



Programa de pós-graduação
Ecologia Aquática
e Pesca



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ICB

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA PPGEAP
LABORATÓRIO DE BIOLOGIA PESQUEIRA E MANEJO DE RECURSOS AQUÁTICOS
GRUPO DE PESQUISA EM ECOLOGIA DE CRUSTÁCEOS DA AMAZÔNIA – GPECA
GRUPO DE ECOLOGIA, MANEJO E PESCA DA AMAZÔNIA - GEMPA

TESE DE DOUTORADO

Ecologia, pesca e dinâmica populacional do camarão-da-Amazônia – *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (DECAPODA:PALAEMONIDAE) – capturado na região das ilhas de Belém – Pará – Brasil

BIANCA BENTES DA SILVA

Orientadora: Prof. Dr^a. Victoria J. Isaac Nahum

Co-orientadora: Prof. Dr^a. Jussara M. Martinelli

Belém – PA
2011

Bianca Bentes da Silva

Ecologia, pesca e dinâmica populacional do camarão-da-amazônia – *Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862 (Decapoda:Palaemonida) – capturado na região das ilhas de Belém – Pará – Brasil

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará como quesito parcial para obtenção do título de Doutora em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientadora: Profa. Dr^a. Victoria J. Isaac Nahum
Co-orientadora: Profa. Dr^a. Jussara Moretto Martinelli

Belém – PA
2011

Bianca Bentes da Silva

Ecologia, pesca e dinâmica populacional do camarão-da-amazônia – *Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862 (Decapoda:Palaemonida) – capturado na região das ilhas de Belém – Pará – Brasil

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ecologia Aquática e Pesca, cuja banca examinadora foi constituída pelos Professores listados abaixo. Conceito: **EXCELENTE**

Orientadora: Prof. Dra. Victoria J. Isaac Nahum
Instituto de Ciências Biológicas – ICB – UFPA

Co-orientadora: Prof. Dra. Jussara Moretto Martinelli
Instituto de Ciências Biológicas – ICB – UFPA

Examinadores: Prof. Dra. Cristiana Ramalho Maciel
Instituto de Estudos Costeiros – IECOS/UFPA

Prof. Dr. Fernando Araújo Abrunhosa
Instituto de Estudos Costeiros – IECOS/UFPA

Prof. Dra. Flávia Lucena Frédou
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Prof. Dr. Ronaldo Borges Barthem
Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG

Suplente: Prof. Dr. José Souto Rosa Filho – Instituto de Geociências/UFPA

‘(...) Os ignorantes olham para baixo e acham que o mundo é do tamanho dos seus passos, os sábios olham para cima e vêem o mundo sem dimensão. Os ignorantes olham para sua tese, a sua cultura, as suas verdades, e acham que são superiores aos outros, os sábios olham por cima do horizonte do seu conhecimento e percebem que sabem tão pouco.’

‘(...) Qualquer quantidade de informações que possamos ter, seja no campo científico, filosófico ou espiritual, é uma gota ínfima diante do infindável oceano do saber. Só não enxerga sua pequenez os que nunca transformaram informações em experiências.’

‘(...) a sabedoria não está na convicção do quanto sabemos, mas na consciência do quanto não sabemos.’

Augusto Cury, 2007

Médico psiquiatra, psicoterapeuta e escritor.

‘(...) tudo seria bem melhor, se o Natal não fosse um dia, e se as mães fossem Maria e se os pais fossem José, e se os filhos parecessem com Jesus de Nazaré (...).’

Pe. Zezinho, scj.

.... dare to live



Dedico este trabalho aos meus pais: **José Maria Lima da Silva** e **Rosária de Fátima Bentes da Silva** e aos meus irmãos: **Brena (Bé)**, **Beatriz (Bibiu)**, **Renata (Tatinha)** e **Bruno Bentes da Silva (meu gatinho)**, as maiores riquezas que Deus me concedeu

AGRADECIMENTOS

Considero-me uma pessoa abençoada e de muita sorte! Abençoada, por que nos momentos mais difíceis, sempre percebi, mesmo que depois de algum tempo, a presença constante de Deus ao meu lado, protegendo e guiando os meus passos..... e de muita sorte, por encontrar pessoas que fizeram toda a diferença em minha vida.... pessoas que mesmo nas adversidades, nos momentos de quase desistir, mostraram-se sempre disponíveis, solícitas, e dando-me uma injeção de ânimo..

Assim, acho que este talvez seja o momento mais difícil de todo este trajeto. Peço perdão de antemão às pessoas que, porventura, tenha esquecido de citar neste texto e que merecem todos os meus agradecimentos por terem me ajudado a trilhar este caminho árduo; mas que tenham a plena certeza, mesmo sem lembrar de nomes, essas pessoas estarão sempre no meu coração e nas minhas orações.

Agradeço em primeiro lugar a Deus por me conceder a graça de viver e poder experimentar cada momento da vida!

A Nossa Senhora de Nazaré por interceder por mim todos os dias!

Aos meus pais e meus irmãos pelo imensurável amor e por entenderem minhas ausências

Aos meus avós: Guilherme Portilho Bentes (*in memorian*)

Odete Cardoso Bentes (*in memorian*)

Lauro Romão da Silva e

Albertina Brito da Silva, pelas bênçãos constantes e por sempre 'pedirem graças' em meu nome;

À Dra. Victoria Isaac, minha professora desde a graduação, pelos conselhos, amizade, orientação, apoio, ensino, por me apoiar sempre e ainda

por ter me concedido oportunidades únicas na minha vida que com certeza serão sempre lembradas por mim. Muito obrigada professora!

À profa Dra. Jussara Martinelli por sempre estar disponível a mim mesmo nos momentos mais complicados, aos nove meses de gravidez! pela amizade sincera e por todos os ensinamentos que recebi nestes anos que só me fizeram crescer profissional e humanamente. Por apoiar as minhas escolhas e decisões mesmo que elas parecessem utópicas aos olhares de outros... obrigada pelos conselhos e por ouvir os meus desabaços sempre de bom humor e de coração aberto! Agradeço a Deus por ter lhe colocado em meu caminho!

Ao prof. Dr. Uwe Krumme, pelos ensinamentos, amizade e pela paciência de Jó mesmo nos dias congelantes da Alemanha!

À minha grande amiga Roberta Ikeda pelas inúmeras vezes que dedicou parte de suas férias na biblioteca do Instituto Oceanográfico da USP com uma lista enorme de trabalhos sobre *M. amazonicum*! e ainda por me presentear com parte do seu acervo bibliográfico;

Ao meu cunhado-irmão Jimmy por estar sempre disponível e por, de vez em quando, me servir de motorista e 'Severino quebra-galho'!

Aos pescadores e suas famílias pelo apoio na coleta de dados biológicos e por sempre receberem a mim e minha equipe em suas casas, concedendo-nos o máximo de conforto que podiam oferecer;

Ao CNPq / CT – Amazônia pela concessão de apoio financeiro para a realização desta pesquisa;

A FAPESPA pela concessão de bolsa de doutoramento durante todo o meu período de curso;

Ao ZMT – Center for Tropical Marine Ecology – Bremen – Alemanha – pelo apoio logístico para a redação de parte de minha tese;

Ao DAAD (Deutscher Akademischer Austausch Diens) pela concessão de bolsa e apoio logístico durante toda minha longa jornada no ZMT – Alemanha;

Aos meus tios (em especial tia Mirna, tia Socorro, tia Júlia, tia Marilda, tia Neusa e tia Neide) e primos pelos conselhos e encorajamento;

Aos meus ‘filhos postiços’ – Filipe Leão (Lipico) e Hiury César (Uli uli);

Aos meus amigos (irmãos) do peito: Roberta Ikeda (*Bebeta*) e meu sobrinho Heitor, Luciana Souza (*Lulu*), Tatyanna Mariúcha, Tânia Barata, Adriana Fonseca, Roberto Vilhena (*Robert ‘fofucho’*), Priscila (*Pris*), Milton (*peixista*), Walter (*mano*), Jorge (*in memorian*), Mari, Zélia, Eduardo (*Dudu*), Carlito, Morgana (*Morga*), Gil (*Funi!*), Ana Paula (*Paulinha*), Édipo, Renata (*nicka*), Alisson, Charles, Alany, Alfredo (*Frodo*), Michel, Keila, Bárbara (*Barbarela*), Tommaso (*Tomati*), Valerie, Alan Jamesson (*Mac Gyver*), Andréia (*Dedeca*), Danielle Viveiros (*Danona*) e minha filhota Aline, Leiliane Souza (*Leila Molusco*), Danizinha, Dalila Souza (*Dalilovisky*), Álvaro (*Alvarenga*), Ivan (*Aiwan*), Thaís (*Tatá*), Síbila, Esther, Jonathan (*Jon da Esther*) e Antônio Sérgio (*Serginho*), e aos meninos da PATAM (Douglas e Rory) por toda paciência, apoio e encorajamento, e por tornarem os meus dias sempre mais alegres e... bem melhores!

Aos meus amigos e professores: Voyner Cañete, Eduardo Paes, James Lee, José Souto, Fernando Abrunhosa, Thierry e Flávia Frédou pela ajuda profissional e pessoal nos meus momentos de desespero!!

Aos meus ‘filhos’ de Bragança: Alessandra (*Alexia*), Julliany (*Ju*), Gabriela (*Gabi*), Lygia, Pablo (*Pablito, super Pablo*), Simone, Cleide (*Cleidinha*), Luciano, Janaína (*Jana*), Gerlane e Vitória, por entenderem as minhas ausências e serem orientados muitas vezes ‘virtualmente’;

À Márcia Nylander pela ajuda imensurável para desvendar o FISAT;

À toda equipe do laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo de Recursos Aquáticos da UFPA;

Ao programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e pesca pela oportunidade de realização do curso de doutorado;

E à Natália, pelo café quentinho de todos os dias e de todas as tardes no MADAM

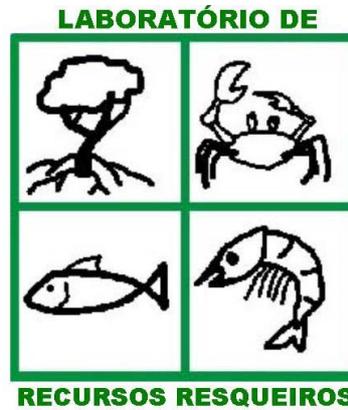
Reitero aqui o meu pedido de perdão se esqueci de alguém, mas ofereço aqui os meus mais sinceros agradecimentos.

Obrigada!

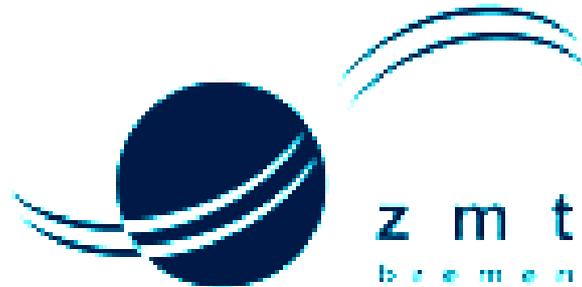
APOIO FINANCEIRO E LOGÍSTICO



60 ANOS



FAPESPA
FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DO PARÁ



SUMÁRIO

RESUMO	07
ABSTRACT	09
Lista de figuras	10
Lista de tabelas	18
INTRODUÇÃO	22
Morfologia e biologia de <i>Macrobrachium amazonicum</i>	25
Estrutura e dinâmica populacional	29
A pesca de <i>M. amazonicum</i> no Estado do Pará	30
JUSTIFICATIVA	32
OBJETIVOS	33
Geral	33
Específicos	34
ÁREA DE ESTUDO	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

CAPÍTULO I: Experimental study of the efficiency of different types of trap and bait for the harvesting *M. amazonicum* (Heller, 1862).

Summary	46
Introduction	47
Methods	
<i>Study area</i>	48
<i>Study design and laboratory methods</i>	50
<i>Statistical methods</i>	55
Results	
<i>Catch size</i>	53
<i>Body weight</i>	54
<i>Body length</i>	56
<i>Sex ratio</i>	58
Discussion	60

Acknowledgments	63
References	63

CAPÍTULO II: Biologia reprodutiva de *M. amazonicum* (Heller, 1862) em um estuário da Amazônia brasileira.

Abstract	69
Resumo	70
Introdução	70
Material e métodos	
<i>Área de estudo</i>	73
<i>Coleta e processamento de dados</i>	74
<i>Análise dos dados</i>	76
Resultados	
<i>Proporção sexual</i>	77
<i>Primeira maturação sexual</i>	79
<i>Época de desova</i>	82
<i>Local de desova</i>	86
Discussão	89
Agradecimentos	94
Literatura citada	95

CAPÍTULO III: Spatial distribution of the Amazon river shrimp - *M. amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) - in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, Pará).

