrecas apresentaram distribuição na classe de comprimento padrão 38,4 a 46,4 mm (Tabela 1), sugerindo que a primeira maturação gonadal das fêmeas nas populações de *M. amazonicum* no Mazagão e na ilha das Marrecas ocorre com este comprimento.

Tabela 1. Frequência de distribuição de *M. amazonicum* de acordo com as classes de comprimento (comprimento da carapaça) capturados em Mazagão e ilha das Marrecas entre maio de 2017 a abril de 2018. Abreviações: M - Mazagão, I.M- Ilha de Marrecas.

Classe Comp. (CC, mm)	Área	Adultos						Juvenis				Total	
		Machos		Fêmeas não ovígeras		Fêmeas ovígeras		Machos		Fêmeas			
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
30,4-- 38,4	M	0	0,00	2	0,05	0	0,00	70	0,49	123	1,63	109	0,54
	I.M	0	0,00	1	0,04	0	0,00	134	3,01	235	6,04	370	0,04
38,4-- 46,4	M	537	13,26	220	5,43	9	0,22	7	0,17	14	0,35	773	19,09
	I.M	9	0,39	2	0,09	2	0,09	83	3,56	132	5,66	96	4,12
46,4-- 54,4	M	768	18,97	652	16,10	168	4,15	34	0,84	0	0,00	1622	40,06
	I.M	173	7,42	578	24,79	174	7,46	0	0,00	86	3,69	925	39,67
54,4-- 62,4	M	253	6,25	332	8,20	366	9,04	0	0,00	0	0,00	951	23,49
	I.M	270	11,58	382	16,38	204	8,75	0	0,00	0	0,00	856	36,71
62,4-- 70,4	M	80	1,98	89	2,20	131	3,24	0	0,00	0	0,00	300	7,41
	I.M	122	5,23	67	2,87	34	1,46	0	0,00	0	0,00	223	9,56
70,4-- 78,4	M	30	0,74	8	0,20	10	0,25	0	0,00	0	0,00	48	1,19
	I.M	30	1,29	17	0,73	25	1,07	0	0,00	0	0,00	72	3,09
78,4-- 86,4	M	9	0,22	35	0,86	67	1,65	0	0,00	0	0,00	111	2,74
	I.M	1	0,04	67	2,87	90	3,86	0	0,00	0	0,00	158	6,78
94,4-- 102,4	M	57	1,41	45	1,11	120	2,96	0	0,00	0	0,00	222	5,48
	I.M	1	0,04	20	0,86	89	3,82	0	0,00	0	0,00	1	0,04
Total	M	1734	42,82	1383	34,15	871	21,52	70	1,50	123	1,97	4132	100
	I.M	606	25,98	1134	48,62	708	26,50	123	3,55	235	9,39	2664	100

Em Mazagão, a taxa de captura de fêmeas não ovígeras e de camarões juvenis foi maior no verão (julho, agosto, setembro e outubro de 2017) do que no período do inverno (dezembro de 2017, janeiro, fevereiro e abril de 2018), onde as fêmeas ovígeras apresentaram-se mais abundantes. Na ilha das Marrecas, fêmeas não ovígeras e camarões juvenis foram mais abundantes em junho, julho e outubro de 2017. Por outro lado, as fêmeas ovígeras foram abundantes no período do inverno (novembro e dezembro de 2017, janeiro, fevereiro, março e abril de 2018). Camarões juvenis foram encontrados na maioria dos meses do ano, mas o pico de captura em termos absolutos e percentuais foi observado em junho e julho no Mazagão e no mês de junho, agosto, setembro, outubro, março na ilha das Marrecas, com captura de 35 a 60,45% dos juvenis (Figura 3 A-B).

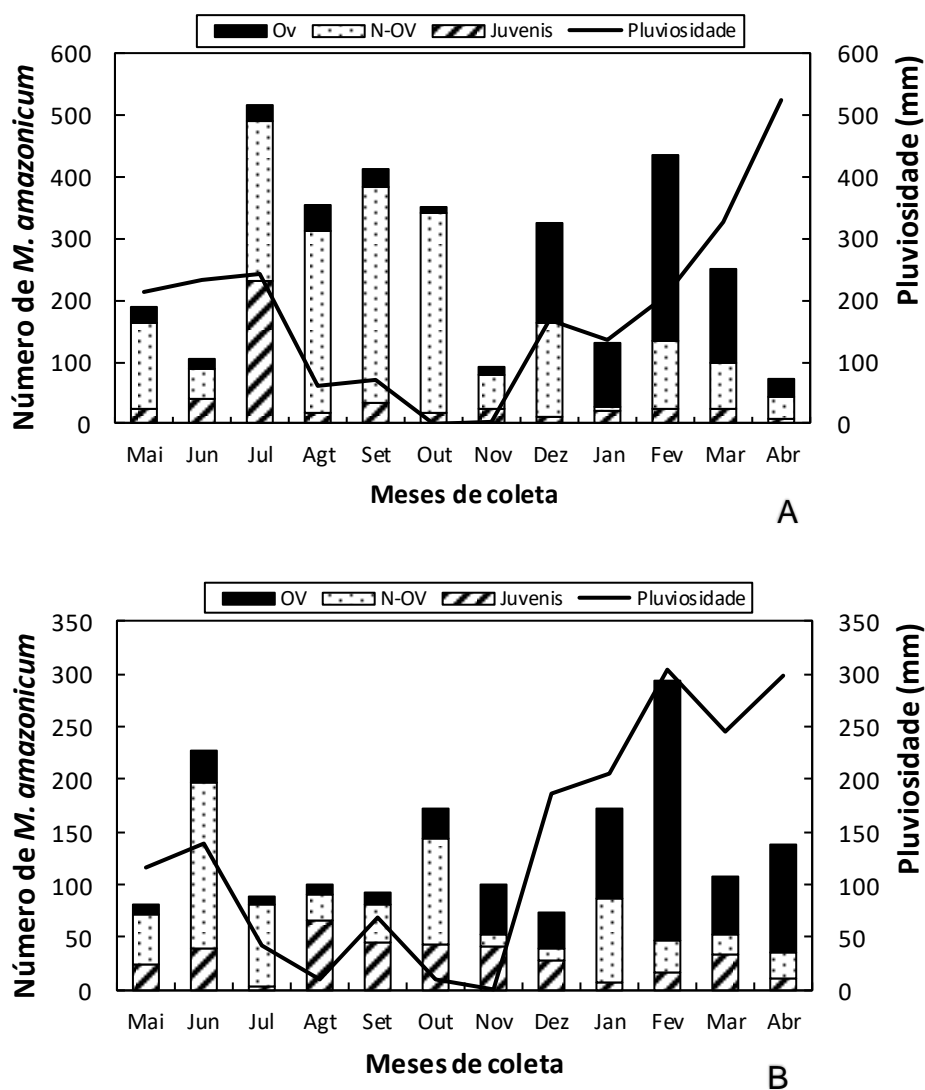
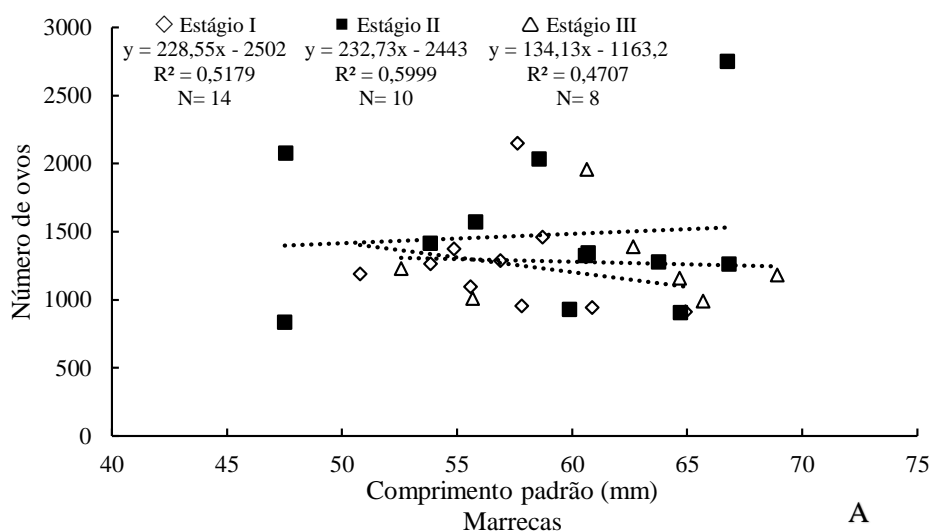


Figura 3. Distribuição da frequência absoluta de fêmeas ovígeras, não ovígeras e juvenis de *M. amazonicum* amostrados em Mazagão e ilha das Marrecas entre maio de 2017 a abril de 2018.

O número médio de ovos observado nas fêmeas ovígeras da ilha das Marrecas foi de 1.346 ± 434 , sendo inferior à média do número de 3.026 ± 1.169 ovos registrado para fêmeas ovígeras no Mazagão, apresentando diferenças estatísticas para a quantidade de ovos ($t=5,38$; $P < 0,001$).

A regressão linear do número de ovos se mostrou positiva para o comprimento padrão das fêmeas para todos os estágios de desenvolvimento embrionário de *M. amazonicum* ($p < 0,001$), indicando um aumento da fecundidade com crescimento das fêmeas ovígeras (Figura 4 A-B). As correlações lineares entre os volumes dos ovos nos estágios I, II, III apresentaram-se positivas quanto ao comprimento padrão das fêmeas (Figura 4 A-B), indicando que o tamanho da fêmea não influencia diretamente nas dimensões dos ovos.