Abstract	107
Resumo	107
Introduction	108
Material and methods	110
Results	115
Discussion	120
Acknowledgments	125
References	126

CAPÍTULO IV: Densidade e relações morfométricas do camarão-da-Amazônia – *M. amazonicum* (Heller, 1862)- em um estuário amazônico – Costa Norte do Brasil.

Abstract	135
Resumo	136
Introdução	137
Metodologia	138
Resultados	142
Discussão	156
Agradecimentos	165
Referências	166

CAPÍTULO V: Dinâmica populacional do camarão-da-Amazônia – *M. amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda:Palaemonidae) – no estuário Guajará – Belém – PA – Brasil.

Abstract	177
Introdução	177
Material e métodos	
<i>Área de estudo</i>	179
<i>Coleta e processamento das amostras</i>	180
<i>Análise dos dados</i>	
<u>Crescimento</u>	181
<u>Mortalidade</u>	182
<u>Rendimento por recruta</u>	184
Resultados	
<i>Estrutura da população</i>	185
<i>Crescimento corpóreo</i>	186
<i>Mortalidade e padrão de recrutamento</i>	190
<i>Rendimento por recruta</i>	193
Discussão	196
Conclusão	204
Agradecimentos	204

Referências	205
CAPÍTULO VI: Relato de caso de entrevistas com pescadores artesanais de <i>M. amazonicum</i> (Heller, 1862) (Decapoda : Palaemonidae) em um estuário da costa Norte do Brasil – Ilha de Mosqueiro (PA).	
Resumo	213
Abstract	213
Introdução	214
Material e métodos	216
Resultados e discussão	
<i>Sociologia dos pescadores</i>	217
<i>Tecnologia e esforço pesqueiro</i>	222
<i>Estatística e cadeia produtiva</i>	226
<i>Entraves para o manejo e perspectivas</i>	229
Referências	234
CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS	240
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	246
ANEXOS	247

ABREVIACÕES E SÍMBOLOS UTILIZADOS

a – interseção no eixo dos Y quando $x=0$;

ARA – Ilha do Arapiranga;

b – inclinação da reta ou taxa constante de variação de Y em função de X.

BL – Belém;

C – Amplitude de oscilação do comprimento;

CA – comprimento do abdome – compreendendo desde a porção central da região dorsal da margem anterior do primeiro somito abdominal até a extremidade do télson;

CB – Ilha do Combu;

CC - comprimento da carapaça – medida da parte posterior da órbita até a extremidade posterior do cefalotórax;

CCef – comprimento do cefalotórax – registro medido deste a extremidade posterior da carapaça até a porção mais anterior do rostro;

CQ – comprimento do quelípode – registro do comprimento do segundo par de quelípodes, desde a parte mais anterior do dactilo (dedo móvel), até a coxa;

CT - comprimento total – medida entre a extremidade anterior do rostro e a extremidade posterior do télson;

E – Taxa de exploração – razão entre o número de indivíduos que são capturados e o número de indivíduos que morrem em um certo período de tempo;

E_{0.1} - taxa de exploração que corresponde ao ponto na curva de rendimento por recruta onde a inclinação é de 10%;

E_{máx} - é o valor da taxa de exploração obtida quando o rendimento é máximo;

Esb_{50%} - é a taxa na qual a biomassa desovante estaria a 50% da biomassa virgem;

F – Taxa ou coeficiente instantâneo de mortalidade por pesca. Taxa instantânea relativa da variação do número de sobreviventes que morrem devido à pesca;

FM – Furo das Marinhas – Ilha do Mosqueiro;

IC – Distrito de Icoaraci;

IDESP – Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará;

K – Coeficiente de crescimento individual ou taxa de crescimento somático até atingir o comprimento teórico máximo;

L_c – comprimento médio de primeira captura;

L[∞] - Comprimento máximo assintótico ou teórico;

M – Taxa ou coeficiente instantâneo de mortalidade natural;

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura;

MQ – Porto do Pelé – Ilha do Mosqueiro;

MSY – Captura máxima sustentável – Maximum sustainable yield;

t_c – idade de primeira captura;

UHE – Usina Hidro Elétrica ou hidrelétrica;

WP – winter point - período do ano em que a taxa de crescimento é menor;

Z – Taxa ou coeficiente instantâneo de mortalidade total – taxa instantânea relativa da variação do número de sobreviventes que morrem devido a todas as causas.

RESUMO

A partir de coletas biológicas mensais na Baía do Guajará e Ilha do Mosqueiro, foram obtidas amostragens de *Macrobrachium amazonicum* para estudos de reprodução, densidade, relações morfométricas e dinâmica de populações. Adicionalmente, dois outros desenhos amostrais foram utilizados para estudo da capturabilidade da espécie sobre influência de dois tipos de iscas e três tamanhos de armadilhas e de sua distribuição espacial em dois canais perenes do mesmo estuário. Os resultados apontam para diferença na captura de *M. amazonicum* quando se utiliza isca de farelo de babaçu, porém a diferença é unicamente na abundância sendo que a estrutura populacional não é modificada. A espécie é mais abundante no período seco, corroborando a idéia de maior capturabilidade dos recursos pesqueiros. A ilha do Combu é o local onde os espécimes são mais encontrados e ainda com maiores tamanhos. As fêmeas são significativamente maiores e mais pesadas que os machos, denotando a diferenciação no metabolismo devido à reprodução. A proporção de machos é maior nas menores classes de comprimento, o que pode indicar um aumento na predação de machos de menores tamanhos devido ao seu comportamento mais agressivo que o das fêmeas ou simplesmente por que os machos que atingem comprimentos maiores que as fêmeas sejam mais intensamente predados pela pesca, havendo o recrutamento apenas dos machos menores. O tamanho de primeira maturação (comprimento da carapaça) para ambos os sexos resultou em 11,5mm (11,5 mm nos machos e 11,2mm nas fêmeas). A reprodução em *M. amazonicum* é do tipo contínua ou periódica com um aumento gradativo entre os meses de outubro a março. Os locais mais abrigados, como regiões mais internas de canais de maré ou furos (comuns no estuário amazônico) são locais preferencialmente procurados por fêmeas maduras para a desova e crescimento dos juvenis. Os parâmetros de crescimento da curva de von Bertalanffy obtidos, foram bastante similares entre os sexos, sendo $L^\infty = 44,8\text{mm}$ e $K = 0,35$ para os machos e $L^\infty = 46,5$ e $K = 0,31$ para as fêmeas. As taxas de mortalidade e exploração obtidas apontam para um estado limítrofe de exploração do recurso, neste sentido, o manejo deverá ser tratado com bastante cuidado. A taxa atual de exploração encontra-se no seu limite máximo

de sustentabilidade. Nesta situação, qualquer aumento do esforço poderá ocasionar um estado de sobre-exploração de crescimento. Aliado ao estado de quase comprometimento dos estoques de *M. amazonicum*, a situação sócio econômica dos pescadores também não é diferente dos demais sistemas pesqueiros do litoral do Pará: baixa escolaridade, atuação deficiente das entidades de classe, cadeia produtiva complexa e que desprivilegia os seus principais atores. Sugere-se o monitoramento estatístico da produção; a delimitação do tamanho mínimo de captura em 4,5cm de comprimento total; a proibição da pesca com matapis em áreas de cabeceira de furos e canais de maré; um censo de usuários e a utilização de modelos bioeconômicos que contemplem os principais aspectos de sua cadeia biológica e produtiva.

Palavras-chave: *manejo pesqueiro, M. amazonicum, ecologia, pesca.*

ABSTRACT

In monthly biological samples of *M. amazonicum* in Guajará Bay and Mosqueiro island, were studied reproduction, density, morphometric relationships and population dynamics. Two other sample designs was realized in two perennial the same estuary. Results indicate differences in capture of this species using different bait of meal, but is solely on the abundance and population structure does not change. The species is most abundant in the dry season, supporting the idea higher catchability of fishery resources. In Combu island was found species with larger sizes. Females are significantly larger and heavier than males, indicating the differentiation in metabolism due to reproduction. Sex ratio of males is higher in smaller size classes, which may indicate an increase in predation on smaller sizes of males due to their behavior more aggressive than the females or males simply because they reach lengths larger than females are more heavily preyed upon by fishing, with the recruitment of only the smaller males. First maturation length for both sexes resulted in 11.5 mm – carapace length - (11.5 mm in males and 11.2 mm in females). Reproduction in *M. amazonicum* is continuous or periodic a gradual increase during the months from October to March. The most common sites housed, as inner regions of tidal channels or holes (common in Amazon estuary) sites are preferentially sought by mature females for spawning and juvenile growth. Von Bertalanffy growth parameters obtained were very similar between the sexes, where $L_{\infty} = 44.8$ mm and $K = 0.35$ for males and $L_{\infty} = 46.5$ and $K = 0.31$ for females. Mortality and exploitation obtained was in maximum sustainability and the management should be treated fairly care. In this situation, any increase in effort may result a state of over-exploitation of growth. Allied to near commitment of the stocks of *M. amazonicum* of the socio economic fishing is no different from other systems of coastal fishery Para: poor education, poor performance of professional associations, chain productive complex and that its main underprivileged. We suggest the statistical monitoring of production, the delineation of the minimum capture length in 4.5cm; suppression of fishing with matapis in headwater areas of creeks and tidal channels, a census of users and the use of models bioeconomic that include major aspects of its biological and productive chain.

Key-words: *fishery management; M. amazonicum; ecology; fishing.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: A - Vista lateral de espécime macho de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862); B – Fêmeas ovígeras de camarão-da-Amazônia; C – Carapaça com exoesqueleto retirado para observação do estômago (em preto), hepatopâncreas (vermelho) e no detalhe da ponta da pinça a gônada masculina; D – segundo pleópode de espécime macho, no detalhe, o apêndice masculino (petasma); E – estômago; F e G – ovos de camarão-da-Amazônia com detalhe para o olho naupliar na figura 1G...26

Figura 2: Representação esquemática da morfologia externa de *Macrobrachium amazonicum*..... 27

Figura 3: Matapis: armadilhas utilizadas na captura de camarões nas ilhas do entorno de Belém..... 31

Figura 4: Mapa com indicação dos locais de coleta de dados biológicos e sócio-econômicos. MQ – Ilha do Mosqueiro (canal Tamanduaquara/Porto do Pelé); FM = Ilha do Mosqueiro (Furo das Marinhas); AR – Ilha do Arapiranga; IC – distrito de Icoaraci; BL – cidade de Belém (capital); CB – Ilha do Combu. As áreas urbanas são destacadas em branco 35

Figura 5: Localização da área de estudo para experimento da capturabilidade de *M. amazonicum* sob efeito de diferentes artes de pesca e iscas. Baía do Guajará, Belém – Pará, Brasil (a), Ilha do Combu (b), Ilha do Arapiranga (c) e Ilha do Mosqueiro (d). Nos três casos, os números indicam os locais de coleta de dados..... 38

Figura 6: Região de estudo do experimento de distribuição de camarões *M. amazonicum* em dois canais perenes do estuário Guajará (PA) - canais do Combu (a) localizado na ilha de mesmo nome e Canal Tamanduaquara (b) na Ilha do Mosqueiro. Os pontos numerados foram os locais amostrados por armadilhas..... 39

CAP I:

Fig. 1 Location of the study area in northern Brazil (a) and the sampling points on (b) Combu, (c) Arapiranga, and (d) Mosqueiro islands. 49

Fig. 2 (a) Schematic diagram of a matapi shrimp trap, showing the dimensions of the three trap sizes employed in the present study; (b) scheme of the arrangement of the traps within each tidal creek or channel in the study area in Guajará Bay, in the Brazilian state of Pará. 51

Fig. 3 Ordination diagram for the first two axes resulting from the redundancy analysis of the body weights of the *M. amazonicum* specimens captured in Guajará Bay: CB = Combu Island; BM*M = interaction of the babaçu meal bait with médium-sized traps; L = large trap; W1 = body weight < 5 g; W2 = body weight 5-10 g; W3 = body weight >10g 56

Fig. 4 Ordination diagram for the first two axes resulting from the redundancy analysis of the carapace lengths (CL) of the *M. amazonicum* specimens captured in Guajará Bay. MQ = Mosqueiro Island; CB = Combu Island; ARA = Arapiranga Island; cl1 = carapace length < 10 mm; cl 2 = 10-15 mm; cl3 = 15-20 mm; cl4 = carapace length > 20 mm 58

Fig. 5 Ordination diagram for the first two axes resulting from the redundancy analysis of all the samples of *M. amazonicum* (dots) captured in Guajará Bay in relation to all the independent variables tested (group codes A-K: the independent variables responsible for the effect are nominated). CL1 = carapace length < 10 mm; CL 2 = 10-15 mm; CL3 = 15-20 mm; CL4 = carapace length > 20 mm; W1 = weight < 5 g; W2 = 5-10 g; W3 = weight > 10 g; WL = shrimp weight*large trap; WS = shrimp weight*small trap; WBM = shrimp weight * babaçu meal bait * middle trap; WC = shrimp weight * Combu Island; WFL = shrimp weight * fish bait * large trap; WBL = shrimp weight * coconut bait * large trap; WM = shrimp weight * medium trap; WFMC = shrimp weight * fish bait * medium trap* Combu island; WA = shrimp weight * Arapiranga Island; ABM = shrimp abundance * coconut bait * medium trap; AM = shrimp abundance * medium trap; AL = shrimp abundance * large trap; AFL = shrimp abundance * fish bait * large trap; AA = shrimp abundance * Arapiranga island; SRC = sex ratio * Combu Island; SR2 = sex ratio * sample site 2; SRM = sex ratio * Mosqueiro island; SR4 = sex ratio * sample site 4; MFRC = mature female ratio * Combu Island; CLL = carapace length class * large trap; CLBM = carapace length class * babaçu meal bait * medium trap; CLFL = carapace length class * fish bait * large trap; CLCB = carapace length class * Combu Island; CLM = length class * medium trap; ABD = abundance; SR=sex ratio. 60

CAP II:

Figura 1 - Localização dos locais de coleta de *M. amazonicum* no período de maio/2006 a agosto/2007, estado do Pará. MQ = Ilha do Mosqueiro (Porto do Pelé); FM = Furo das Marinhas (Ilha do Mosqueiro); AR = Ilha do Arapiranga; IC = Icoaraci; BL = Belém; CB = Ilha do Combu..... 74

Figura 2 – Esquema do ciclo reprodutivo de fêmeas de *Macrobrachium amazonicum*. Adaptado de Isaac & Vazzoler, 1983 76

Figura 3 - Proporção sexual (Fêmeas: n=4471; Machos: n=4181) de *Macrobrachium amazonicum* em relação aos meses de coleta. Os meses destacados com * apresentam diferença significativa entre a proporção de fêmeas e machos. F=fêmeas, M=machos 78

Figura 4 - Porcentagem de *M. amazonicum* adultos para machos e fêmeas no período de maio de 2006 a junho de 2007 81

Figura 5 - Frequência dos estádios gonadais de *M. amazonicum* (Heller, 1862) (□ Fêmeas; ■ Machos) coletados na Baía do Guajará (PA) e Ilha do Mosqueiro, de abril de 2006 a agosto de 2007. 83

Figura 6 – Valores médios e intervalo de confiança do fator de condição (K) de *M. amazonicum* coletados na Baía do Guajará (PA) e Ilha do Mosqueiro entre abril/06 e agosto/07. F= fêmeas; M = machos. 84

Figura 7 - Fator de condição relativo (Kr) (eixo Y) de *M. amazonicum* coletados na Baía do Guajará (PA) e Ilha do Mosqueiro entre abril/06 e agosto/07. F= fêmeas; M = machos; As áreas hachuradas indicam prováveis períodos de desova. 85

Figura 8 – Representação gráfica da frequência (%) mensal de fêmeas maduras de *M. amazonicum* (estádios III, IV e V) coletados na Baía do Guajará e Ilha do Mosqueiro no período de abril/06 a agosto/07. FM = Furo das Marinhas (Ilha do Mosqueiro), MQ = Ilha do Mosqueiro (Porto do Pelé), AR = Ilha do Arapiranga, IC = Icoaraci; CB = Ilha do Combu, BL = Belém. Os valores percentuais abaixo de cada sigla de local foram calculados em relação ao total de fêmeas adultas capturadas em todas as coletas... 87

Figura 9 – Variação da média e intervalo de confiança do fator de condição (K – Figura A) e fator de condição relativo (Kr – Figura B) de *M. amazonicum* capturados entre

abril/06 e agosto/07 na Baía do Guajará e Ilha do Mosqueiro. IC = Icoaraci, CB = Ilha do Combu, AR = Ilha do Arapiranga, BL = Belém, FM = Furo das Marinhas, MQ = Ilha do Mosqueiro. 88

CAP III:

Figure 1: Study region highlighting main islands in Guajará Bay (b), Tamanduaquara Creek (c) and Combu Creek (d); regions highlighted with dashed line in (b) seen in greater detail in (c) and (d) 111

Figure 2: A – Schematic of sampling units used in two creeks of Guajará Bay, Pará, Brazil; large (L) and medium-size (M) traps made with wooden strips and small (S) traps made with polyethylene bottles; B – schematic of positioning of traps in Combu and Tamanduaquara Creeks in Guajará Bay; although represented side by side, the traps were actually arranged randomly within the area corresponding to each sampling site 113

Figure 3: Relative percentage of number of *M. amazonicum* females and males per gonad maturation stage in Combu and Tamanduaquara Creeks in September 2006 and March 2007 in Guajará Bay 118

Figure 4: Frequency of occurrence of *M. amazonicum* female gonad maturation stages (I, II, III, IV and V) at four sampling sites (A, B, C and D) in Combu and Tamanduaquara Creeks in September 2006 and March 2007; abundance represented on different scales119

Figure 5: Frequency of occurrence of *M. amazonicum* male gonad maturation stages (I and II) at four sampling sites (A, B, C and D) in Combu and Tamanduaquara Creeks in September 2006 and March 2007; abundance represented on different scales 120

CAP IV:

Figura 1: Locais de coleta de camarões, no período de maio/2006 a agosto/2007, na zona costeira paraense. MQ = Ilha de Mosqueiro (Porto do Pelé); FM = Furo das Marinhas (Ilha de Mosqueiro); AR = Ilha do Arapiranga; IC = Distrito de Icoaraci; BL = Belém; CB = Ilha do Combu. Os símbolos apontados pelas setas são os locais de maior interferência antrópica segundo VIANA (2006) e WANDERLEY (2010)..... 139

Figura 2: Valores médios \pm 95% intervalo de confiança dos fatores abióticos (A = temperatura e B = salinidade) na área do estudo no período de maio/2006 a setembro/2007. FM = Furo das Marinhas (Ilha de Mosqueiro); MQ = Ilha de Mosqueiro (Porto do Pelé); AR = Ilha do Arapiranga; IC = Icoaraci; CB = Ilha do Combu; BL = Belém. As letras acima de cada *box plot* indicam se há diferença ou não entre os locais (Teste de Tukey), letras iguais, sem diferença significativa. 143

Figura 3: Valores médios, erro (SE) e desvio padrão (SD) da salinidade mensal em um estuário amazônico no período de abril/2006 a agosto/2007..... 144

Figura 4: Dendrograma da análise de cluster obtida através da UPGMA (unweighted pair-group method using arithmetics averages) e similaridade de *Bray Curtis* baseada nos fatores abióticos (temperatura e salinidade) da Baía do Guajará e Ilha do Mosqueiro (Pará), no período de abril/06 a setembro/07. CB = Ilha do Combu. ARA = Ilha do Arapiranga; IC = Icoaraci; FM = Furo das Marinhas (Ilha de Mosqueiro); MQ = Ilha de Mosqueiro; BL = Belém; Períodos: C = chuvoso; S = seco; TSC = transição seco para chuvoso; TCS = transição chuvoso-seco. 145

Figura 5: Variação do número total de *Macrobrachium amazonicum* capturados na Baía do Guajará (PA) e Ilha de Mosqueiro (PA, Brasil) entre os meses de janeiro/2006 a agosto/2007. A = Furo das Marinhas (FM) e Ilha do Mosqueiro (MQ); B = Ilha do Arapiranga (AR) e Distrito de Icoaraci (IC); C = Ilha do Combu (CB) e Belém (BL). Linha contínua = maior antropização; linha pontilhada = menor antropização..... 147

Figura 6: Escalonamento multidimensional (MDS) da abundância das amostras de *M. amazonicum* em um estuário amazônico (Amazônia brasileira) em relação aos períodos sazonais, de abril/2006 a agosto/2007. A – Ilha do Arapiranga; B – Belém; C – Ilha do Combu; F – Furo das Marinhas (Ilha de Mosqueiro); I – Icoaraci; M – Ilha de Mosqueiro (Porto do Pelé). Períodos: C – chuvoso; S – seco; SC – transição do seco para o chuvoso; CS – transição do chuvoso para o seco. As setas indicam o sentido em que há a tendência crescente (+) e decrescente (-)..... 149

Figura 7: Distribuição de freqüência de tamanho dos camarões-da-Amazônia no período de Abril/2006 a agosto/2007. Machos = linha contínua; Fêmeas = linha tracejada. FM = Furo das Marinhas (Ilha de Mosqueiro); MQ = Ilha de Mosqueiro (Porto do Pelé); AR = Ilha do Arapiranga; IC = Icoaraci; CB = ilha do Combu; BL = Belém..... 153

Figura 8: Relações entre o comprimento da carapaça (CC-mm) e a biomassa (M –g) do camarão-da-Amazônia por sexo e coletados no período de abril/2006 a agosto/2007 na Baía do Guajará e Ilha de Mosqueiro (PA). F = fêmeas; M = machos; S.A. = sexos agrupados. 155

CAP V:

Figura 1: Localização dos locais de coleta de camarões no período de maio/2006 a agosto/2007 num estuário do estado do Pará. Os códigos se referem aos pontos de coleta, sendo MQ = Ilha do Mosqueiro (porto do Pelé); FM = Furo das Marinhas (Ilha do Mosqueiro); AR = Ilha do Arapiranga; IC = Distrito de Icoaraci; BL = Orla de Belém; CB = Ilha do Combu 179

Figura 2: Freqüência de comprimento da carapaça (CC – em mm) de *M. amazonicum* coletados no período de abril/2006 a agosto/2007. F = fêmeas, M = machos. 186

Figura 3: Freqüências mensais de comprimento da carapaça (CC –mm) por classe de comprimento de fêmeas de *M. amazonicum* calculadas pelo método de decomposição das modas de Bhattacharya. Os espécimes foram coletados na Baía do Guajará e Ilha do Mosqueiro no período de abril de 2006 a agosto de 2007. As freqüências calculadas do eixo Y estão representadas como potência de 10 (10^1) sendo que os destacados com * tem escala de Y = freqüência de 10^2 187

Figura 4: Freqüências mensais de comprimento da carapaça (CC–mm) por classe de comprimento de machos de *M. amazonicum* calculadas pelo método de decomposição das modas de Bhattacharya. Os espécimes foram coletados na Baía do Guajará e Ilha do Mosqueiro no período de abril de 2006 a agosto de 2007. As freqüências calculadas do eixo Y estão representadas como potência de 10 (10^1) sendo que os destacados com * tem escala de Y = freqüência de 10^2 188

Figura 5: Curvas de crescimento das duas coortes anuais (linhas cinza e preta) estimada pelo ELEFAN 1 para dados de freqüência de comprimento da carapaça (CC em mm) para machos de *Macrobrachium amazonicum* capturadas na Baía do Guajará entre os meses de abril/06 a agosto/07. As setas indicam os recrutamentos. 189

Figura 6: Curvas de crescimento das duas coortes anuais (linhas cinza e preta) estimada pelo ELEFAN 1 para dados de frequência de comprimento da carapaça (CC em mm) para fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* capturadas na Baía do Guajará e Ilha de Mosqueiro entre os meses de abril/06 a agosto/07. As setas indicam os recrutamentos. 189

Figura 7: Curva de captura convertida em comprimentos segundo Ricker (1975) para machos de *M. amazonicum* capturados num estuário amazônico no período de abril/06 a agosto/07. Os pontos brancos representam as classes que não foram utilizadas no cálculo.192

Figura 8: Curva de captura convertida em comprimentos segundo Ricker (1975) para fêmeas de *M. amazonicum* capturadas num estuário amazônico, no período de abril/06 a agosto/07. Os pontos brancos representam as classes que não foram utilizadas no cálculo. 192

Figura 9: Curva de captura convertida para comprimentos segundo Ricker (1975) para sexos agrupados de *M. amazonicum*, capturados num estuário amazônico, no período de abril/06 a agosto/07. Os pontos brancos representam as classes que não foram utilizadas no cálculo.193

Figura 10: Padrão de recrutamento de *M. amazonicum* capturados num estuário amazônico (Baía do Guajará) no período de abril/06 a agosto/07 mostrando dois pulsos de recrutas em um ano. M = machos; F = fêmeas; S.A. = sexos agrupados..193