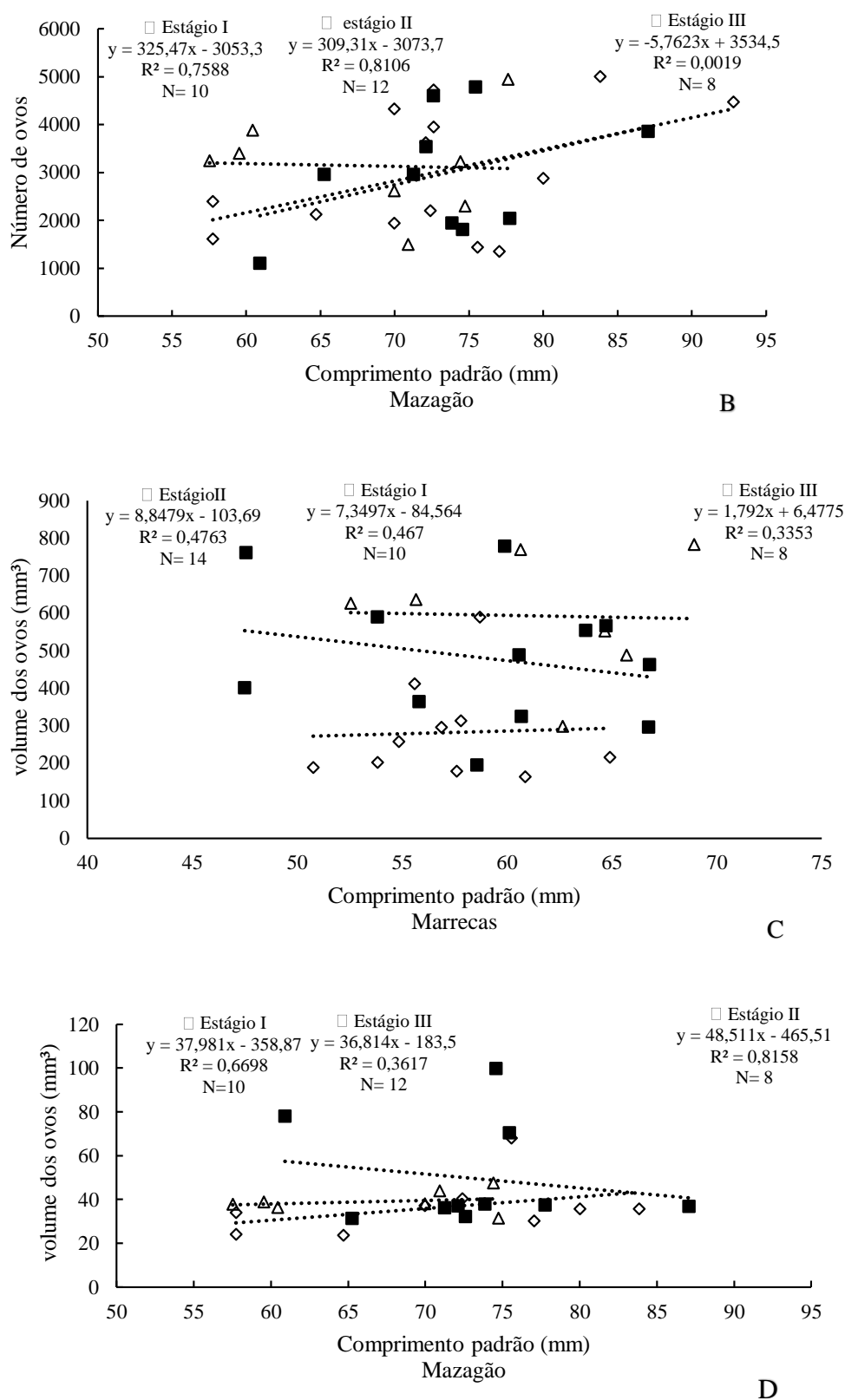


Figura 4. Relação entre a fecundidade e o comprimento padrão das fêmeas para cada um dos três estágios embrionários de *M. amazonicum* capturados em Mazagão e ilha das Marrecas entre maio de 2017 a abril de 2018. (A-B) - comprimento padrão (mm) e número dos ovos, (C-D) comprimento padrão (mm) e volume dos ovos.

O volume médio dos ovos de *M. amazonicum* variou estatisticamente entre os estágios de desenvolvimento embrionário, em ambas áreas de estudo ($U=44,04$, $p<0,001$). Contudo, comparando o volume de cada estágio embrionário (I, II e III) entre as áreas, a ilha das Marrecas apresentou média superior para estágio I (304 ± 156) a Mazagão ($35,65 \pm 11,07$) respectivamente ($t=55,00$; $P = <0,001$). Para o estágio II, a ilha das Marrecas também apresentou média no volume do ovo superior (478 ± 183) a Mazagão ($45,29\pm22,93$) ($t=175,00$; $P = < 0,001$). Quanto ao estágio III, o Mazagão apresentou volume do ovo inferior ($39,03\pm4,83$) ao volume médio dos ovos da ilha das Marrecas (643 ± 197) respectivamente ($t=28,00$; $P = < 0,001$), sendo possível verificar que o volume médio dos ovos das fêmeas ovígeras capturadas na Ilha de Marrecas apresentam volume superior ao observado nas fêmeas ovígeras de Mazagão (Tabela 2).

Tabela 2. Volume de ovo (mm^3) com valores médios, mínimos e máximos para os três estágios de desenvolvimento embrionário de ovos de *Macrobrachium amazonicum* capturados em Mazagão e ilha das Marrecas, entre maio de 2017 a abril de 2018.

Estágio ovos	Local	N	Volume médio ovo (mm^3)	\pm SD	Mínimo	Máximo
I	M	10	35,65	11,07	23,69	67,86
II	M	12	45,29	22,93	20,08	99,62
III	M	8	39,03	4,83	31,31	47,44

Estágio ovos	Local	N	Volume médio ovo (mm^3)	\pm SD	Mínimo (mm^3)	Máximo (mm^3)
I	I.M	14	304	156	163	620
II	I.M	10	478	183	194	778
III	I.M	8	643	197	297	995

M= Mazagão, I.M- Ilha das Marrecas, N = número de camarões; SD = desvio padrão.

Em relação ao investimento reprodutivo (I.R) e CP do *M. amazonicum*, não houve relação significativa ($P = 0,89$), indicando que a I.R não é determinada pelo comprimento das fêmeas (Figura 5). As fêmeas capturadas no Mazagão converteram em média $11,05\%(\pm 1,66 \text{ g})$ do seu peso corporal para a produção de ovos. Na ilha das Marrecas, as fêmeas converteram em média $12,67\%(\pm 2,55 \text{ g})$ do seu peso corporal para a produção de ovos.

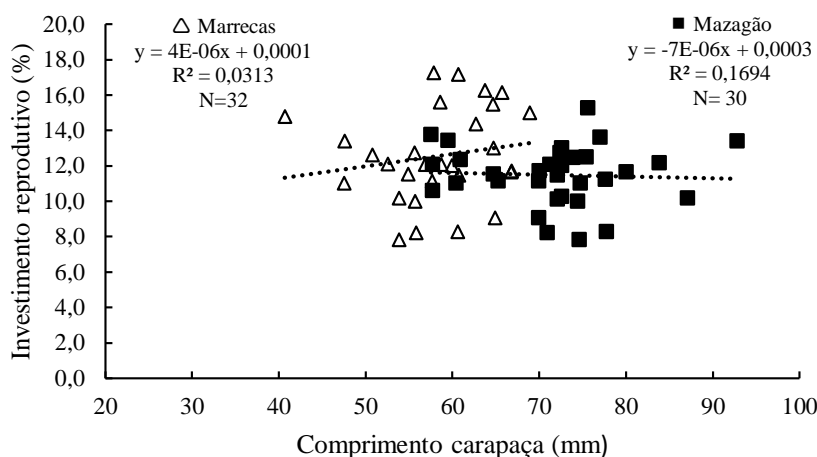


Figura 5. Relação entre comprimento padrão (mm) e o investimento reprodutivo de *M. amazonicum* considerando todos os estágios de desenvolvimento embrionário do ovo capturados em Mazagão e ilha das Marrecas entre maio de 2017 a abril de 2018.

5.5. DISCUSSÃO

Fêmeas ovígeras de *M. amazonicum* foram capturadas durante todo o período de estudo no Mazagão e ilha das Marrecas, indicando que a população possui período reprodutivo contínuo. Essa característica reprodutiva é comum para populações saudáveis dessa espécie em várias regiões do Brasil (Silva *et al.* 2002; Sampaio *et al.* 2007; Bentes *et al.* 2011; Lima *et al.* 2013). É bem provável que cada fêmea de *M. amazonicum* mature, desove e se recupere várias vezes durante o ano (Silva *et al.* 2002), podendo-se evidenciar este fato no presente estudo, com a ocorrência de fêmeas ovígeras e jovens durante todos os meses.

Em relação ao comprimento padrão das fêmeas, no Mazagão foi capturado a maior espécime. Essa diferença de comprimento pode estar associada a característica da região do Mazagão, com proximidade da foz do rio Amazonas e uma área de intensa atividade de maré e transporte diário de matéria orgânica, o que pode estar contribuindo para um 'enriquecimento' desta região. Promovendo então melhores condições nutricionais para o crescimento das fêmeas. Dessa maneira, o comprimento padrão das fêmeas coletadas no Mazagão foi semelhante ao relatado em estudos envolvendo outras áreas estuarinas na região amazônica (Freire *et al.* 2000 Hayd e Anger 2013,). Da mesma forma, que as

fêmeas coletadas na ilha Marrecas apresentaram comprimento semelhantes aos de camarões coletados em sistemas dulcícolas (Silva e Sampaio 2004; Silva 2011).

O pico de reprodução ocorre no período do inverno, tanto em Mazagão quanto na ilha das Marrecas (Figura 2 A-B), indicando comportamento padrão da espécie ligada ao regime das chuvas nas regiões. Semelhante ao presente estudo, fêmeas ovígeras de *M. amazonicum* apresentaram o pico reprodutivo no período do inverno na região Amazônica (Silva *et al.* 2005; Silva *et al.* 2007, Bentes *et al.* 2011). Entretanto, nenhuma relação com a precipitação foi observada em populações do rio Jaguaribe, no nordeste do Brasil (Sampaio *et al.* 2007).

Neste estudo, apenas 1.579 das fêmeas carregarem ovos no abdômen, sucedido o registro de fêmeas ovígeras o ano todo, representando o ciclo reprodutivo contínuo da espécie no Mazagão e ilha Marrecas. O tamanho da primeira maturação das gônadas foi estabelecido na classe 30,4 a 38,4 mm de comprimento padrão para as fêmeas em ambas as áreas. Estes valores são menores do que estabelecidos para ilha do Combú, Distrito de Icoaraci, ilha do Arapiranga e ilha de Mosqueiro (Furo das Marinhas e Porto do Pelé) para o *M. amazonicum* (Azevedo 2004, Bentes *et al.* 2016; Freire *et al.* 2012; Lima *et al.* 2014; Sampaio *et al.* 2007). A maturação gônadal em indivíduos jovens, é comum em camarões da espécie *Macrobrachium amazonicum* (Bentes *et al.* 2016; Lima *et al.* 2014), e reflete uma adaptação da espécie às condições ambientais, no sentido de otimizar a manutenção da população.

A maior fecundidade em espécies de camarões do gênero *Macrobrachium* é observada em *M. rosenbergii* (De Man 1879) e *M. carcinus* (Linnaeus 1758), cujas fêmeas podem depositar entre 14.000 e 242.000 ovos por desova (Lara e Wehrtmann 2009). No presente estudo, a fecundidade aumentou conforme o comprimento das fêmeas, demonstrando uma relação linear positiva entre o comprimento padrão das fêmeas e a quantidades de ovos. Essa relação foi descrita para o *M. amazonicum* (Medina *et al.* 2008, Silva 2011), para *M. acanthurus* (Valenti *et al.* 1989; Tamburus *et al.* 2012), *M. olfersi* (Mossolin e Bueno 2002) e *M. carcinus* (Lara e Wehrtmann 2009), indicando uma característica do gênero *Macrobrachium*.

Em relação ao número de ovos, a fecundidade mínima e máxima registrada para o *M. amazonicum* foi de 1.099 a 5.011 ovos para o Mazagão e 833 a 2.748 ovos para a ilha das Marrecas, demonstrando que as fêmeas das regiões conseguem garantir a

manutenção das suas populações em altas densidades ao longo do ano. A fecundidade das fêmeas nas regiões estuarinas (Mazagão-AP) e continentais (ilha Marrecas-PA) foram maiores que a fecundidade registrada para fêmeas da mesma espécie no Reservatório da Hidrelétrica de Tucuruí, Pará (Silva *et al.* 2005), no município de Vigia no Pará (Silva *et al.* 2002), e similar a média mensal das fêmeas capturadas no rio Jaguaribe, Ceara (Silva *et al.* 2004).