Figura 11: Rendimento e biomassa por recruta para *M. amazonicum* em função da mortalidade por pesca (F), para três diferentes idades de primeira captura, 0,50; 0,62 e 0,75, respectivamente. 195

CAP VI:

Figura 1: Estuário Guajará com destaque para a Ilha do Mosqueiro (MQ) – Estado do Pará – Brasil – área de estudo..... 216

Figura 2: Imagens das três tipologias de armadilhas ‘matapis’ utilizadas na Ilha do Mosqueiro – Estuário Paraense. 222

Figura 3: Esquema do trajeto da produção de camarão-da-Amazônia (*M. amazonicum*) na Ilha do Mosqueiro – PA segundo entrevistas diretas realizadas com pescadores e intermediários. Os locais destacados em negrito são os de referência de produção e comercialização desta espécie na ilha.228

LISTA DE TABELAS

CAP I:

Table 1: Basic parameters of the catches (number of specimens captured) of *M. amazonicum* collected using different types of bait on Arapiranga, Combu, and Mosqueiro islands in Guajará Bay, Pará, Brazil..... 53

Table 2: Results of the redundancy analysis (RDA) for the effects of the different variables (including paired interactions) on the catches of *M. amazonicum* obtained during the present study in Guajará Bay, Brazil. S = small matapi; M = medium matapi; L = large matapi; BM = babaçu meal bait; FISH = fish bait; ARA = Arapiranga Island; CB = Combu Island; MOSQ = Mosqueiro Island; ST1-4 = sites 1-4 (see Fig. 1); r^2 = regression coefficient obtained through the automatic method; p_1 = probability obtained by the automatic method; pr^2 = regression coefficient obtained through the manual method; p_2 = probability obtained by the manual method..... 53

Table 3: Basic parameters of the body weight of the *M. amazonicum* specimens captured using different types of bait on Arapiranga, Combu, and Mosqueiro islands in Guajará Bay, Pará, Brazil..... 54

Table 4: Results of the redundancy analysis (RDA) for the effects of the different variables (including paired interactions) on the body weight of the *M. amazonicum* specimens captured during the present study in Guajará Bay. S = small matapi; M = medium matapi; L = large matapi; BM = babaçu meal bait; FISH = fish bait; ARA = Arapiranga Island; CB = Combu Island; MOSQ = Mosqueiro Island; ST1-4 = sites 1-4 (see Fig. 1); r^2 = regression coefficient obtained through the automatic method; p_1 = probability obtained by the automatic method; pr^2 = regression coefficient obtained through the manual method; p_2 = probability obtained by the manual method..... 55

Table 5: Basic parameters of the carapace length of the *M. amazonicum* specimens captured using different types of bait on Arapiranga, Combu, and Mosqueiro islands in Guajará Bay, Pará, Brazil..... 56

Table 6: Results of the redundancy analysis for the effects of the different variables (including paired interactions) on the carapace length (C1 = length <10 mm, C2 = 10-15 mm, C3 = 15-20 mm, C4 = length > 20 mm) of the *M. amazonicum* specimens captured during the present study in Guajará Bay. S = small matapi; M = medium matapi; L = large matapi; BM = babaçu meal bait; FISH = fish bait; ARA = Arapiranga Island; CB = Combu Island; MOSQ = Mosqueiro Island; ST1-4 = sites 1-4 (see Fig. 1); r^2 = regression coefficient obtained through the automatic method; p_1 = probability obtained by the automatic method; pr^2 = regression coefficient obtained through the manual method; p_2 = probability obtained by the manual method. 57

Table 7: Results of the redundancy analysis for the effects of the different variables (including paired interactions) on the sex ratio of the *M. amazonicum*

specimens captured during the present study in Guajará Bay. S = small matapi; M = medium matapi; L = large matapi; BM = babaçu meal bait; FISH = fish bait; ARA = Arapiranga Island; CB = Combu Island; MOSQ = Mosqueiro Island; ST1-4 = sites 1-4 (see Fig. 1); r^2 = regression coefficient obtained through the automatic method; p_1 = probability obtained by the automatic method; pr^2 = regression coefficient obtained through the manual method; p_2 = probability obtained by the manual method..... 59

CAP II:

Tabela 1 - Número de *M. amazonicum* capturados por classe de comprimento (de 2 em 2 mm) da carapaça (CC em milímetros) e sexo nos locais de coleta da Baía do Guajará (locais agrupados) entre os meses de abril/2006 e agosto/2007. Os valores de X^2 destacados com * se referem àqueles estatisticamente significativos ao nível de 5%. 78

Tabela 2 – Comparativo das maiores freqüências dos quatro estádios de maturidade de fêmeas (II – em desenvolvimento; III – maturo; IV – ovígera e V – desovada) e dos menores valores do fator de condição (K) e fator de condição relativo (Kr) de fêmeas de *M. amazonicum* coletados na Baía do Guajará e Ilha do Mosqueiro (PA, Brasil) no período de abril/06 a agosto/07 com inferência sobre os períodos de reprodução. TS = transição para a seca; SC = seca; TC = transição para chuvoso; CH = chuvoso. A6 – abril de 2006; J7 – janeiro de 2007. 86

Tabela 3 - Número de indivíduos (N) de *M. amazonicum* em relação ao sexo (S) (F = fêmea e M = macho) e aos estádios gonadais (EG) (IM = imaturo, ED = em desenvolvimento, MT = desenvolvido, OV = fêmea ovígera, DS = desovada) nos diferentes locais da Baía do Guajará no período de abril/06 a agosto/07. AR = Ilha do Arapiranga, BL = Belém, CB = Ilha do Combu, FM = Furo das Marinhas, IC = Distrito de Icoaraci, MQ = Ilha do Mosqueiro. T= Total geral. Os valores destacados em negrito correspondem às fêmeas consideradas maduras. 86

CAP III:

Table 1 – Number of specimens caught, carapace length (Lcr,mm), body weight (W,g), minimum, mean and quartile (Q, 75% and 25%) values by sex in *Macrobrachium amazonicum* collected from Combu and Tamanduaquara Creeks in September 2006 and March 2007 116

Table 2 – Number of male (M) and female (F) Amazon river shrimps caught at sampling sites in Guajará Bay (pooled sites) in September 2006 and March 2007; X^2 values with asterisk are statistically different at 5% level 117

CAP IV:

Tabela 1: Resultados da análise de correlação canônica entre as variáveis ambientais (temperatura e salinidade) e quantidade de indivíduos de

Macrobrachium amazonicum capturados na Baía do Guajará (PA) e Ilha de Mosqueiro no período de abril/2006 a agosto/2007. Valores maiores que 0.7 foram destacados em negrito. 149

Tabela 2: Variação do comprimento da carapaça e massa dos espécimes de camarão-da-Amazônia coletados na Baía do Guajará e Ilha de Mosqueiro (PA). N = número de exemplares coletados em cada categoria, CC = comprimento da carapaça, DP = Desvio padrão, F = fêmea, M = macho, IND = sexo indeterminado e T = total. 150

Tabela 3: Resultados de ANOVA dois critérios do comprimento da carapaça (CC em milímetros) e massa corpórea (em gramas), separadamente, em relação aos locais de coleta e sexo na Baía do Guajará (PA) entre os meses de abril/2006 a agosto/2007. P¹ = probabilidade resultante da ANOVA; P² = probabilidade do teste de Tukey; CB = ilha do Combu; IC = Icoaraci; MQ = Ilha de Mosqueiro; S = período seco; C = período chuvoso; CS = transição período chuvoso para seco. 152

Tabela 4: Equações de regressão para as relações de CC (comprimento da carapaça) com as variáveis CA = comprimento do abdome, CCef = comprimento do cefalotórax, CQ = comprimento do segundo quelípode, Cte = comprimento do telson e CT = comprimento total de *Macrobrachium amazonicum* coletado no período de abril/2006 a agosto/2007 em um estuário da Amazônia brasileira. N = número de indivíduos; Y = variável dependente; X = variável independente (comprimento da carapaça); a = intersecção da reta em Y; b = ângulo de inclinação da reta e coeficiente de alometria; r² = coeficiente de determinação; F# = Teste F; F = fêmeas, M = machos, T = total (sexos agrupados); A = alometria: [(+) alometria positiva, (-) alometria negativa]. 156

CAP V:

Tabela 1: Variação do comprimento médio da carapaça e massa do camarão-da-Amazônia coletados na Baía do Guajará (PA). N = número de exemplares coletados em cada categoria, CC = comprimento da carapaça, DP = Desvio padrão, F= fêmea, M = macho, IND = sexo indeterminado e T = total de indivíduos. 185

Tabela 2: Estimativa dos parâmetros de crescimento da curva de von Bertalanffy e da performance de crescimento (ϕ') de *Macrobrachium amazonicum*, coletados na Baía do Guajará no período de abril/06 a agosto/2007 para as duas coortes identificadas e para machos (M) e fêmeas (F). L[∞] = comprimento assintótico (mm); CC – comprimento da carapaça (mm) convertido em CT – comprimento total (cm) pela regressão linear $CT=3.8822*CC+11.158$ (BENTES *et al.*, 2011, no prelo); K = constante de crescimento (ano-1); C = amplitude de oscilação da taxa de crescimento; WP – winter point. 190

Tabela 3: Taxas de mortalidade natural (M) do camarão-da-Amazônia – *Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862 – calculadas utilizando métodos indiretos de análise, cuja descrição e os parâmetros utilizados para as estimativas são discutidos ao longo do texto. 190

Tabela 4: Estimativa da mortalidade total (Z) para machos (M), fêmeas (F) e sexos agrupados (S.A.) de *M. amazonicum* obtidos através de diferentes. F# = mortalidade por pesca; E = taxa de exploração atual; L médio = comprimento médio das capturas experimentais; L' (mm) = comprimento mínimo onde 100% dos indivíduos são capturados. 191

Tabela 5: Parâmetros da análise de rendimento por recruta de Beverton & Holt para sexos agrupados do camarão-da-Amazônia capturado num estuário amazônico no período de abril/06 a agosto/07. Lc = comprimento médio da captura comercial (mm-comprimento da carapaça) de acordo com Lucena-Frédou *et al.*, (2010); E_{0.1} = ponto da curva onde o rendimento por recruta é de 10% da biomassa virgem; E = taxa atual de exploração a partir de tc da pesca comercial. 195

Tabela 6: Variação de tamanho de *M. amazonicum* em diferentes localidades. Células em branco = informação não registrada no trabalho..... 196

Tabela 7: Valores do índice de desempenho do crescimento (ϕ) de espécies de *Macrobrachium*. SX = sexo dos indivíduos; M = machos; F = fêmeas; Mn = mínimo; Mx = máximo; S.A. = sexos agrupados; CT = comprimento total 199

CAP VI:

Tabela 1: Principais pesqueiros, tipos de fundo e freqüência de visita pelos pescadores de *M. amazonicum* da Ilha do Mosqueiro – PA – Brasil 225

INTRODUÇÃO

Seguidas as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 2011, disponíveis para consulta gratuitamente no endereço eletrônico:

http://www.ufpa.br/bc/site/index.php?option=com_content&view=article&id=94:disponibilizacao-de-normas-da-abnt&catid=4:paginas-dinamicas&Itemid=24

Os primeiros estudos taxonômicos com camarões na Amazônia foram realizados em função do desenvolvimento da carcinofauna peruana e datam de meados do século XIX. Estes documentos estavam principalmente voltados ao conhecimento das espécies marinhas e litorâneas do Pacífico. Para os camarões dulcícolas, uma das primeiras menções à ocorrência destes na Amazônia foi feita por Thallwitz (1892).

O termo 'camarão-de-água-doce' é empregado para designar um grande número de espécies de crustáceos decápodes que ocorrem em águas interiores e estuarinas. A grande maioria das espécies que desperta interesse comercial pertence ao gênero *Macrobrachium* (VALENTI, 1984; 1987), que apresenta uma ampla distribuição em águas doces e salobras do mundo (HOLTHUIS, 1952; GOMES-CORRÊA, 1977). Adicionalmente, a utilização do termo 'camarão-da-Amazônia' para *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862), justifica-se por ser uma espécie nativa da Amazônia Legal, que apesar de estar presente em outras bacias é grandemente capturada nos rios e tributários da Bacia Amazônica (HOLTHUIS, 1952; ODINETZ-COLLART e REBELO, 1996; PETTOVELLO, 1996; BIALETZKI *et al.*, 1997; MAGALHÃES, 2000; HAYD e NAKAGAKI, 2002; MAGALHÃES *et al.*, 2003; VALENCIA e CAMPOS, 2007).

Macrobrachium inclui mais de 200 espécies com significativa flexibilidade ecológica (HOLTHUIS, 1980; SHORT, 2004). Esta característica provavelmente foi definitiva para a ocupação de espécies deste gênero nos mais diversos habitats do mundo. Esta elasticidade do ponto de vista adaptativo, contribui para a segregação genética desta espécie e este processo ainda persiste. Mesmo conhecendo-se a filogenia monofilética deste clado, a origem dos espécimes utilizados em diferentes cultivos ou mesmo introduzidos em ambiente natural ainda é pouco conhecida (VERGAMINI *et al.*, 2011).

Foi registrado por Porto (1998) que em todo o Brasil ocorrem 19 espécies de *Macrobrachium* (das 33 que ocorrem no continente americano), das quais três, o *Macrobrachium amazonicum* (camarão-da-Amazônia, regional, cascudo ou canela), e os camarões-pitús - *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758), apresentam importante interesse comercial e são indicadas para o cultivo por apresentarem

fácil manutenção, alta fecundidade, rápido crescimento e rusticidade (VALENTI, 1985; VALENTI *et al.*, 1986).

M. amazonicum é o palaemonídeo mais comumente encontrado no Brasil (LIMA e ODINETZ-COLLART, 1997), ocorrendo de Norte a Sul. É largamente explorado pela pesca artesanal no Pará, onde encontra um mercado significativo. Tal espécie também é utilizada em cultivos extensivos, atendendo às necessidades alimentícias e econômicas de populações de regiões ribeirinhas, além de requerer um baixo investimento e reduzido impacto ambiental. A carne de *M. amazonicum* apresenta textura mais firme e sabor mais acentuado que a do camarão gigante-da-Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*), introduzido em águas brasileiras. Tal fato pode justificar a presença freqüente desta espécie nos pontos comerciais e feiras de todo o Estado.

Segundo Paiva (1997), a exploração camaroneira pela pesca extrativa, principalmente das espécies marinhas, é uma atividade altamente difundida e lucrativa em ecossistemas tropicais e subtropicais do mundo. Estas pescarias expandiram-se rapidamente a partir da década de 50, principalmente depois do sucesso financeiro obtido com a pesca deste recurso no Golfo do México. Adicionalmente, a procura por novos recursos pesqueiros devido ao colapso de atividades consideradas mais tradicionais como a agricultura, também contribuiu para a expansão das capturas de camarões nos cinco continentes.

Na região norte do Brasil, a captura de várias espécies de camarões é tradicionalmente realizada pela frota industrial e artesanal nas áreas marinhas, estuarinas e continentais do Estado do Pará e representa parcela importante da produção pesqueira. A produção total do Estado superou as 152.000 toneladas em 2006, respondendo por aproximadamente 15% da produção total de pescado do Brasil de origem marinho estuarina, dulcícola e cultivada (IBAMA, 2008). Porém, nesta produção, são incluídas todas as espécies de camarões, tendo um peso maior *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) – camarão-rosa, que é a principal espécie comercializada. Não existem estatísticas que considerem *M. amazonicum* separadamente.

MORFOLOGIA E BIOLOGIA DE *Macrobrachium amazonicum*

O camarão-da-Amazônia é uma espécie de larga distribuição geográfica natural, ocorrendo desde o Equador até a Argentina, passando pela Venezuela e Estados de todas as regiões brasileiras (Amapá, Amazonas, Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Mato Grosso, Paraná, Acre, Goiás e Mato Grosso do Sul) (MAGALHÃES *et al.*, 2003).

A espécie é caracterizada pela presença de um rostró longo, ultrapassando distintamente a extremidade do escafocerito, com margem superior provida de 9 a 12 dentes irregularmente distribuídos, com 7 ou 8 dentes proximais formando uma crista basal sobre a órbita, tendo a margem inferior composta de 8 a 10 dentes. O télson termina por uma extremidade aguda com espinhos muito curtos. Quando vivos apresentam-se transparentes, quase incolores (Figura 1). Os machos adultos são geralmente maiores que as fêmeas, embora não haja um consenso na literatura, e apresentam o cefalotórax e o segundo par de quelípodes proporcionalmente mais desenvolvidos. No segundo par de pleópodes observa-se uma estrutura alongada, chamada de *petasma* (apêndice masculino), que é adjacente ao apêndice interno e é usado durante a cópula. As fêmeas adultas apresentam o segundo par de quelípodes proporcionalmente menor e com poucos espinhos. As pleuras dos segmentos abdominais são mais compridas e arcadas para fora, formando a câmara incubadora (Figura 2) (HOLTHUIS, 1952; GOMES-CORRÊA, 1977).

Algumas espécies de *Macrobrachium*, dentre as quais *M. amazonicum*, reproduzem-se durante todo o ano com picos nas estações mais chuvosas do ano (VALENTI *et al.*, 1986). A metamorfose completa com liberação de centenas de larvas do tipo zoé já foi relatado por Magalhães e Walker (1988).



Figura 1 – A - Vista lateral de espécime macho de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862); B – Fêmeas ovígeras de camarão-da-Amazônia; C – Carapaça com exoesqueleto retirado para observação do estômago (em preto), hepatopâncreas (vermelho) e no detalhe da ponta da pinça a gônada masculina; D – segundo pleópode de espécime macho, no detalhe, o apêndice masculino (petasma); E – estômago; F e G – ovos de camarão-da-Amazônia com detalhe para o olho naupliar na figura 1G.

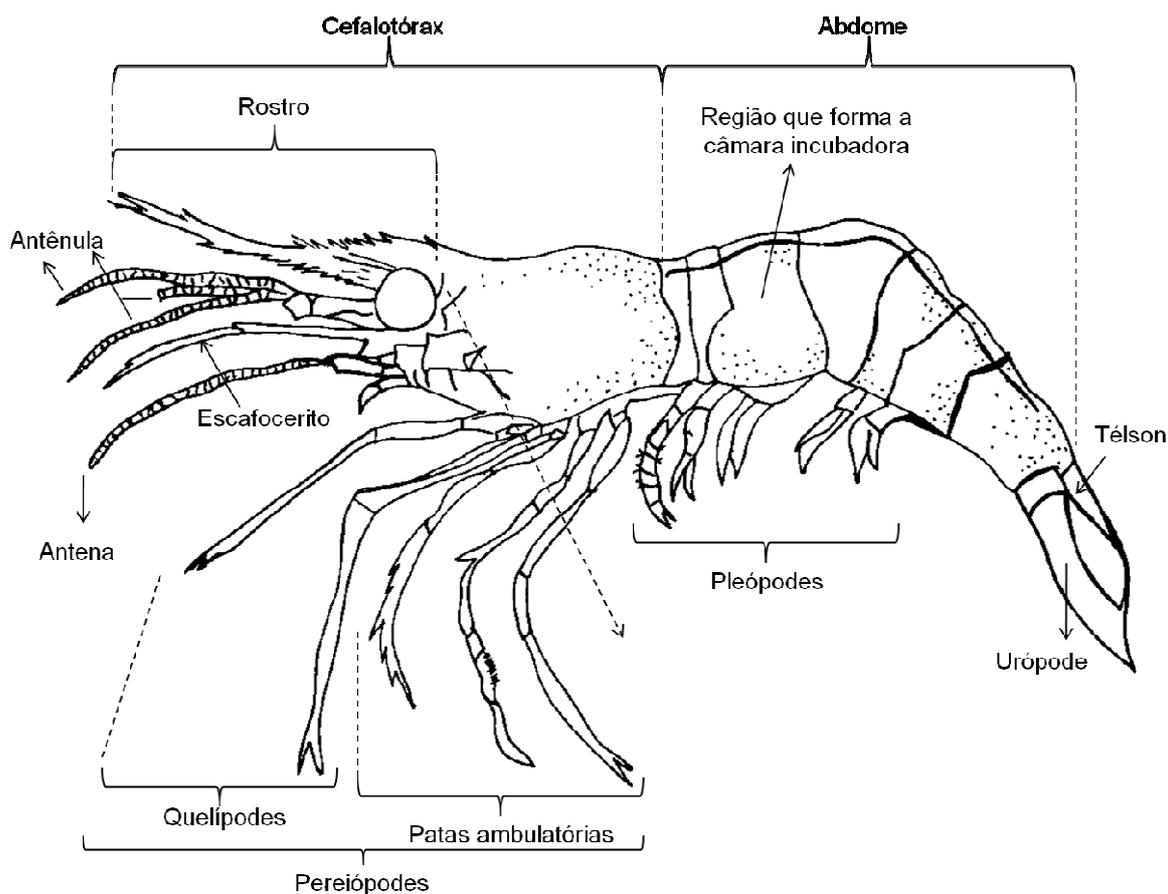


Figura 2 - Representação esquemática da morfologia externa de *Macrobrachium amazonicum*.

A fecundidade, o tamanho dos ovos e o número de estádios larvais de *M. amazonicum* variam de acordo com as características do meio natural. Espécies de águas continentais geralmente apresentam um desenvolvimento larval abreviado e um número reduzido de ovos com grande tamanho, em resposta a um meio pobre de nutrientes. As espécies costeiras apresentam uma maior quantidade de ovos menores e a metamorfose completa das larvas zoé planctônicas ocorre nas águas salobras dos estuários (WILLIAMSON, 1972; MAGALHÃES, 1985; WALKER, 1992). Segundo Maciel e Valenti (2009), larvas de *M. amazonicum* não ocorrem em zonas estuarinas e a dependência de algumas populações costeiras da espécie às águas salobras, ainda é pouco conhecida.

A fecundidade de *M. amazonicum* na ilha do Combu, segundo Silva (2006,) variou de 40 a 3.375 ovos/fêmea, com valor médio de 905 ± 590 ovos/fêmea, sendo analisadas 118 fêmeas sem distinção de estágios de desenvolvimento dos ovos. Entretanto, existe uma relação direta entre o

número de ovos por fêmea e os fatores abióticos, denotando a influência de nutrientes e sais dissolvidos no ambiente. Em uma ampla revisão bibliográfica, Maciel e Valenti (2009) relatam que a fecundidade nesta espécie é baixa nas populações capturadas nos tributários da bacia dos rios Paraná-Paraguai (Estados de Goiás e Mato Grosso do Sul) - com não mais de 500 ovos por fêmea – e gradualmente maior no sentido da desembocadura do Rio Amazonas, onde as populações podem atingir 5.700 ovos por fêmea. Adicionalmente, os mesmos autores afirmam que a fecundidade de *M. amazonicum* é relativamente menor em comparação às demais espécies sul-americanas do mesmo gênero utilizadas em cultivos.

Das espécies de palaemonídeos que ocorrem na Amazônia Central, apenas *M. amazonicum* apresenta a eclosão de larvas livre natantes que passam por um longo desenvolvimento larval até atingirem o estágio de juvenil (MAGALHÃES e WALKER, 1988). Estudos sobre o desenvolvimento larval realizados em laboratório mostram que a metamorfose acontece 15 a 17 dias após a incubação dos ovos. Os macrobráquios apresentam ovos presos aos pleópodes das fêmeas, fato que não prejudica ou dificulta a natação (AZEVEDO, 2004), as larvas são planctônicas (variando de 10 a 11 estádios), após um período de 21 a 23 dias, atingem o estágio de juvenil (GUEST, 1979; GAMBÁ, 1984; MAGALHÃES, 1985).

Como já referido, o tamanho médio por gênero, ainda é consensual na literatura. De acordo com Azevedo (2004), espécimes machos de *M. amazonicum*, quando adultos, são normalmente menores que as fêmeas, porém o comprimento máximo dos machos foi maior que o das fêmeas na Ilha do Combu (Pará). Entretanto, a média de tamanho das fêmeas foi maior que a observada para os machos, corroborando com Lucena-Frédou *et al.* (2010) em estudo na mesma ilha. Este fato pode estar relacionado ao crescimento heterogêneo dos machos, que podem apresentar na mesma coorte machos com comprimentos muito distintos, dado que machos dominantes crescem mais que machos dominados (GARCIA-DÁVILA *et al.*, 2000).

O crescimento em crustáceos é descontínuo, pois ocorre apenas após as ecdises (CAMERON, 1995). O número de ecdises é condicionado à idade, estado nutricional e a várias condições ambientais sendo que antes da muda

da carapaça, os indivíduos deixam de se alimentar e o rompimento da exúvia (“exoesqueleto” quitinoso) se faz na membrana articular entre o cefalotórax e o abdome (PEIXOTO, 2002). Coelho (1963) afirma que os *Macrobrachium* são crepusculares, com atividades mais acentuadas no início e fim do dia, quando saem à procura de alimento. Durante o dia, os animais preferem permanecer em abrigos para se protegerem de seus predadores (AZEVEDO, 2004).