Para o volume dos ovos, a ilha das Marrecas (continental) apresentou volume maior, que o volume dos ovos observados no Mazagão (estuário), demonstrando as características padrão da reprodução de *M. amazonicum*, visto que, os espécimes de água continentais geralmente apresentam um desenvolvimento larval abreviado e um número reduzido de ovos, mas de grande volume, em resposta a um meio pobre de nutrientes. As espécies costeiras apresentam uma maior quantidade de ovos, e menores em volumes e sua metamorfose completa das larvas zoé planctônicas ocorre nas águas salobras dos estuários (Williamson 1972; Magalhães 1985; Walker 1992).

As diferenças do rendimento máximo reprodutivo em espécies de crustáceos, estão relacionados na disparidade do comprimento das fêmeas, fatores bióticos ou abióticos, como tamanho do ovo, variações latitudinais e sazonais, e adaptação do habitat (Mantelatto e Fransozo, 1997) podem influenciar o investimento reprodutivo. Neste estudo, fêmeas de *M. amazonicum* com comprimento médio converteram 5,7 - 24,58% no Mazagão e 3,5 - 21,35% na ilha das Marrecas do peso corporal para a produção de ovos. Valores esses próximos aos observados para *M. carcinus* de 15-31% (Lara e Wehrtmann 2009) e *M. acanthurus* com 14-30% (Anger e Moreira 1998), *M. hainanense* com 4-17% (Mantel e Dudgeon 2005) e *M. olfersi* com 7 a 38% (Anger e Moreira 1998), indicando que o rendimento reprodutivo é variável nas espécies do gênero *Macrobrachium*. Além disso, o presente estudo demonstrou que o investimento reprodutivo de *M. amazonicum* no Mazagão e ilha das Marrecas não está relacionado com comprimento das fêmeas, visto que fêmeas com diferentes comprimentos podem reproduzir (Mantel e Dudgeon 2005; Lara e Wehrtmann 2009).

O Mazagão (estuário) e a ilha das Marrecas (continental) são áreas favoráveis à reprodução de *M. amazonicum*, uma vez que, atraem fêmeas de todos os tamanhos. Contudo, devido a existência de variações entre populações de *M. amazonicum* estuarinas e continentais, em termos de estrutura populacional, de tamanho, de fecundidade e de fertilidade, há necessidade de estabelecer medidas de ordenamento diferenciadas,

incluindo adequações nos apetrechos de pesca e a definição de tamanho mínimo de captura para *M. amazonicum* no Mazagão e ilha das Marrecas, segundo as peculiaridades de cada região. Além disso, os valores no presente estudo mostram evidencia que as fêmeas capturadas no Mazagão e ilha das Marrecas podem ser matrizes potenciais para a aquicultura.

5.6. AGRADECIMENTO

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro conforme processos nº 407698/2013-2 e processo nº 444367/2014-4. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária pelo apoio estrutural e logístico para análise dos dados.

5.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anger, K.; Moreira, G. 1998. Morphometric and reproductive traits of tropical caridean shrimps. *Journal of Crustacean Biology*, 18: 823-838.
- Azevedo, E. F. 2004. *Biologia reprodutiva do camarão regional Macrobrachium amazonicum (Heller, 1862) (Decapoda; Palaemonidae), na ilha do Combu (Belém, PA)*. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Pará, 89p.
- Bentes, B.S.; Martinelli, J.M.; Souza, L.S.; Cavalcante, D.V.; Almeida, M.C.; Isaac, V.J. 2011. Spatial distribution of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, Pará). *Brazilian Journal of Biology*, 71: 925-935.
- Bentes, B. S., Silva, J. C. S., Martinelli-Lemos, J. M., & Nahum, V. J. I. 2016. Abundância e relações morfométricas do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) em um estuário amazônico-costa norte do Brasil. *Biota Amazônia*, 6(4), 1-9.
- Benstead, J. P.; March, J. G.; Pringle, C. M. 2000. Estuarine larval development and upstream post-larval migration of freshwater shrimps in two tropical rivers of Puerto Rico. *Biotropica*, 32(3):545-548.

- Benstead, J. P.; March, J. G.; Pringle, C. M.; Scatena, F. N. 1999. Effects of a low-head dam and water abstraction on migratory tropical stream biota. *Ecological Applications*, 9(2):656–668.
- Beverton, R. J. H.; Holt, S. J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. London: Chapman & Hall. *Fish and fisheries series*, 11-533.
- Da Silva, R.R.; Sampaio, C.M.S.; Santos, J.A. 2004. Fecundity and fertility of *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae). *Brazilian Journal of Biology*, 64: 489-500.
- De Araújo, M. V. L. F., de Araújo Silva, K. C., Silva, B. B., da Silva Ferreira, I. L., & Cintra, I. H. A. 2014. "Pesca e procedimentos de captura do camarão-da-Amazônia à jusante de uma usina hidrelétrica na Amazônia brasileira.". *Biota Amazonia*. 4.2 (2014): 102-112.
- Freire, J.L.; Marques, C.B.; Silva, B.B. 2012. Estrutura populacional e biologia reprodutiva do camarão-da-Amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller,1862) (Decapoda: Palaemonidae) em um estuário da região Nordeste do Pará, Brasil. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 16(2): 65-76.
- Lara, L.R.; Wehrtmann I.S. 2009. Reproductive biology of the freshwater shrimp *Macrobrachium carcinus* (L.) (Decapoda: Palaemonidae) from Costa Rica, Central America. *Journal of Crustacean Biology*, 29: 343-349.
- Lucena-Frédou, F.; Rosa Filho, J. S.; Silva, M. C. M.; Azevedo, E. F. 2010. Population dynamics of the river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) on Combú island (Amazon estuary). *Crustaceana*, 83(3):277-290.
- Lima, J. F. 2014a. Viabilidade de matapis adaptados com diferentes espaçamentos entre talas sobre a captura do camarão-da-amazônia (*Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862) no estuário do Rio Amazonas. Macapá: *Embrapa Amapá Documento*, 95:3.
- Lima, J.F.; Silva, T.C.; Silva, L.M.A.; Garcia, J.S. 2013. Brachyuran crustaceans from the bycatch of prawn fisheries at the mouth of the Amazon River. *Acta Amazonica*, 43: 93-100.
- Lima, J.F.; Cintra, I. H.A.; Bastos, A. M.; Damasceno, L. F.; Montagner, D.; Varela E. S. 2016. Caracterização do sistema pesqueiro de produção do camarão-da-Amazônia no Estuário Amazônico. *Embrapa Amapá Documentos*, 95: 44.
- Lima J. F.; Garcia J. S.; Silva T. C. 2014b. Natural diet and feeding habits of a freshwater prawn (*Macrobrachium carcinus*: Crustacea, Decapoda) in the estuary of the Amazon River. *Acta Amazonica*, 44: 235-244.
- Magalhães, C. 1985. Desenvolvimento larval obtido em laboratório de palaemonídeos da Região Amazônica. I. *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda). *Amazoniana* 9 (2): 247-274.

- Mantel, S.K.; Dudgeon, D. 2005. Reproduction and sexual dimorphism of the palaemonid shrimp *Macrobrachium hainanense* in Hong Kong streams. *Journal of Crustacean Biology*, 25: 450-459.
- Mantelatto, F.L.M.; Fransozo, L. 1997. Fecundity of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Potunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Crustaceana*, 70: 214-226.
- Mattos, L.A.; Oshiro, L.M.Y. 2009. Estrutura populacional de *Macrobrachium potiuna* (Crustacea, Palaemonidae) no Rio do Moinho, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Biota Neotropica*, 9: 81-86.
- Maciel, C. R.; Valenti, W. C. 2009. Biology, fisheries, and aquaculture of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*: a review. *Nauplius*, 17 (2): 61-79.
- Medina, J.C.P.; Severeyn Y.G.; Severeyn, A.F.H. 2008. Aspectos reproductivos del camarón *Macrobrachium amazonicum* (Heller) en la zona de Nazaret, San Rafael de El Moján, Lago de Maracaibo, Venezuela. *Ciencia*, 16: 402-408.
- Melo, A.G. 2003. *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil*. São Paulo. ed.Loyola/Museu de Zoologia, USP, 430.
- Montoya, J.V. 2003. Freshwater shrimps of the Genus *Macrobrachium* associated with roots of *Eichhornia crassipes* (Water Hyacinth) in the Orinoco Delta (Venezuela). *Caribbean Journal of Science*, 39: 155-159.
- Mossolin, E.C.; Bueno, S.L.S. 2002. Reproductive biology of *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae) in São Sebastião, Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 22:367-376.
- Moraes-Valenti, P. e Valenti, W.C. 2010 Culture of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. In: New, M.B.; Valenti, W.C.; Tidwell, J.H.; D'abramo, L.R.; Kutty, M.N. Freshwater prawns: biology and farming. *Oxford Wiley-Blackwell*. 485-501.
- Sampaio, C.M.S.; Silva, R.R.; Santos, J.A.; Sales, S.P. 2007. Reproductive cycle of *Macrobrachium amazonicum* females (Crustacean, Palaemonidae). *Brazilian Journal of Biology*, 67: 551-559.
- Silva, K.C.A.; Cintra, I.H.A.; Muniz, A.P.M. 2005. Aspectos bioecológicos de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) a jusante do reservatório da hidrelétrica de Tucuruí, Pará. *Boletim Técnico-Científico do CEPNOR*, 5: 55-71.
- Silva, K.C.A.; Souza, R.A.L.; Cintra, I.H.A. 2002. Camarão-cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no município de Vigia, Pará, Brasil. *Boletim Técnico-Científico do CEPNOR*, 2: 41-73.

- Silva, M.C.N.; Frédou, F.L.; Souto-Filho, J. 2007. Estudo do crescimento do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) da Ilha de Combú, Belém, Estado do Pará. *Amazonia: Ciência e Desenvolvimento*, 2: 85-104.
- Silva, B.B. 2011 *Ecologia, pesca e dinâmica populacional do camarão-da-Amazônia – Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) capturado na região das ilhas de Belém-Pará, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Pará. 259p.
- Silva, R.R., & Sampaio, C.M.S. 2004. Ciclo reprodutivo de fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae). In Abstracts of Aquaciencia, Vitoria,. Jaboticabal, *Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática*, 382.
- Tamburus, A.F.; Mossolin, E.C.; Mantelatto, F.L. 2012. Populational and reproductive aspects of *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Crustacea: Palaemonidae) from North Coast of São Paulo State, Brazil. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 16: 9-18.
- Valenti, W.C., Cardoso, J.; V. Lobão. 1989. Fecundidade em *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 6: 9-15.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River. 662p.
- Walker, I. 1992. Life history traits of shrimps (Decapoda, Palaemonidae) of Amazonian Inland waters and their phylogenetic interpretation. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 2-3(27): 131-143.
- Wehrtmann, I.S. 1990. Distribution and reproduction of *Ambidexter panamense* and *Palaemonetes schmitti* in Pacific Costa Rica (Crustacea, Decapoda). *Revista de Biología Tropical*, 38: 327-329.
- Williamson, D. L. 1972. Larval development in a marine and freshwater species of *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana* 3(23): 282-298.

6. CAPÍTULO 4

Probopyrus pandalicola (ISOPODA, BOPYRIDEA) em *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) nas regiões da foz e baixo rio Amazonas, Brasil

Sting Silva DUARTE^{1,*}; Jô de Farias LIMA²; Sheyla Regina Marques COUCEIRO³

Manuscrito em preparação para a revista científica *Acta Amazonica* (Qualis B2 em Biodiversidades).