Em tanques de cultivo *M. amazonicum* pode se alimentar de fitoplâncton (SILVA e NOGUEIRA, 1988) como de restos de animais e vegetais (COELHO, 1963). Maciel (2007) afirma que as larvas são politróficas e alimentam-se de partículas orgânicas mesmo em ambiente natural, porém ressalta a importância do conhecimento do ‘status trófico’ desta espécie. Anteriormente, Penafort (1999) havia comparado as taxas de sobrevivência em cultivos submetidos a dietas naturais e artificiais, verificando alta eficiência para ambas. Não existem trabalhos sobre a dieta destes camarões no seu meio natural.

ESTRUTURA E DINÂMICA POPULACIONAL

Na Ilha do Combu, a proporção sexual de *M. amazonicum* difere de 1:1, com um número significativamente maior de fêmeas (AZEVEDO, 2004; SILVA, 2006), assim como encontrado na Amazônia peruana (GARCIA-DÁVILA *et al.*, 2000) para *Macrobrachium brasiliense* e na Amazônia Central com *Palaemonetes carteri* (ODINETZ COLLART e ENRICONI, 1993). Apenas o relato de Silva *et al.* (2002) observou predominância de machos do camarão-da-Amazônia na região de Vigia (PA).

O tamanho médio de primeira maturação das fêmeas oriundas da Ilha do Combu (PA) foi estimado em 7 cm de comprimento total do corpo por Azevedo (2004). Para os machos esse dado ainda é desconhecido. De acordo com o mesmo autor, a espécie tem reprodução contínua, sendo mais intensa em março, setembro, outubro e dezembro.

Lucena-Frédou *et al.* (2010), estudando a dinâmica populacional da espécie também na Ilha do Combu, afirmou que os comprimentos assintóticos (L_{∞}) dos machos também foram maiores (entre 12.38 e 17.66cm), assim como

as taxas de crescimento 'K' (entre 0.7 e 1.36). Segundo os autores acima, os maiores tamanhos dos machos são explicados pela diferença propiciada pela redução da taxa de crescimento em fêmeas em decorrência do dispêndio de energia com a maturação gonadal. Ainda no mesmo trabalho, a autora discorre que para as diferentes metodologias empregadas para o cálculo dos parâmetros de crescimento da curva de von Bertalanffy, o WP (*winter point*) calculado para a espécie indica uma redução na taxa de crescimento principalmente no final e meio do ano, para os dois sexos, período que coincide com o de maior atividade reprodutiva.

De acordo com Lucena-Frédou *et al.* (2010), as taxas de exploração para machos (0.7 a 0.9) foram maiores que para fêmeas (0.6 a 0.81), provavelmente devido ao fato dos machos apresentarem comprimento de captura menores que das fêmeas e conseqüentemente estarem vulneráveis à pesca antes destas ($L_{\text{médio}} = 6.7$ cm e 7.48 cm em machos e fêmeas, respectivamente). A máxima captura sustentável (MSY) calculada pela autora demonstrou ainda que a população de camarão-da-Amazônia da Ilha do Combu encontra-se em estado de sobre-exploração.

A PESCA DE M. amazonicum NO ESTADO DO PARÁ

Estatísticas oficiais de produção publicadas em outubro de 2006, aferem que de 1.050.808 t de pescado provindo de capturas extrativas marinhas e continentais e ainda do cultivo em todo o Brasil, cerca de 24% (23,9%) é da pesca extrativa continental, incluindo nestes dados os peixes, crustáceos e moluscos (IBAMA, 2008).

A Região Norte figura em primeiro lugar no ranking de produção pesqueira nacional com uma captura de pouco mais de 255.500t de pescado, sendo o Pará o primeiro em produção da Região Norte e segundo em produção pesqueira nacional – 138.050 t em 2009 (segundo dados do Ministério da pesca e aquicultura) – perdendo unicamente para o Estado de Santa Catarina. Do total de pescado produzido no Pará, 5.000t correspondem aos camarões exportados (essencialmente *Farfantepenaeus subtilis* da pesca industrial e em menor quantidade *Litopenaeus vannamei* cultivados em fazendas extensivas) e

não há contabilidade do total de camarões dulcícolas produzidos no estado em 2009. Do total da produção de camarões dulcícolas registrada em 2006 (134t) estima-se que mais de 90% referem-se à produção de *M. amazonicum*, face à sua produtividade e o restante às demais espécies (*M. acanthurus*, *M. carcinus* e *M. surinamicum*). Estes números geraram cifras de pouco mais de R\$ 549.000,00.

O camarão-da-Amazônia é capturado de várias maneiras no Estado do Pará. Entretanto, a utilização de armadilhas popularmente conhecidas como "matapis" parecem ser as mais utilizadas (Figura 3). Este petrecho é confeccionado com varetas finas de talas das palmeiras "juba" (*Astrocaryum* spp. e *Arix* spp.) ou "jupati" (*Raphia vinifer*), amarradas com um traçado de cipó, formando uma armação cilíndrica que é fechada em cada extremidade em forma de funil. A isca utilizada para a pesca é o fruto da palmeira "babaçu" (*Orbignya speciosa*), vendida na forma de farinha nos mercados regionais (AZEVEDO, 2004). Outras iscas também são observadas, como a farinha "puba" (mandioca), pedaços de peixes ou arroz cozidos e unidos em grumos e ainda pedaços de ninhos de cupins (ISOPTERA:TERMITIDAE).



Figura 3: Matapis: armadilhas utilizadas na captura de camarões nas ilhas do entorno de Belém.

Odinetz-Collart e Moreira (1993) descrevem a captura do camarão com matapis “(...) o procedimento de captura é feito da seguinte forma: os matapis são colocados ao anoitecer na beira do rio e amarrados a uma corda fina que fica no fundo, a 1 – 1,5 m da superfície. Ao amanhecer eles são retirados, sendo que em época de safra, os matapis são revisados várias vezes por noite”.

Na região das ilhas de Belém, a captura de camarão não foge à regra observada para o restante do Estado, onde também é tradicionalmente realizada com matapis e, esporadicamente, com puçás de arrasto manual. Vale ressaltar que tais técnicas mostram-se extremamente tradicionais entre as populações ribeirinhas.

Não existem dados específicos de produção de *M. amazonicum* oriundo das áreas no entorno da cidade de Belém e ilhas adjacentes. Entretanto, em pescarias experimentais realizadas no Baixo Tocantins, o rendimento obtido foi em média de 100g/matapi/noite, tanto à jusante quanto à montante da barragem da UHE de Tucuruí/PA (ODINETZ COLLART e MOREIRA, 1993). Contudo, segundo estes dois autores, as capturas máximas da pesca do camarão-da-Amazônia são registradas na região de Cametá/PA onde se atinge um rendimento de cerca de 280 a 350 g/matapi/noite.

JUSTIFICATIVA

Macrobrachium amazonicum é um camarão amplamente encontrado em águas continentais e estuarinas do Estado do Pará, sendo uma das principais espécies capturadas de forma artesanal e consumida na região metropolitana e nas ilhas do entorno de Belém e municípios adjacentes.

Apesar de sua considerada importância biológica e econômica, a sua história de vida ainda é pouco compreendida (MACIEL E VALENTI, 2009). Para se dimensionar a importância de *M. amazonicum*, fazendo uma pesquisa nas bases digitais *Web of science*, *Science direct*, *Highware press* e *Cambridge Journal Online* (utilizando como palavra-chave o nome da espécie), foram encontrados 121 registros dos quais apenas (10%) são estudos em ambiente natural. Embora já se tenha um pacote tecnológico para o cultivo, há uma carência muito grande de estudos deste camarão em ambiente natural, talvez pela abundância do recurso no Pará aliado ao baixo valor de compra se

comparado com o “gigante-da-Malásia” (*Macrobrachium rosenbergii*) ou os pitús (*Macrobrachium acanthurus*; *Macrobrachium carcinus*) do nordeste brasileiro. Somam-se a estes argumentos, o fato de serem camarões de menor porte que os demais supracitados, embora a carne seja considerada de melhor qualidade e muito mais apreciada pela população local.

O crescente esforço das capturas de *M. amazonicum* na região norte do Brasil já foi alertado por Lucena-Frédou *et al.* (2010). Exceto pelo manuscrito citado, não há registro publicado sobre a biologia, pesca e dinâmica populacional de *M. amazonicum* na região das ilhas de Belém, área de grande interferência antrópica. Estas áreas parecem ser de considerável produtividade da espécie, visto que boa parte do produto vendido nas feiras da cidade é capturado por pescadores oriundos desta região.

Pouco se conhece também a cerca da situação socioeconômica dos pescadores deste recurso, assim como não é conhecido o estado de exploração do estoque. Também é observada a falta de dispositivos legais de ordenamento das pescarias do camarão-da-Amazônia, o que é justificado pela ausência de informações sobre a biologia e dinâmica da espécie, que subsidiem a criação de políticas públicas de manejo.

Por estas razões, propôs-se estudar os aspectos ecológicos, reprodutivos, da dinâmica populacional e socioeconômicos recurso, sendo que cada abordagem foi tratada no formato de artigos, integrados como capítulos neste manuscrito (cada artigo é apresentado no formato exigido pela revista escolhida, cujas normas estão detalhadas nos anexos).

OBJETIVOS

GERAL:

Contribuir com o conhecimento da biologia, dinâmica e pesca de *Macrobrachium amazonicum* na região das ilhas de Belém para subsidiar e sugerir estratégias de manejo face a sua importância ecológica, econômica e cultural.

ESPECÍFICOS

- Verificar a influência de diferentes artes de pesca mais comumente utilizadas, assim como testar se a captura dos camarões é influenciada pelos tipos de isca;
- Aferir informações sobre a biologia e o ciclo de vida de *M. amazonicum*, especificamente quanto à distribuição e à abundância dos organismos ao longo do ano, à época de reprodução e de recrutamento dos jovens, verificando as principais relações biométricas;
- Estimar parâmetros de crescimento (K e L_{∞}) da espécie, mortalidade natural (M) e por pesca (F), e taxa de exploração (E) de *M. amazonicum*;
- Efetuar o levantamento de informações socioeconômicas dos pescadores de camarão-da-Amazônia atuantes na área de estudo;
- Sugerir estratégias para o manejo da espécie.

ÁREA DE ESTUDO

A área escolhida para a realização do presente estudo, a Baía do Guajará ou estuário Guajará e Ilha do Mosqueiro, está inserida no estuário amazônico (Figura 4), área de atuação de marés semidiurnas que contribuem para uma dinâmica muito particular, recebendo grande quantidade de sedimento de origem oceânica e fluvial (BARTHEM, 1985).

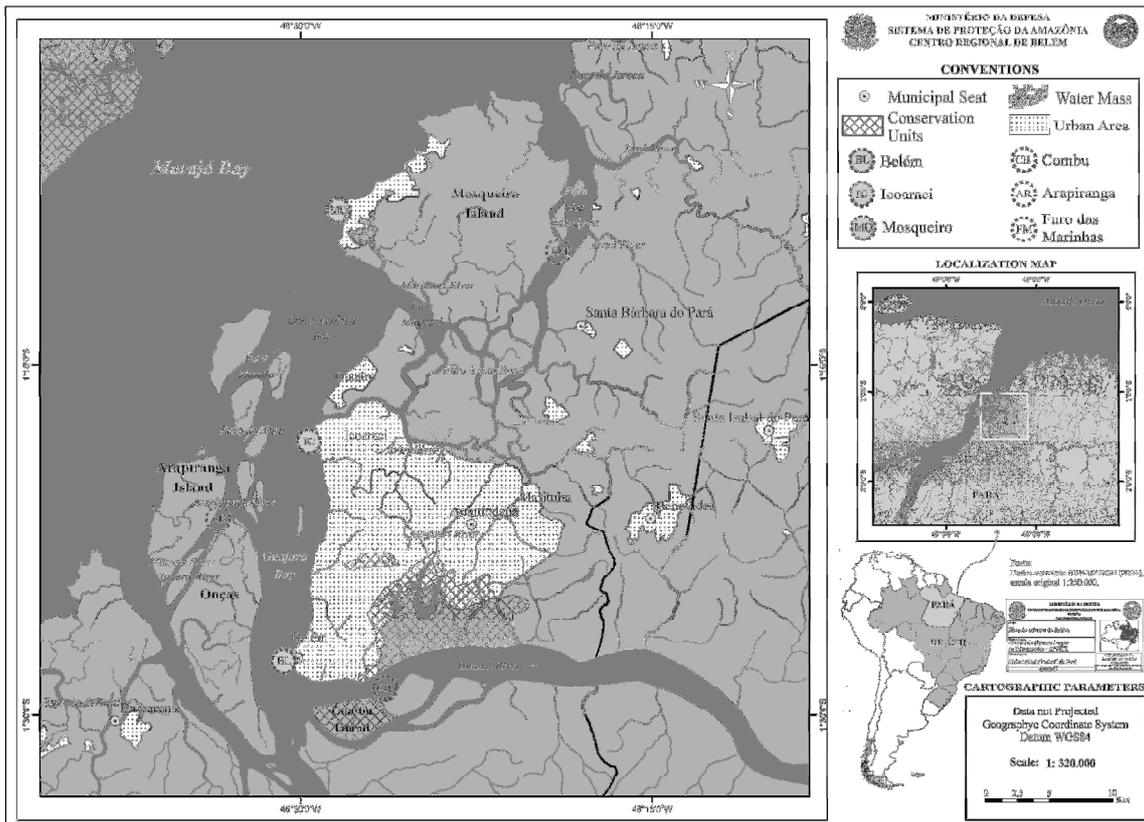


Figura 4: Mapa com indicação dos locais de coleta de dados biológicos e sócio-econômicos. MQ – Ilha do Mosqueiro (canal Tamanduaquara/Porto do Pelé); FM = Ilha do Mosqueiro (Furo das Marinhas); AR – Ilha do Arapiranga; IC – distrito de Icoaraci; BL – cidade de Belém (capital); CB – Ilha do Combu. As áreas urbanas são destacadas em branco.