Probopyrus pandalicola (ISOPODA, BOPYRIDEA) em *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) nas regiões da foz e baixo rio Amazonas, Brasil.

Sting Silva DUARTE^{1,*}; Jô de Farias LIMA²; Sheyla Regina Marques COUCEIRO³

¹Mestrando em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos - PPG-RACAM, Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Invertebrados Aquáticos - LETIA, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas - ICTA, Universidade Federal do Oeste do Para - UFOPA. Av. Mendonça Furtado, 2.946 - Fátima, 68040470 - Santarém, Pará, Brasil.

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Amapá. Rodovia Juscelino Kubitschek, km 5, nº2600, CEP: 68906-970, Caixa Postal 10, Phone: (96) 4009-9546. Macapá, Amapá, Brasil.

³Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Invertebrados Aquáticos - LETIA, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas - ICTA, Universidade Federal do Oeste do Para - UFOPA. Av. Mendonça Furtado, 2.946, CEP 68040470, Santarém, Pará, Brasil.

*Corresponding author: Sting S. Duarte. E-mail: stingduarte@gmail.com

6.1. RESUMO

Macrobrachium amazonicum é amplamente distribuído na América do Sul, ocorrendo nas bacias dos rios Orinoco, Amazonas e Paraguai. Este camarão é uma importante fonte de proteína animal para a população ribeirinha na Amazônia brasileira, mas também é um hospedeiro para outros crustáceos como *Probopyrus pandalicola* que infestam sua cavidade branquial. A infestação de *Macrobrachium* por *Probopyrus* pode causar alterações fisiológicas no camarão, reduzindo seu fator de condição, afetando a sua comercialização. Com objetivo de relatar a prevalência e abundância de *P. pandalicola* em *M. amazonicum* e a relação do parasita com o fator de condição de *M. amazonicum* capturados na foz e baixo Amazonas, Norte do Brasil, foram realizadas coletas nas regiões do Mazagão e ilha das Marrecas, no período de maio de 2017 a abril de 2018, com auxílio de matapís. Foram capturados 6.796 *M. amazonicum* e 216 *P. pandalicola* (168 fêmeas e 52 machos). A prevalência média do parasitismo no Mazagão foi de 3,32% ($\pm 0,70$) e na ilha das Marrecas foi de 3,18% ($\pm 1,28$). A abundância média do parasita no Mazagão foi de $0,033 \pm (0,007)$, e na Ilha das Marrecas de $0,031 (\pm 0,012)$. Aproximadamente 98% dos camarões parasitados apresentaram somente um lado da cavidade branquial ocupada pelo parasita. O fator de condição dos camarões infectados com parasita no Mazagão

variou de 0,74 a 1,34 e na ilha das Marrecas de 0,78 a 1,13. Deste modo, constatou-se um reduzido efeito do parasitismo de *P. pandalicola* em *M. amazonicum* nas áreas de estudo.

Palavras-chaves: camarão-da-Amazônia, ectoparasita, fator de condição

6.2. INTRODUÇÃO

Isópodos bopirídeos são ectoparasitos de crustáceos (Anderson 1975), que tem como representante *Probopyrus* Giard e Bonnier, 1888, gênero com 46 espécies, amplamente distribuído em áreas tropicais e subtropicais do globo terrestre, sendo comum em ambientes de água salobra (e.g. estuários) e doce (e.g. lagos e rios) (Jiménez e Vargas 1990). Destacando-se as espécies *P. floridensis* Richardson, 1904, *P. pandalicola* Markham, 1985 como as espécies de maior ocorrência parasitária em camarões de interesse comercial.

Probopyrus pandalicola se albergam na câmara branquial de camarões (Ponce-Palafox *et al.* 2006), onde parasitam, preferencialmente, umas das brânquias do hospedeiro (Guzman e Romano 1983). Seu ciclo de vida é associado ao do *Macrobrachium*. A larva do *P. pandalicola* se fixa a um camarão pequeno e cresce junto com ele (Román-Contreras 1991).

A maior parte dos estudos sobre *Probopyrus* é de cunho taxonômico. Poucos estudos abordaram aspectos ecológicos como a dinâmica populacional do parasito ou relação parasito-hospedeiro. Entre estes podemos citar os estudos de parasitas em camarões carídeos (Masunari *et al.* 2002, Román-Contreras e Romero-Rodríguez 2005). E, especificamente de *Probopyrus* parasitando camarões do gênero *Macrobrachium*, podemos citar: *P. floridensis* parasitando *M. potiuna* Muller, 1880 (Masunari *et al.* 2002) no estado de São Paulo (Rocha e Bueno 2000), *P. pandalicola* infectando seis espécies de camarões ao redor do mundo (Bunkley-Williams e Williams 1995). Em ambiente natural, há registro de incidência desse ectoparasita em 17% a 30% de espécimes de *Macrobrachium* capturados nas principais bacias hidrográficas das Américas (rio Orionoco, na Venezuela, rio Cuiabá, no Brasil, rio Tortuguero, na Costa Rica, canal do Panamá, no Panamá) (Román-Contreras 1991).

A presença de *Probopyrus* pode afetar a população de *Macrobrachium* e sua comercialização, uma vez que pode levar a castração parasitária e reduzir o fator de condição do camarão ou ainda aumentar o índice de predação do hospedeiro (Brinton e Curran, 2015). Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo: i) avaliar a prevalência e abundância de *P. pandalicola* em *M. amazonicum*; ii) avaliar a preferência do parasitária por sexo do camarão; iii) avaliar a razão sexual do parasita no hospedeiro; eiv) relacionar o parasitismo ao fator de condição populacional de *M. amazonicum* na foz e baixo rio Amazonas.

6.3. MATERIALE MÉTODOS

Áreas de estudo

Espécimes de *M. amazonicum* foram coletadas mensalmente, no período de maio de 2017 a abril de 2018, no Mazagão (00°15'39,9"S e 051°20 '42,3'W), localizado na foz do rio Amazonas, estado do Amapá, e na ilha das Marrecas, localizada no baixo rio Amazonas (02°12'19,3"S e 054°46 '17,9'W) no estado do Pará (Figura 1).

O Amazonas é um rio de águas brancas. Na região do Mazagão, o rio Amazonas é conectado a diversos canais de drenagem, com tamanhos e profundidades variáveis e influência diária da maré. Na ilha das Marrecas, a hidrodinâmica é diferente, não apresentando influência diária da maré, somente variações anuais na profundidade do rio devido às inundações comuns no período de inverno.

Em ambas as regiões o clima é quente e úmido. Em geral a temperatura varia de 24 a 33°C e raramente é inferior a 22°C ou superior a 35°C. Há uma sazonalidade climática relacionada as precipitações, sendo considerado o período chuvoso, entre os meses de janeiro a junho e, o período seco, entre julho e dezembro. Esses períodos coincidem com enchentes e águas altas período chuvoso e vazante e águas baixas do rio Amazonas na região.

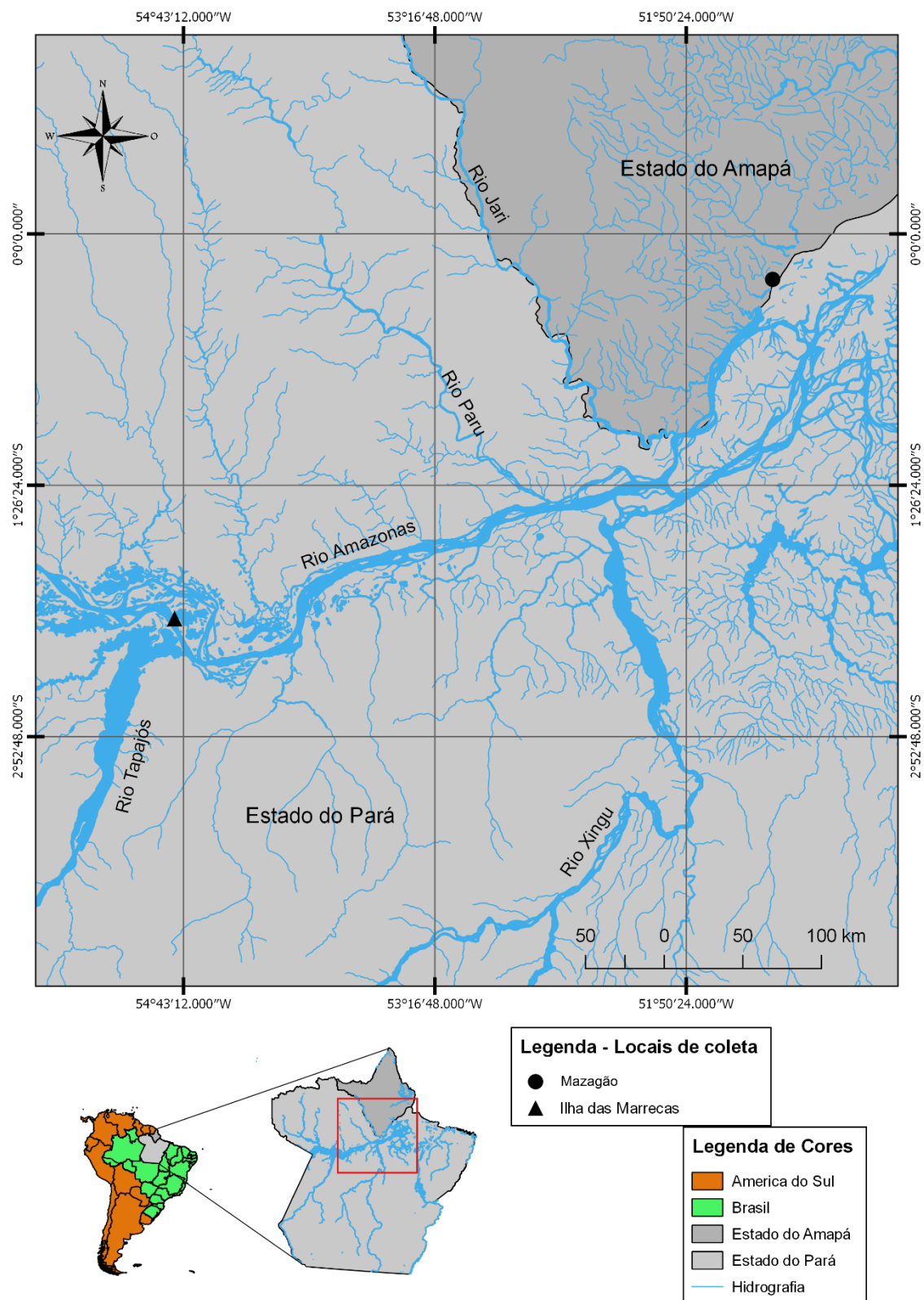


Figura 1. Localização das áreas de captura de *Macrobrachium amazonicum* na foz e baixo Amazonas entre maio de 2017 e abril de 2018. (●) Mazagão, (▲) Ilha das Marrecas.

Coleta e análise dos camarões

Para a coletas dos camarões foram utilizando vinte matapís/mês (covo cilíndrico confeccionado artesanalmente utilizando cipós e palmeiras da várzea Amazônica, com 50 cm de comprimento, 25 cm de diâmetro e, uma distância entre as talas de 5 mm) (e.g. Lima *et al.* 2014), submersos no rio Amazonas ao entardecer (17:30 h) por um período de 12 h. Após as coletas, os camarões passaram por identificação taxonômica, sexagem e biometria. Para a identificação taxonômica foi utilizado o estudo de Melo (2003). A sexagem foi determinada com base na presença ou ausência do apêndice masculino observado no endopodito do segundo par de pleópodo de cada camarão. E a biometria incluiu o registro do comprimento padrão – CP (distância medida entre a base do pedúnculo ocular e a extremidade do telson dada em mm) (Lima *et al.* 2014) com auxílio de paquímetro analógico (125MEB-6/200, Starfer Itu-Sp, precisão de 0,05 mm Brasil) e da massa úmida total (g) obtida com auxílio uma balança digital semi-analítica (AD 330, Marte, precisão de 0,001 g Santa Rita do Sapucaí-MG, Brasil).

Para a remoção dos parasitas, a câmara branquial dos camarões foi aberta com uma tesoura, os parasitas expostos foram removidos com o auxílio de uma pinça sob lupa estereoscópica (Zeiss, modelo Stemi 2000). A identificação dos parasitos foi realizada utilizando os critérios de Román-Contreras (2004), Paul *et al.* (2010) e Lemos de Castro e Loyola-Silva (1985). Os *M. amazonicum* infectados por *P. pandalicola* (Figura. 2) foram depositados na coleção científica crustáceos do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA).

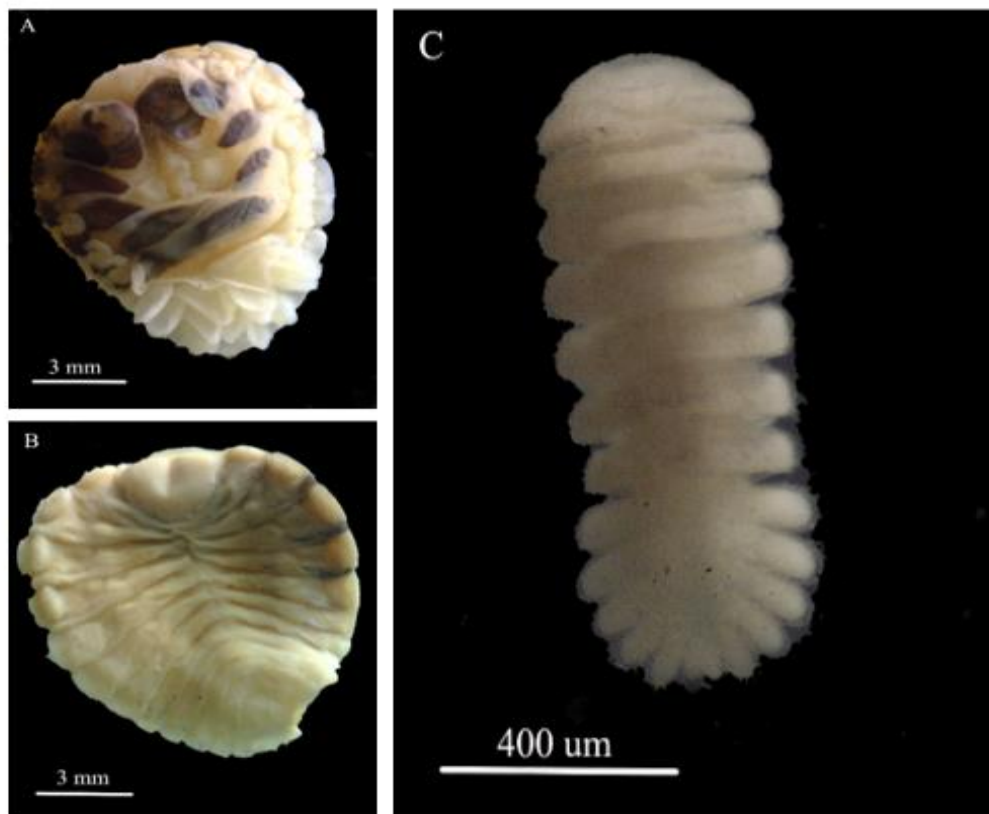


Figura 2. Ectoparasita *Probopyrus pandalicola*. A- Vista dorsal da Fêmea, B- Vista ventral da fêmea e C- Vista dorsal do macho.

Análise de dados

As diferenças na proporção entre os sexos dos camarões infectados com parasita foram analisadas quanto à divergência significativa em relação à proporção esperada de 1:1, usando o teste qui-quadrado (χ^2) (Zar 1999).

A prevalência (P%) e a abundância média (AM) de parasitas foram registradas para cada área de estudo. A prevalência compreendeu o número de camarões parasitados, dividido pelo número de camarões na amostra, multiplicado por 100.

A abundância média (AM) compreendeu o número total de parasitas em uma amostra, dividido pelo número total de camarões examinados (Bush *et al.* 1997; Rohde *et al.* 1995). Após avaliar a normalidade e homocedasticidade, os dados de prevalência e abundância foram submetidos ao teste *t* de Student para verificar diferenças destas variáveis entre as duas áreas de estudo.

O “bem-estar” ou fator de condição relativo ($Kn = Wt/We$) dos camarões foi determinado conforme definido por Le Cren (1951). Para tanto, foram selecionados 30 camarões parasitados e 30 camarões não parasitados de cada local de coleta/mês para obtenção dos dados de massa total (Wt) e comprimento padrão (Lp), os quais foram ajustados ao modelo $Wt = a.L_p^b$, através do método dos mínimos quadrados após a transformação logarítmica dos valores da curva da relação massa total/comprimento padrão e estimados os valores dos coeficientes “ a ” e “ b ” que, por sua vez, foram utilizados no cálculo dos valores teoricamente esperados de peso total (We) para um dado valor de Lt , através da equação: $We = a.L_p^b$. Os valores médios de Kn dos camarões infectados e não infectados foram contrastados estatisticamente por Mann-Whitney (U) em relação ao valor teórico 1 definido por Le Cren (1951). Adicionalmente, o teste de Mann-Whitney (U) foi aplicado para verificar possíveis diferenças significativas entre a média do fator de condição encontrado entre camarões parasitados e não-parasitados em ambas as áreas, sendo consideradas diferenças significativas quando $p < 0,05$.

6.4. RESULTADOS

Foram capturados 4.132 camarões no Mazagão e 2.664 na ilha de Marrecas. Destes, 216 espécimes estavam parasitados com *P. pandalicola*, sendo 133 (61,57%) espécimes encontrados no Mazagão e 83 (38,43%) na ilha das Marrecas. O teste Qui-quadrado mostrou que a proporção sexual dos camarões parasitados com *P. pandalicola* foi significativamente diferente do padrão 1♀: 1♂. No Mazagão a razão sexual foi 3,75♀:1 ♂ parasitadas ($\chi^2 = 44,58$; $P < 0,001$), e na ilha das Marrecas foi 2,45 ♀:1♂ parasitadas ($\chi^2 = 14,76$; $P < 0,001$). Estes resultados indicam a existência de uma preferência do ectoparasita em parasitar camarões fêmeas.

Somente em 1,9% dos *M. amazonicum* parasitados foi observada a presença de *P. pandalicola* em ambos os lados da cavidade branquial. *P. pandalicola* foi encontrado sempre aos pares (macho e fêmea) nos hospedeiros, apresentando uma razão sexual de 1♀:1♂.

No período chuvoso foi observado picos de infecção do *P. pandalicola* (Figura 3A-B). Não foi observado diferença significativa da porcentagem da prevalência média de *P. pandalicola* entre Mazagão e ilha das Marrecas ($t = 0,33$ $p = 0,738$). A porcentagem

da prevalência média mensal dos camarões infectados com *P. pandalicola* no Mazagão foi de 3,32% ($\pm 0,70$) e de 3,18% ($\pm 1,28$) na ilha das Marrecas (Figura 3A).

A abundância média mensal de *P. pandalicola* nos camarões (Figura 3B) capturados no Mazagão foi de 0,033 ($\pm 0,007$), e na Ilha das Marrecas de 0,031 ($\pm 0,012$). Também não apresentando diferença significativa entre as áreas de estudo ($t = 0,32$ $p = 0,739$).

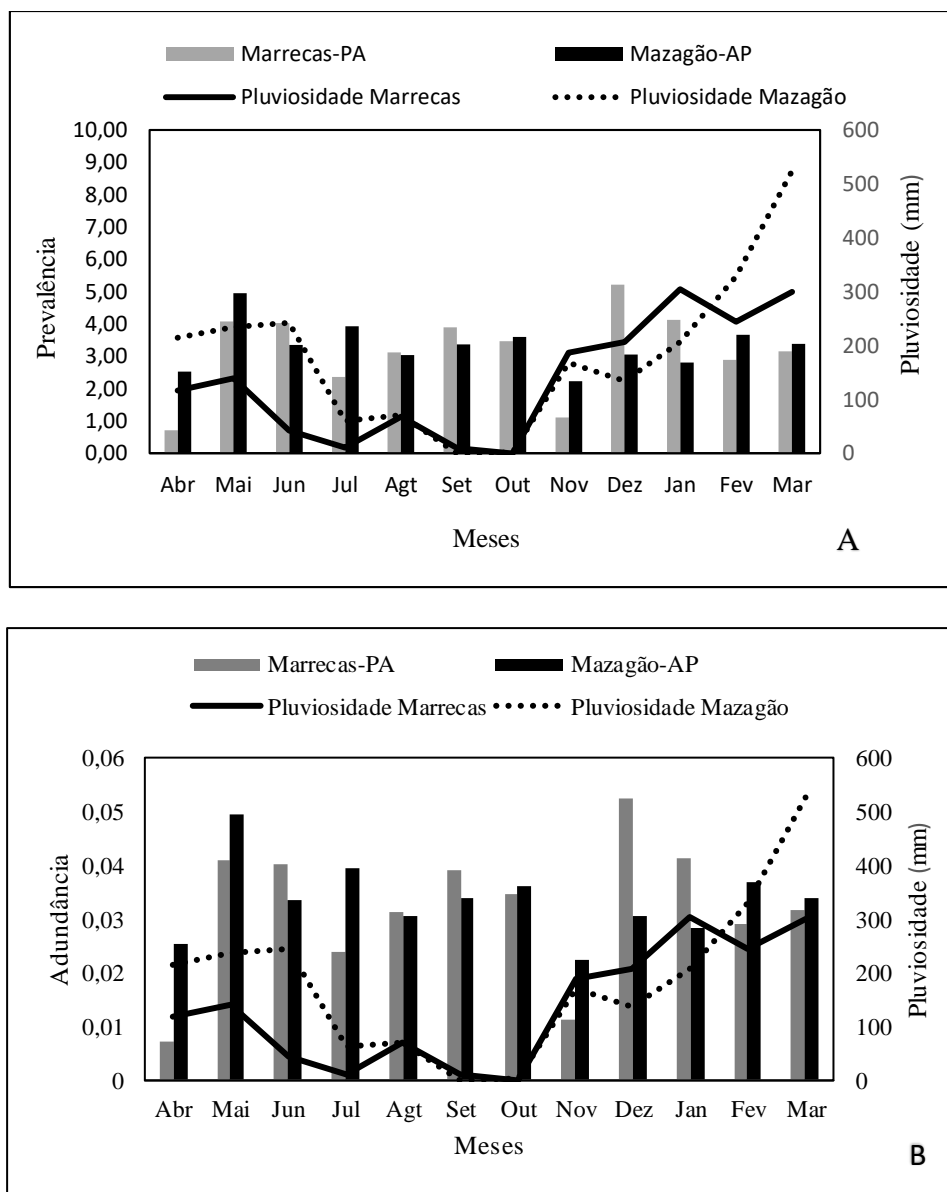


Figura 3. Prevalência e abundância do *P. pandalicola* infectando *M. amazonicum* no Mazagão, Amapá e ilha das Marrecas, Pará, entre abril de 2017 e março de 2018.