A Baía do Guajará está situada à oeste da cidade de Belém e é a rigor um subestuário da Baía do Marajó, à qual vem desaguar os rios Guamá e Moju. É estreita e alongada, ficando comprimida entre o continente e as ilhas fluviais das Onças, de Arapiranga e de Cotijuba, comunicando-se com a Baía do Marajó e mais ao Norte inclui a Ilha do Mosqueiro e Distrito de Outeiro (MOREIRA, 1966).

Uma das principais características das águas do estuário Guajará é a sua turbidez devido ao grande conteúdo de material em suspensão, o que confere às águas o aspecto barrento e a coloração amarelo-esverdeada, ocorrendo pouca penetração de luz. Além disso, suas águas tornando-se salobras no seu baixo curso, devido a influência das marés oceânicas (CORDEIRO, 1987). Estas características conferem ao estuário Guajará um ambiente peculiar, porém pouco conhecido, abrigando espécies marinhas e de

água doce cuja captura e comercialização representam para o Estado do Pará um importante rendimento.

Os igarapés, o Rio Guamá e o estuário Guajará recebem os esgotos sanitários e as águas pluviais da cidade de Belém (RIBEIRO, 2004) que é o principal centro populacional na área de estudo (com 1.392.031 habitantes segundo o censo 2010 do IBGE). Belém possui uma extensa rede de igarapés e também sofre a livre penetração das águas do Rio Guamá e do estuário Guajará, devido ao efeito das marés, causando o alagamento das áreas que se situam abaixo da cota de 3 metros – as denominadas baixadas. Aliada a isso, as taxas de pluviosidade apresentam uma média de 2.831 mm/ano, contribuindo para o agravamento do problema de drenagem.

A Ilha do Mosqueiro é uma localidade do município de Belém e o centro urbano da Ilha dista aproximadamente 65km da capital. Trata-se de uma ilha fluvial (de frente para a Baía do Guajará), recebendo influência das águas oceânicas no período mais quente do ano (agosto a outubro), quando as chuvas são mais espaçadas. Possui uma área estimada de mais ou menos 212Km² e é muito procurada para o veraneio (principalmente em julho), por apresentar aproximadamente 17Km de praias de água-doce.

As características relacionadas ao tipo de fundo e ao grau de degradação antrópica da área de estudo foram decisivas para a escolha dos locais de coleta. Em todos os locais, o tipo de fundo é lodoso (silte e argila). A ilha de Mosqueiro (Porto do Pelé), Icoaraci e a orla de Belém são os locais que sofrem influência direta do esgoto doméstico e efluentes industriais da cidade, valendo-se de dados de hidrodinâmica e de qualidade do ambiente aquático de Viana (2006) e Wanderley (2010). Os demais foram escolhidos de modo a representar locais mais preservados dos impactos antrópicos diretos quando comparados com os que estão do lado oposto. Além disso, tentou-se manter no desenho amostral locais onde ocorre a captura de *M. amazonicum*, incluindo regiões cujos pescadores vivem quase exclusivamente deste recurso para sobreviver e que abastecem o mercado local e da cidade de Belém (PA). Assim, obteve-se um espaçamento de aproximadamente 20Km entre cada 2

locais (um *antropizado* e o outro não), totalizando seis locais amostrados (Figura 4):

- **Belém (BL) (01º 28'S e 48º 26'O)**: área de intenso recebimento de esgoto doméstico e resíduos industriais provenientes da cidade de Belém e arredores;
- **Ilha do Combu (CB) (01º 29'S e 48º 26'O)**: região que apesar de receber parte dos resíduos de esgoto oriundos da cidade de Belém, ainda preserva as características naturais de ilha;
- **Distrito de Icoaraci (IC) (01º 17'S e 48º 29'O)**: pertencente ao Município de Belém; pólo de indústrias petroquímicas e pesqueiras;
- **Ilha do Arapiranga (AR) (01º 15'S e 48º 32'O)**: local de pouca interferência antrópica em frente à Icoaraci. Local onde a atividade extrativista do camarão é intensa, mas o produto é utilizado quase exclusivamente para subsistência;
- **Ilha do Mosqueiro (Porto do Pelé – canal Tamanduaquara) – (MQ) (01º 09'S e 48º 27'O)**, área de balneário e de intensa atividade turística;
- **Furo das Marinhas (FM) (01º 10'S e 48º 19'O)**: neste local foi construída uma ponte de acesso à ilha do Mosqueiro. É um local pouco habitado e cuja ponte é ocupada por comerciantes de camarões que realizam capturas no entorno da ilha; observa-se também a venda de outros produtos do artesanato local, alimentos industrializado, etc.

Dados sobre *M. amazonicum* foram coletados nestes seis locais mensalmente, no período de abril de 2006 a agosto de 2007. Estes dados serviram para a redação dos capítulos II, IV, e V (biologia reprodutiva, densidade e dinâmica populacional). Para o objetivo específico de testar o efeito na capturabilidade de *M. amazonicum* utilizando diferentes artes de pesca e iscas (Capítulo I), foi realizado experimento nas Ilhas do Mosqueiro (Canal Tamanduaquara), Arapiranga e Combu (Canal do Combu), cuja metodologia está detalhada no artigo referido (Figura 5).

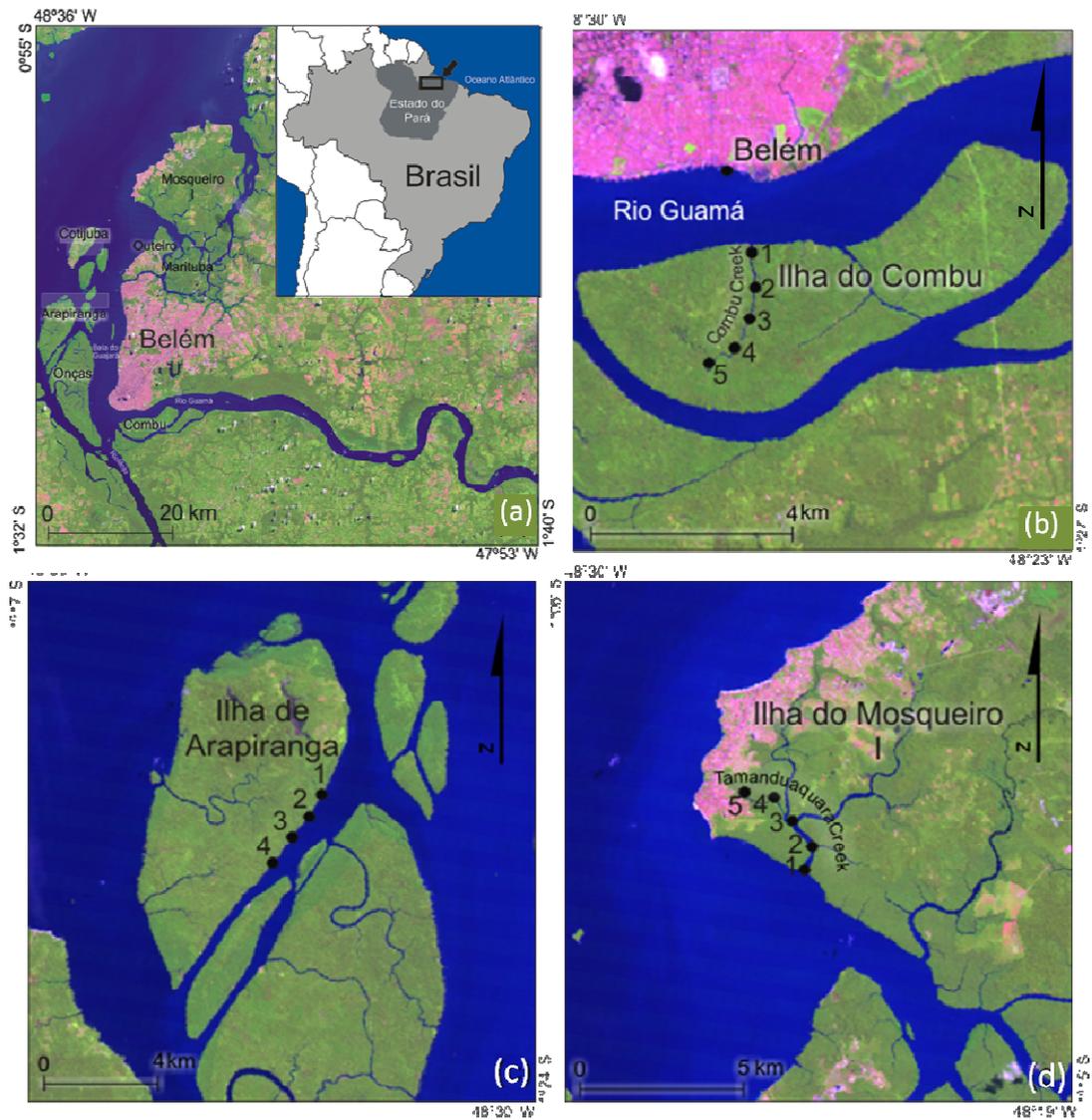


Figura 5: Localização da área de estudo para experimento da capturabilidade de *M. amazonicum* sob efeito de diferentes artes de pesca e iscas. Baía do Guajará, Belém – Pará, Brasil (a), Ilha do Combu (b), Ilha do Arapiranga (c) e Ilha do Mosqueiro (d). Nos três casos, os números indicam os locais de coleta de dados.

Por último, com o objetivo de testar a distribuição espacial de *M. amazonicum* ao longo de um corpo d'água (Capítulo III), foram escolhidos dois canais semelhantes localizados nas ilhas do Combu (Canal do Combu) e Mosqueiro (Canal Tamanduaquara) (Figura 6).