Os valores médios do fator de condição dos camarões no Mazagão variaram ao longo do ano, de 0,74 a 1,34 (Figura 4A), com maiores valores de Kn para camarões não

infectados por *P. pandalicola* ($U= 1, 288$; $p= < 0,001$). Enquanto na ilha das Marrecas os valores médios mensais variaram de 0,78 a 1,13, uma menor flutuação (Figura 4B) e, não houve diferença significativa do Kn entre camarões infectados ou não com *P. pandalicola* ($U=0,665$; $p= < 0,220$).

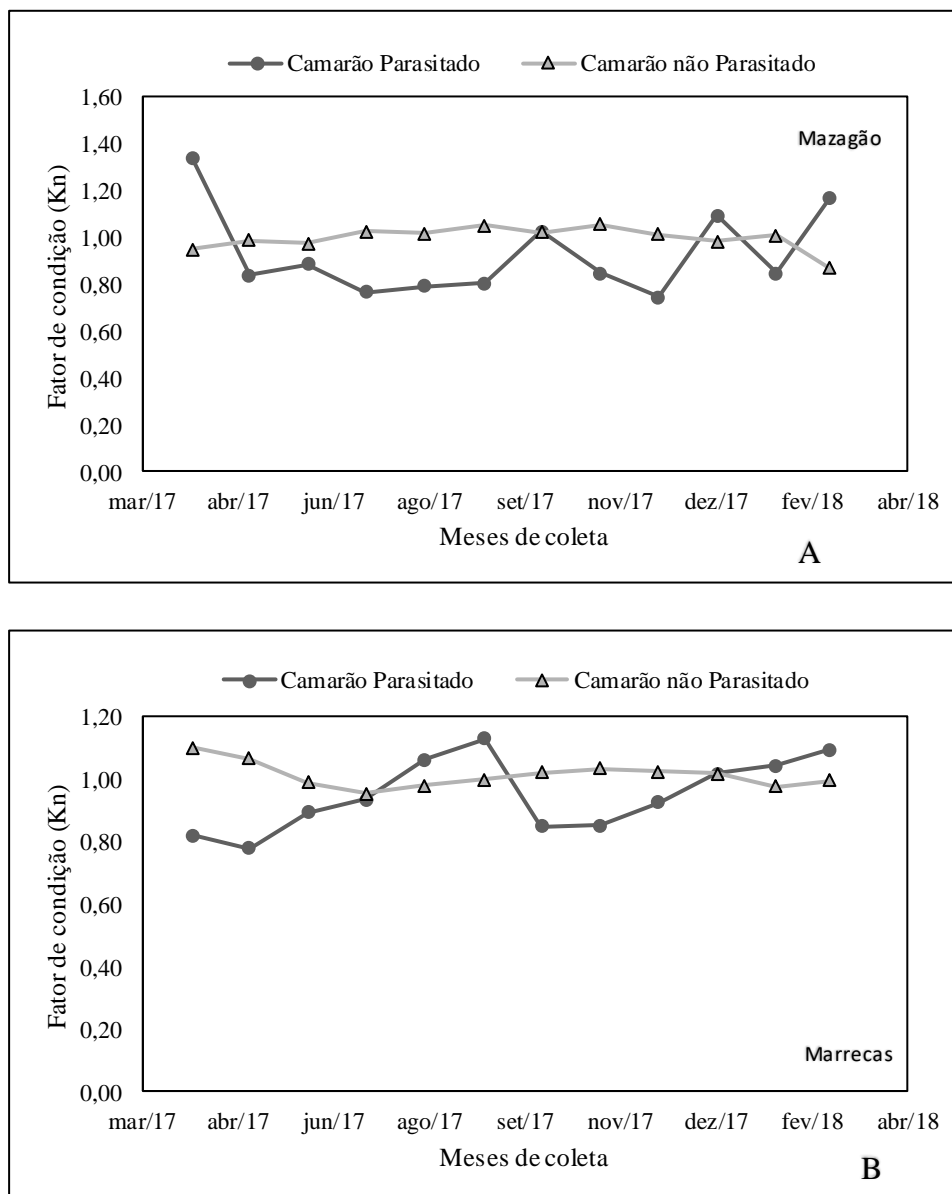


Figura 4. Fator de condição de *M. amazonicum* capturados Mazagão, no Amapá e na ilha das Marrecas, no Pará, entre abril de 2017 e março de 2018.

6.5. DISCUSSÃO

Os ectoparasitas bopirídeos são hematófagos comuns nas câmaras branquiais de camarões do gênero *Macrobrachium* (Conner & Bauer 2010; Vargas-Ceballos *et al.* 2016; Hassan *et al.* 2017; Corrêa *et al.* 2018), sendo *P. pandalicola* o mais comumente encontrado nas regiões tropicais e subtropicais.

Em 98,1% dos camarões parasitados examinados neste estudo, somente uma câmara branquial estava ocupada pelo parasita. Essa é uma característica comum desta relação parasitária, que também foi observada em *M. amazonicum* coletados na região do baixo rio Amazonas, município de Gurupá, no Pará (Corrêa *et al.* 2018), em *M. amazonicum* infestado por *P. bithynis*, no baixo rio Tocantins, no Pará (Oddinetz-Collart 1990), em *M. ohione* infectado com *P. pandalicola* no rio Atchafalaya, no estado de Mississippi, Estados Unidos da América (Conner & Bauer 2010), em *M. tenellum* infectados *P. pacificensis* no rio Ameca, localizado na planície costeira entre Jalisco e Nayarit, na cidade de El Colomo (Vargas-Ceballos *et al.* 2016). A infecção desses parasitas nas duas cavidades branquiais é rara, sendo observada em *M. ohione* por Truesdale & Mermilliod (1977).

A prevalência média mensal do *P. pandalicola* na população de camarão estudada foi de 3,32% no Mazagão e 3,18% na ilha das Marrecas. Um nível de prevalência considerado baixo, quando comparado a outras populações de *Macrobrachium* parasitadas por *Probopyrus*, como observado em *P. pacificensis* parasitando *M. tenellum* e *M. amazonicum* (8,83% e 52%, respectivamente) coletados na lagoa Coyuca, Guerrero, México (Román-Contreras 2004; Signoret e Brailovsky 2002).

No Mazagão e na ilha das Marrecas, *P. pandalicola* demonstrou predominância em camarões fêmeas. Essa característica parasitária foi observada para o *M. amazonicum* por Corrêa *et al.* (2018), Oddinetz-Collart (1990) e Truesdale & Mermilliod (1977). Essa predominância em infestar camarões fêmeas, pode estar associado a abundância das fêmeas em ambas as áreas.

Em relação a abundância média mensal do *P. pandalicola* no Mazagão e na ilha das Marrecas, os valores mensais não apresentaram diferenças significativas. No entanto, abundância do *P. pandalicola* foi semelhante ao pico de recrutamento dos camarões juvenis de *M. amazonicum*, demonstrando uma relação entre abundância do *P. pandalicola* e a abundância de camarões juvenis, uma vez, que os camarões juvenis crescem junto com *P. pandalicola* (Román-Contreras 1991). Os camarões jovens foram constantes ao

longo do período do estudo (descrito no capítulo II, III), posteriormente. Outro ponto a ser considerado é que os camarões jovens, à medida que crescem, passam então a ser vulneráveis ao parasitismo. Essa relação foi observada por Lima *et al.* (2014), sendo de conhecimento que a infestação dos camarões por ectoparasita pode estar associada ao ciclo de vida do hospedeiro desde a fase de zoea.

Tanto no Mazagão quanto na ilha das Marrecas, os camarões infectados com *P. pandalicola* apresentaram $Kn < 1,00$, na maioria dos meses do estudo, enquanto camarões sem ocorrência do parasita apresentaram valores semelhante ao valor tido como padrão para camarões do gênero *Macrobrachium* ($Kn = 1,00$) definido por Le Cren (1951). Entretanto, somente no Mazagão houve uma diferença significativa do evidenciando o efeito patogênico do parasitismo no hospedeiro.

Houve uma reduzida prevalência e abundância de *P. pandalicola* em *M. amazonicum*, o que sugere populações viáveis do ponto de vista sanitário de ocorrência de *P. pandalicola*. Porém, torna-se claro os efeitos que esses parasitas podem causar nas duas populações, visto a redução do Kn de *M. amazonicum* parasitados.

6.6. AGRADECIMENTO

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro conforme processos nº 407698/2013-2 e processo nº 444367/2014-4. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária pelo apoio estrutural e logístico para análise dos dados.

6.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, G. 1975. Larval metabolism of the epicaridian isopod parasite *Probopyrus pandalicola* and metabolic effects of *P. pandalicola* on its copepod intermediate host *Acartia tonsa*. *Comparative Biochemistry and Physiology A, New York*, 50 (1): 747-751.

- Bastos, A. M., LIMA, J.F, TAVARES-DIAS.E.M.T. 2017. A influência do ciclo lunar na reprodução e tempo de incubação de ovos de *Macrobrachium amazonicum* (decapoda: palaemonidae). *Embrapa Amapá-Capítulo em livro científico (ALICE)*. 146-159.
- Bush, A. O., K. D. Lafferty, J. M. Lotz, and A. W. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms. *Journal of Parasitology* 83: 575–583.
- Bunkley-Williams, L.Y. & Williams, E.H. 1995 Párasitos de peces de valor recreativo em agua dulce de Puerto Rico. Departamento de recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico y el Departamento de Ciências Marinas, Universidad de Puerto Rico, Mayaguez, *Puerto Rico*. 190-199.
- Corrêa, L. L., Sousa, E. M. O., Silva, L. V. F., Adriano, E. A., Oliveira, M. S. B., & Tavares-Dias, M. 2018. Histopathological alterations in gills of Amazonian shrimp *Macrobrachium amazonicum* parasitized by isopod *Probopyrus bithynis* (Bopyridae). *Diseases of aquatic organisms*, 129(2), 117-122
- Conner, S. L. & Bauer, R. T. 2010. Infection of adult migratory river shrimps, *Macrobrachium ohione*, by a branchial bopyrid isopod, *Probopyrus pandalicola*. *Invertebrate Biology* 129:344-352.
- Guzmán, A. M.; Román-Contreras, R. 1983. Parasitismo de *Probopyrus pandalicola* (Isopoda, Bopyridae) sobre el langostino *Macrobrachium tenellum* en la Costa Pacífica de Guerrero y Michoacán, México. In:Proceedings of the International Conference on Marine Resources of the Pacific. Chile: *Viña del Mar*, 345-357.
- Hassan, M, Sharoum, F.M, Wahid, M.E.A, Ghaffar, M.A, Ambak, M.A, Musa, N, Nadzir,S. M. 2017. Infestation of *Probopyrus* sp. on *Macrobrachium lanchesteri* from Chalok River and Nyathoh River, Terengganu, Malaysia. *J Sustain Sci Manage* 3(*Spec Issue*): 111–118
- Jiménez, P., & Vargas, M. 1990. *Probopyrus pandalicola* (Isopoda: Bopyridae) infesting *Palaemonetes hiltonii* (Crustacea: Caridea), along the Pacific coast of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 38(2), 457-462.
- Le-Cren, E.D. 1951 I. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and conditions in the perch. *Animally Ecologic*. 20; 201-1.
- Lemos de Castro, A. L.; & Loyola e Silva. 1985. Isopoda. Manual de Identificação de Invertebrados Límnicos do Brasil: 33. CNPq, *Brasília, Brasil*. 20p
- Lima, J. F.; Silva, L. M. A.; Silva, T. C.; Garcia, J. S.; Pereira, I. S.; Amaral, K, D. S. 2014. Reproductive aspects of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda:

- Palaemonidae) in the State of Amapa, Amazon River mouth. *Acta Amazonica*, 44: 245 – 254.
- Masunari, S; Castagini S.A; Oliveira E. 2002. The Population structure of *Probopyrus floridensis* (Isopoda, Bopyridae), a parasite of *Macrobrachium potiuna* (Decapoda, Palaemonidae) from the perequê river, Paranagua, Brasin, souther Brazil. *Crustaceana* 73: 1095-1108.
- Melo, G.A.S. 2003. *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil*. São Paulo: ed. Loyola FAPESP, 430pp.
- Oddinetz-Collart, O. 1990. Interactions entre le parasite *Probopyrus bithynis* (Isopoda, Bopyridae) et l'un de ses hôtes, la crevette *Macrobrachium amazonicum* (Deca - poda, Palaemonidae). *Crustaceana* 58: 258–269
- Paul, M. Chanda M; Maity J; Gupta S; Patra B.C; Dash G. 2010. Parasitic prevalences in fresh water prawn *Macrobrachium rosenbergii* in onrth and South 24 parganas districts of West Bengal. *Choron Young Soi*, 1:48-50.
- Román-Contreras, R. 1991. Ecología de *Macrobrachium tenellum* (Decapoda: Palaemonidae) en la laguna Coyuca Guerrero, Pacífico de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. UNAM, 18: 87-96.
- Román-Contreras, R. E Romero-Codríguez, J. 2005. Incidente of infestation by Bopyrina abbreviata Richardson, 1904 (Isopoda: Bopyridae) on *Hippolyte zostericola* (Smith, 1873) (Decapoda: Hippolytidae) in Laguna de Términos, Gulf of Mexico. *Nauplius, Botucatu*, 13 (1): 83-88
- Rocha, S.S; Bueno L.S. 2000. *Probopyrus floridensis* Richardson, 1904 (Isopoda, Bopyridae) parasitizing the freshwater prawn *Macrobrachium potiuna* (Muller, 1880), from São Paulo, Brazil. *Nauplius*, 8: 133-140.
- Rohde, K., Hayward, C., & Heap, M. 1995. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. *International journal for parasitology*, 25(8), 945-970.
- Román-Contreras R .2004. The genus *Probopyrus* Giard and Bonnier, 1888 (Crustacea: Isopoda: Bopyridae) in the eastern Pacific with seven new records for Mexico. In: Hendrickx ME (ed) Contributions to the study of east Pacific crustaceans, Universidad Nacional Autó - noma de México, *Mazatlán*, 3:153–68.
- Signoret, G. & Brailovsky, D. 2002. Populationstudy of *Macrobrachium tenellum* (Smith1871) in Coyuca de Benítez Lagoon, Guerrero, México. In: *Modern Approaches to the Study of Crustacea*. Springer US, (355) 125-129

- Truesdale, M.F, Mermilliod, J.W .1977. Some observations on the host-parasite relationship of *Macrobrachium ohione* (Smith) (Decapoda, Palaemonidae) and *Probopyrus bithynis* Richardson (Isopoda, Bopyridae). *Crustaceana* 32: 216–220
- Vargas-Ceballos, M. A., López-Uriarte, R. N. E. S. T. O, García-Guerrero, M. U, Vega-Villasante, F. E. R. N. A. N. D. O., Román-Contreras, R. A. M. I. R. O., Akintola, S. L, & Chong-Carrillo, O. L. I. M. P. I. A. 2016. Infestation of *Probopyrus pacificensis* (Isopoda: Bopyridae) in *Macrobrachium tenellum* (Caridea: Palaemonidae) in the Ameca River, Jalisco, Mexico: prevalence and effects on growth. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 11(1), 39-46.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. ed. Fourth Edition. Prentice-Hall, Inc. United States of America. 663 p.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

M. amazonicum apresentou hábito onívoro (generalista oportunista), porém com um importante componente carnívoro, representado principalmente por MOPF, MOPG e invertebrados aquáticos. Além disso, não foi observado preferências alimentares entre as classes de comprimento e entre os sexos.

Em relação ao tipo de isca, o farelo de babaçu demonstrou ser mais viável em termos econômicos e de produtividade do que arroz cozido ou sardinha enlatada para captura de *M. amazonicum* na ilha das Marrecas-PA. Aparentemente, as iscas não interferem na atratividade de jovens e adultos ou na atratividade de machos e fêmeas.

Portanto, recomenda-se o uso de farelo de babaçu como isca na captura de camarões da Amazônia na região do baixo rio Amazonas, em razão das similaridades ambientais com ilha das Marrecas-PA.

O *M. amazonicum* apresentou variações no padrão de estrutura populacional no Mazagão e na ilha das Marrecas. No Mazagão foi observada uma maior abundância de espécimes. Em relação as fêmeas, no Mazagão e ilha das Marrecas, elas foram significativamente maiores e mais pesadas que os machos, denotando metabolismo diferenciado, provavelmente devido à reprodução, além disso, foi observado uma predominância de fêmeas e variação entre o comprimento médio indicando que as populações do Mazagão e ilha das Marrecas são distintas. Em ambas as áreas *M. amazonicum* mostrou um pico reprodutivo intimamente relacionado com a estação chuvosa, no entanto, a reprodução da espécie ocorre continuamente ao longo do ano.

A fecundidade individual de fêmeas de *M. amazonicum* é variável; é maior no estuário do rio Amazonas (Mazagão) do que nas regiões continentais do rio Amazonas (ilha das Marrecas), demonstrando a características padrão da reprodução de *M. amazonicum*, que está intimamente relacionado ao comprimento da fêmea. Apesar dessa diferença na fecundidade, os espécimes das populações do Mazagão e ilha das Marrecas podem ser utilizados como matrizes na criação de larvas comerciais. O tamanho de primeira maturação (comprimento da carapaça) para ambos os sexos resultou em 13,98 mm (para fêmeas e machos) para as áreas estudadas, que pode servir como referencia para políticas no ordenamento pesqueiro da espécie em ambas regiões.

Os exames parasitológicos demonstraram que somente a espécie *Probopyrus pandalicola* é encontrada parasitando a *M. amazonicum*, possuindo prevalência por parasitar fêmeas da espécie e ainda que a presença desse ectoparasita afeta o estado nutricional do camarão nas áreas estudadas.

Portanto, torna-se evidente a necessidade de um controle mais eficiente da produção do camarão-da-Amazônia em ambas as regiões. Dados econômicos das pescarias, além de medições biométricas dos camarões completariam melhor a disponibilidade de informações para a aplicação de modelos mais complexos de avaliação de estoques, como modelos bio-econômicos ou análise de coortes, que permitem delinear formas mais acuradas de manejo e delimitar possíveis cenários futuros, mediante a introdução de dados biológicos e/ou econômicos.

8. REFERÊNCIAS

- Araújo, M.V.L.F; Silva, K.C.A.; Romão Júnior, J.G; Cintra, I.H.A.; Santos, M.A.S. 2014. Sócio economia e percepção ambiental dos pescadores de camarão-da-Amazônia a jusante da UHE Tucuruí, Pará, Brasil. *Ciência e Desenvolvimento*, 19: 7-18.
- Araújo, M.C. & Valenti, W.C. 2007. Feeding habit of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* larvae. *Aquaculture*, 265: 187–193.
- Araújo, M. C. and W. C. Valenti. 2005. Manejo alimentar de pos-larvas do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum* em berçário I. *Acta Scientiarum, Animal Sciences*, 27: 67-72.
- Abayomi, A.; Jimoh, E.; Clarke, O.; Olusegun, O. W.; Haleemah, B.A. 2011. Food and feeding habits of the African river prawn (*Macrobrachium vollenhovenii*, Herklots, 1857) in Epe Lagoon, southwest Nigeria. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 3: 10-15.
- Barker, M. 2006. Import risk analysis: Freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) from Hawaii. Biosecurity New Zealand. 63pp.
- Barros, M.P. 1995. *Dinâmica populacional Macrobrachium Potimirim glabra* (Kingsley, 1878), na praia da Vigia, Garopaba, Santa Catarina, Brasil (Crustacea, Decapoda, Atyidae). Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porot Alegre, Brasil, 58pp.
- Bentes, B. S., Martinelli, J. M., Souza, L. S., Cavalcante, D. V., Almeida, M. C., & Isaac, V. J. 2011. Spatial distribution of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial

- creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, Pará). *Brazilian Journal of Biology*, 71(4), 925-935.
- Boos, H.; Buckup, G. B.; Buckup, L.; Araujo, P. B.; Magalhães, C.; Almerão, M. P.; Santos, R. A.; Mantelatto, F. L. 2012. Checklist of the Crustacea from the state of Santa Catarina, Brazil. *Check List*, 6: 1020-1046.
- Brown, J. H., M. B. New and D. Ismael. 2010. Biology. In: M. B. New, W. C. Valenti, J. H. Tidwell, L.R. D'Abramo, and M. N. Kutty, Freshwater prawns: biology and farming. Oxford, *Wiley-Blackwell* 18-39.
- Bond, G.; Buckup, L. 1982. O ciclo reprodutor de *Macrobrachium borrellii* (Nobili, 1896) e *Macrobrachium potiuna* (Muller, 1880) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) e suas relações com a temperatura. *Revista Brasileira de Biologia*, 42(3): 473-483.
- Bunkley-Williams, L.Y. & Williams, E.H. 1995 Párasitos de peces de valor recreativo em agua dulce de Puerto Rico. Departamento de recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico y el Departamento de Ciências Marinas, *Universidad de Puerto Rico, Mayaguez, Puerto Rico*. 190p.
- Chaves P. T. C; Magalhães. C. 1993. O desenvolvimento ovocitário em *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae), camarão dulcícola da Região Amazônica. *Acta amazônica*, 23: 17-23.
- Coelho, P.A; Ramons-Porto, M; Soares, C.M.A. 1982. Biologia e cultivo de camarão de água doce. *Série Aquicultura. Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Tecnologia. Derpatamento de Oceanografia, Pernambuco*. 1: 1-53.
- Coelho, P.A. 1963. Observação preliminar sobre a biologia e a pesca dos camarões do gênero *Macrobrachium* Bate, 1868 (Decapoda, Palaemonidae) no Estado de Pernambuco, Brasil. *Instituto Oceanografia da Universidade Federal Rural de Pernambuco*. 3: 75-81.
- Collart, O. O. 1990. Interactions Entre Le Parasite Probopyr Us Bithynis (Isopoda, Bopyridae) Et L'Un De Ses Hôtes, La Crevette *Macrobrachium Amazonicum* (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 58(3), 258-269.
- Delgado, P.M.; Delgado, J.P.M.; Rosa, J.V.A.; Orbe, I. 2011. Infestación masiva por *Perulernaea gamivtanae* (Crustacea: Cyclopoida: Lernaecidae) en juveniles de gamitana, cultivados en la Amazonia peruana. *Veterinaria México*, 42: 59-64.
- Flexa, C.E.; Silva, K.C. de A; Arnaud, J. da S.; Cintra, I.H.A; Porto, V.M. dos S. 2005. Morfometria do camarão cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) no município de Cameté-Pará. *Boletim Técnico Científico Cepnor* 5: 41-54.
- Guzmán, A.M. & Román-Contreras R. 1983. Parasitismo de *Probopyrus pandalicola* (Isopoda, Bopyridae) sobre el langostino *Macrobrachium tenellum* en la costa pacífica de Guerrero y Michoacán, México. In. *Conferencia internacional sobre Recursos Marinos del Pacífico, Viña del Mar, Chile*, 345-357p.

- Holthuis, L. B. 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea: Decapoda: Natatia) of the Americas. II. The subfamily Palaemonidae. *Allan Hancock Foundation*, 23: 1-278.
- Hayd, L. A. 2007. *Ciclo de muda e metabolismo durante o desenvolvimento larval do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862)*. Dissertação de Mestrado da Universidade Estadual Paulista. Brasil. 45p.
- Hayd, L. A., K. Anger and W.C. Valenti. 2008. The moulting cycle of larval Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* reared in the laboratory. *Nauplius* 16: 55-63.
- Kutty, M. N. and W. C. Valenti, W. C. 2010. Culture of other freshwater prawn species. In: *Freshwater prawns: biology and farming. Oxford*, 23-15.
- Lima, J. F.; Silva, L. M. A.; Silva, T. C.; Garcia, J. S.; Pereira, I. S.; Amaral, K, D. S. 2014a. Reproductive aspects of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae) in the State of Amapá, Amazon River mouth. *Acta Amazonica*, 44: 245 – 254.
- Lima, J.F.; Santos, T.S. 2014. Aspectos econômicos e higiênico-sanitários da comercialização de camarões de água doce em feiras livres de Macapá e Santana, Estado do Amapá. *Biota Amazônia*, 4: 1-8.
- Lima, J. D. F., Garcia, J. D. S., & Silva, T. C. D. 2014b. Natural diet and feeding habits of a freshwater prawn (*Macrobrachium carinus*: Crustacea, Decapoda) in the estuary of the Amazon River. *Acta Amazonica*, 44(2), 235-244.
- Lester, R. J. G. 2005. *Crustacea: Isopoda (isopods)*. En: Rohde, K. ed.. *Marine parasitology*. CSIRO Publishing. Melbourne, Australia. 234p.
- Markham, J. C. 1985. A review of the bopyrid isopods infesting caridean shrimps in the northwestern Atlantic Ocean, with special reference to those collected during the Hourglass Cruises in the Gulf of Mexico. *Hourglass Cruises* 8: 1-156.
- Mandal, B; Dubey, K.S; Ghosh, K.A; Dash, G. 2015. Parasitic occurrence in the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* from coastal west Bengal, India. *Parasitology and Vector Biology*, 7: 115-119.
- Marques, H. L. A; Moraes-Valenti, P.M.C. 2012. Current status and prospects of farming the giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man 1879) and the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862)) in Brazil. *Aquaculture Research*, 43: 984–992.
- Martorelli, R.S. 1992. Parasites of commercial shrimps and fishes in Argentine sea: on the adult and metacercaria of *Opecoeloides feliciae* N. sp. (Digenea: Opecoelidae). *Institute Oswaldo cruz*. 87: 43-48.
- Magalhães, C; Walker, I. 1988. Larval development and ecological distribution of Central Amazonian palaemonid shrimps (Decapoda, Caridea). *Crustaceana*, 55(3): 279-292.

- Mantelatto, F. L.; Pileggi, L. G.; Suárez, H.; Magalhães, C. 2008. First record and extension of the known distribution of the inland prawn, *Macrobrachium aracamuni* Rodríguez, 1982 (Decapoda, Palaemonidae) in Brazil. *Crustaceana*, 81: 241-246.
- Maciel, C.R. 2007. *Alimentação do camarão-da-amazônia Macrobrachium amazonicum durante a fase larval*. Tese de Doutorado da Universidade Estadual Paulista (Centro de Aquicultura CAUNESP), 131p.
- Maciel, C.R; Valenti, W.C. 2009. Biology, Fisheries, and Aquaculture of the amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum*. *Nauplius*, 17: 61-79.
- Masunari, S; Castagini S.A; Oliveira E. 2002. The Population structure of *Probopyrus floridensis* (Isopoda, Bopyridae), a parasite of *Macrobrachium potiuna* (Decapoda, Palaemonidae) from the Perequê River, Paranagua, Brasin, souther Brazil. *Crustaceana* 73: 1095-1108.
- Melo, M. S.; Nakagaki, J. M. 2013. Evaluation of the feeding habits of *Macrobrachium brasiliense* (Heller, 1862) in the Curral de Arame stream (Dourados/Mato Grosso Do Sul, Brazil). *Nauplius* 21: 25-33.
- Moraes – Riudades P. M. C.; Valenti, W.C.; Peralta, A.S.L; Amorim, M.D.L. 1999. Carcinicultura de água doce no estado do Pará: situação atual e perspectivas. XI Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca. Recife, Pernambuco.
- Mossolin, E.C, Bueno, S.L. 2003. Reproductive biology of *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae) in São Sebastião, Brazil. *Crustacean Biology*, 22: 367-376.
- Moraes-Valenti, P., & Valenti, W. C. 2010. Culture of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*. *Freshwater prawns: biology and farming*, 485-501.
- Odinetz-collart, O. 1987. La pêche crevettiere de *Macrobrachium amazonicum* (Palaemonidae) dans le Bas-Tocantins apres la fermeture du barrage de Tucuruí. Rev. Hydrobiol. Trop. 20 (2): 13 1- 144. 1991a. Stratégie de reproduction de *Macrobrachium amazonicum* en Amazonie Centrale. *Crustaceana, Leiding*, 61 (2): 253-270.
- Odinet-Collart O, Moreira L. C. 1993. Potencial pesqueiro de *Macrobrachium amazonicum* na Amazônia Central (Ilha do Careiro): variação da abundância e do comprimento. *Amazoniana*,12: 399-413.
- Odinetz-Colart, O. 1991. Strategie de reproduction de *Macrobrachium amazonicum* em Amazonie Centrale (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). *Crustaceana*, 61: 253-270.
- Paul M; Chanda M; Maity J; Gupta S; Patra B.C; Dash G. 2010. Parasitic prevalences in fresh water prawn *Macrobrachium rosenbergii* in onrth and South 24 parganas districts of West Bengal. *Choron Young Soi*, 1:48-50.
- Pavanelli GC, Eiras JC, Takemoto RM. 2008. *Parasitoses. Doenças de peixe: profilaxia, diagnóstico e tratamento*. Editora da Universidade Estadual de Maringá. 132p.

- Penafort, J. M. 1999. *Cultivo de Macrobrachium amazonicum (Heller, 1862) (Decapoda: palaemonidae), do ovo a maturidade sexual, sob diferentes dietas, taxas de estocagem e níveis de salinidade*. Dissertação de Mestrado. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará. 85p.
- Pileggi, L.G. & Mantelatto, F.L. 2012. Taxonomic revision of some doubtful Brazilian freshwater shrimp species of genus *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae). *Iheringia, Série Zoologia*, 102: 426-437.
- Porto L. A. C. 2004. *Estudos morfológicos em populações do complexo Macrobrachium amazonicum (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em diferentes bacias hidrográficas brasileiras*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo. 170p.
- Rego, L.A.H.; Vetorelli, M.; Moraes-Riodades, P.M.C. & Valenti, W.C. 2004. Seleção e manejo de fêmeas ovígeras para a larvicultura de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). In: *Abstracts of Aqua Ciência 2004, Vitória, ES*. 393p.
- Román-Contreras, R. 1991. Ecología de *Macrobrachium tenellum* (Decapoda: Palaemonidae) en la laguna Coyuca Guerrero, Pacífico de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. UNAM, 18: 87-96.
- Rocha, S.S; Bueno L.S. 2000. *Probopyrus floridensis* Richardson, 1904 (Isopoda, Bopyridae) parasitizing the freshwater prawn *Macrobrachium potiuna* (Muller, 1880), from São Paulo, Brazil. *Nauplius*, 8: 133-140.
- Santos, E.P. 2014 *Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura*. Editora da Universidade de São Paulo-EDUSP. 129p.
- Silva, K. C. A., Souza, R. A. L. & Cintra, I. H. A. 2002. Camarão-cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no município de Vigia-Pará-Brasil. *Boletim Técnico-Científico do Cepnor*, 2, 41-73.
- Silva, J.C. 2010. *Biologia e Ecologia dos Camarões de Água doce Macrobrachium amazonicum (Heller 1862) e Macrobrachium jelskii (Miers 1778) (Crustacea: Caridea: Palaemonoidea) no Rio Grande, região de Planura, Mato Grosso*. Tese de Doutorado da Universidade Estadual Paulista. 101p.
- Silva, M.C.N. 2006. *Dinâmica populacional do camarão cascudo Macrobrachium amazonicum (Heller, 1862) da Ilha de Cambú – Belém-PA*. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal do Pará. 75p.
- Silva, G. M. F; Ferreira, I. C. F. Von Ledebur and R.M. Rocha. 2009. Gonadal structure analysis of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) from a wild population: a new insight on the morphotype characterization. *Aquaculture Research* 40:798-803
- Silva, J.R.M.C; Nogueira, A.L.M. 1988. Perfil da alimentação nas fazendas de criação de camarões marinhos e de água doce do Brasil. Informe FAQ, *Projeto GCP/RLA/ITA. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. São Paulo*, 79pp.

- Souza, R. G. C.; Florentino, A. C.; Pineyro, J. I. G. 2014. Inovação de artefatos e caracterização da pesca do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) na comunidade São Sebastião da Brasília - Parintins/AM. *Biota Amazônia*, 4: 83-87.
- Tavares-Dias, M.; Martins, M.L.; Moraes, F.R. 2001. Fauna parasitária de peixes oriundos de “pesque-pague” do município de Franca, estado de São, Brasil. II. Protozoários. *Brasileira de Zoologia*, 18: 67 – 79.
- Thatcher, V.E. 2006. *Amazon fish parasites*. Editora Pensoft Publishers, Sofia, Moscow, 508p.
- Valenti, W.C. 2007. Effect of intensification on grow out of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. *Aquaculture Society*, 38: 516-526.
- Valenti, W. C. 2004. Camarão de Água Doce como Agronegócio. *Congresso da Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática*. 52p.
- Vieira, I. M. 2003. *Bioecologia e pesca do camarão Macrobrachium amazonicum (Heller, 1862) no baixo rio Amazonas - AP*. Dissertação Mestrado em desenvolvimento sustentável. Brasília, Distrito Federal. 67p.
- Vergamini, F. G.; Pileggi, L. G; Mantelatto, F. L. 2011. Genetic variability of the Amazon River prawn. *Crustaceana* 59:45-50.