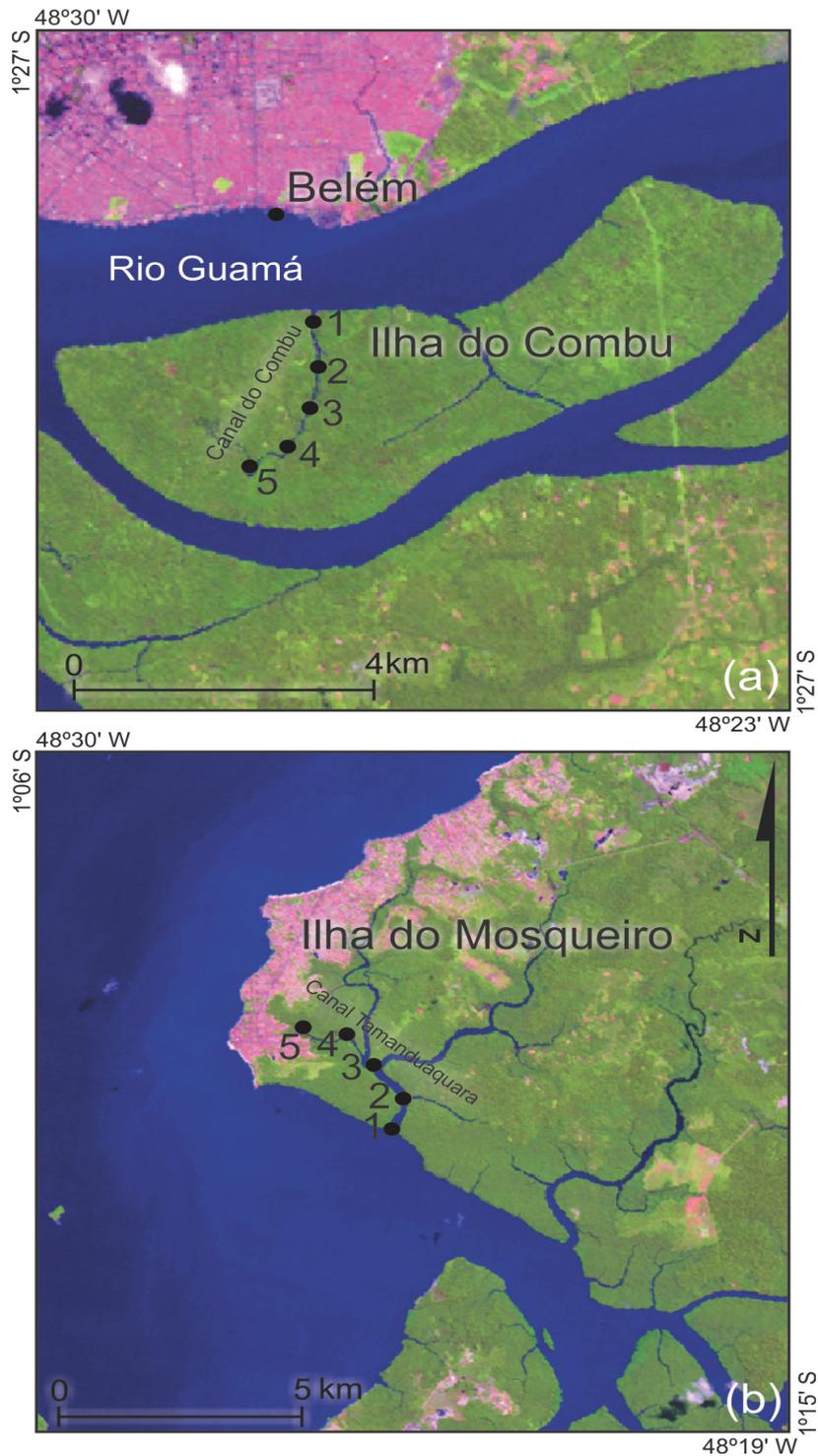


Figura 6: Região de estudo do experimento de distribuição de camarões *M. amazonicum* em dois canais perenes do estuário Guajará (PA) - canais do Combu (a) localizado na ilha de mesmo nome e Canal Tamanduaquara (b) na Ilha do Mosqueiro. Os pontos numerados foram os locais amostrados por armadilhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, E. F. **Biologia reprodutiva do camarão regional *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda; Palaemonidae), na ilha do Combu (Belém, PA)**. Universidade Federal do Pará. 2004.

BARTHEM, R. B. Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da baía de Marajó, estuário amazônico. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, V. 2, n. 1, p.49-69, 1985.

BIALETZKI, A.; NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G. AND BOND-BUCKUP, G. Occurrence of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) in Leopoldo's Inlet (Ressaca do Leopoldo), upper Paraná river, Porto Rico, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** V. 14, n.2, p. 379-390. 1997.

CAMERON, J. Molting in the blue crabs. **Scientific American**. p.76-83, 1985.

COELHO, P. A. Variações sazonais na composição biológica dos desembarques de lagostas. **Boletim do Instituto de Pesca** V.3, n. 11-12, p. 21-32. 1963.

CORDEIRO, C. A. **Estudo da salinização do estuário do Rio Pará no trecho Belém – Mosqueiro**. Universidade Federal do Pará. 1987.

ODINETZ-COLLART, O.; ENRICONI, A. Estratégias reprodutivas e alguns aspectos demográficos do camarão *Palaemonetes carteri* Gordon, 1935 na Amazônia central, rio Negro. **Acta Amazonica** 23 V.2-3, p.227-243.1993.

GAMBA, A. L. Different egg-associated and larval development characteristics of *Macrobrachium amazonicum* (Arthropoda: Crustacea) in a Venezuelan

continental lagoon. **International journal of invertebrate reproduction and development**. V 1, n. 7, p.135-142. 1984.

GARCIA-DÁVILA, C. R.; ALCÂNTARA, F. B.; VASQUEZ, E. R.; CHUJANDAMAS, M.S. Biologia reprodutiva do camarão *Macrobrachium brasiliense* (Heller, 1862) (Crustácea: Decapoda: Palaemonidae) em igarapés de terra firme da Amazônia Peruana. **Acta Amazônica**. V.30, n.4, p. 653-664. 2000.

GUEST, W. C. Laboratory life history of the shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). **Crustaceana**. V.37, n.2, p. 141-152.1979.

GOMES-CORRÊA, M.M. **Palaemonídeos do Brasil Crustacea-Decapoda-Natantia**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1977.

HAYD L.A.R., NAKAGAKI J.M. Os camarões de água doce (Palaemonidae) e a coleta de iscas no Rio Miranda, Pantanal de Miranda. **Revista Pantaneira** 4, p. 37-50. 2002.

HOLTHUIS, L.B. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemoninae. **Occasional Paper of the Allan Hancock Foundation**, Los Angeles, n. 12. 1952.

HOLTHUIS, L. B. Shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. **FAO species catalogue**. Roma: FAO Fisheries Synopsis, v.1, n.125, 271p. 1980.

IBAMA-Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2008. Estatística pesqueira 2006. Disponível em www.ibama.gov.br. Acesso em 14 de novembro de 2008.

LIMA, J.S.G; ODINETZ COLLART, O. Ecologia do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Palaemonidae) no açude Poço da Cruz (Ibimirim). In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 10, Guarapari. Anais eletrônicos do Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, Guarapari: Associação dos Engenheiros de Pesca do Espírito Santo.1997. Cd ROM.

LUCENA-FRÉDOU, F.; ROSA, J.S.; SILVA, M.N.; AZEVEDO, E.F. Population Dynamics of the river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda:Palaemonidae) on Combu Island (Amazon estuary). **Crustaceana**. V.83, n. 3, p. 277-290. 2010.

MACIEL, C.R. **Alimentação do camarão-da-Amazônia *Macrobrachium amazonicum* durante a fase larval**. Universidade Estadual Paulista. 2007.

MACIEL, C.R.; VALENTI, W.C. Biology, Fisheries, and Aquaculture of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum*: A Review. **Nauplius** V. 17, n. 2, p. 61-79. 2009.

MAGALHÃES, C.; WALQUER, I. Larval development and ecological distribution of Central Amazonian palaemonid shrimps (Decapoda, Caridea). **Crustaceana**. V.3, n.55. p. 279-292. 1988.

MAGALHÃES, C. Diversity and abundance of decapods crustaceans in the Rio Negro basin, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. P.56-62. In: P.W. Willink; B. Chernoff; L. E. Alonso; J.R. Montambault and Lourival (Eds). A Biological Assessment of the Aquatic Ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. **RAP Bulletin of Biological Assessment** 18. Washington, Conservation International. 2000.

MAGALHÃES, C. M.; BOND-BUCKUP, G.; MELO, G. A. S.; BUCKUP, L. **Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil**. Museu de Zoologia – Universidade de São Paulo. Edições Loyola. 430p. 2003.

MOREIRA, E. **Belém e sua expressão geográfica**. Belém: Imprensa Universitária. 1966.

ODINETZ COLLART, O.; MOREIRA, L. C. Potencial pesqueiro de *Macrobrachium amazonicum*, na Amazônia Central (Ilha do Carneiro) variação da abundância e do comprimento. **Amazoniana**. V.3, n. 4, p. 399-413. 1993.

ODINETZ COLLART, O.; RABELO, H. Variation in egg size of the fresh-water *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda:Palaemonidae). **Journal of Crustacean Biology** V.16, n.4, p. 684-688, 1996.

PAIVA, M.P. **Recursos pesqueiros estuarinos e marinhos do Brasil**. Editora UFC; Fortaleza. 1997.

PEIXOTO, S. N. B. **Caracterização molecular e biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae)**. Universidade Federal do Pará. 2002.

PENAFORT, J.M. **Cultivo de *Macrobrachium amazonicum* (Heller,1862) (Decapoda; Palaemonidae), do ovo à maturidade sexual, sob diferentes dietas, taxas de estocagem e nível de salinidade**. Universidade Federal do Ceará. 1999.

PETTOVELLO, A. D. First record of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Palaemonidae) in Argentina. **Crustaceana**, n. 69, p. 113-114. 1996.

PORTO, L. A. C. **Estrutura populacional e biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda), na Bacia Hidrográfica do rio Meia-Ponte, Bela vista de Goiás – GO. Brasil**. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. 1998.

RIBEIRO, K.T. **Água e saúde humana em Belém**. Projeto MEGAM. Editora Cejup. 2004.

SILVA, J.R.M.C.; NOGUEIRA, A.L.M. **Perfil da alimentação nas fazendas de criação de camarões marinhos e de água doce do Brasil**. São Paulo. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. 1988.

SILVA, K. C.; SOUZA, R. A. L.; CINTRA, I. H. A. Camarão-cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no município de Vigia – Pará – Brasil. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**. V. 1, n. 2, p. 41-73. 2002.

SILVA, M. N. **Dinâmica populacional do camarão cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) da Ilha de Combu – Belém-PA**. Universidade Federal do Pará. Belém – PA. 2006.

THALLWITZ, J. Decapoden-Studien, insbesondere basirt auf A. B. Meyer's Sammlungen im Ostindischen Archipel, nebst einer Aufzählung der Decapoden und Stomatopoden des Dresdener Museums. **Abh. Zool.-Anthrop. Mus. Dresden**, V. 3, n. 1, p. 1-55. 1892.

VALÊNCIA, D. M.; CAMPOS, M. R. Freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* Bate, 1868 (Crustacea:Decapoda:Palaemonidae) of Colombia. **Zootaxa** 1456, p. 1-44. 2007.

VALENTI, W.C. **Estudo populacional dos camarões de água doce *Macrobrachium acanthurus* (Weigman, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) do rio Ribeira Iguape (Crustacea, Palaemonidae)**. Universidade de São Paulo. 1984.

VALENTI, W. C.; MELLO, J.T.C.; LOBÃO, V. L. Dinâmica da reprodução de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) e *Macrobrachium carcinus*

(Linnaeus, 1758) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). **Ciência e Cultura**. V. 38, n. 7, p. 1256-1262. 1986.

VALENTI, W. C. **Cultivo de camarões de água doce**. Editora Nobel. São Paulo. 1985.

VALENTI, W. C. Comportamento reprodutivo de camarões de água doce. In: **Anais de Ecologia**. n. 5., p. 195 – 202. 1987.

VERGAMINI, F.G.; PILEGGI, L. G.; MANTELATTO, F.L. Genetic variability of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). **Contributions to Zoology** V. 80, n. 1, p. 67-83. 2011.

VIANA, A.P. **Ictiofauna como indicadora da qualidade ambiental na Baía do Guajará (Belém-Pa), estuário amazônico**. Universidade Federal do Pará. 2006.

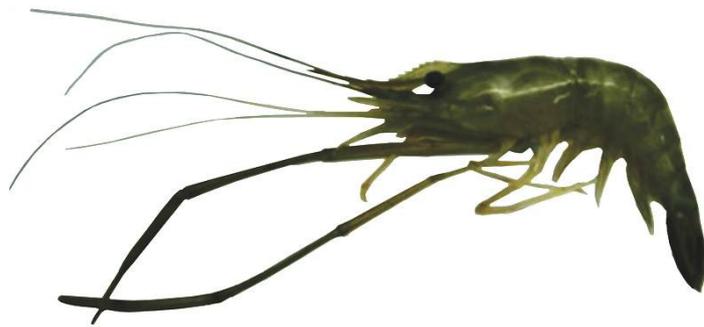
WALKER, I. Life history traits of shrimps (Decapoda, Palaemonidae) of Amazonian Inland waters and their phylogenetic interpretation. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** . V. 2-3, n. 27, p.131-143. 1992.

WANDERLEY, C.M. S. **Estudo da assembléia de larvas de peixes em relação à hidrodinâmica e à qualidade do ambiente aquático nas ilhas do Combu e Murucutu (Belém – Pará)**. Universidade Federal do Pará. 2010.

WILLIAMSON, D. L. Larval development in a marine and freshwater species of *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae). **Crustaceana**. V. 3, n. 23, p. 282-298. 1972.

CAPÍTULO I

ESTUDO EXPERIMENTAL DA CAPTURABILIDADE DE *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) UTILIZANDO DIFERENTES APETRECHOS E ISCAS



Artigo submetido para publicação no periódico **ESTUARINE COASTAL AND SHELF SCIENCE** ISSN: 0272-7714 (impresso). Foram respeitadas todas as normas de apresentação de artigos da revista excetuando-se a fonte 'Times new Roman' para fins de padronização do *layout* de apresentação desta tese.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFICIENCY OF DIFFERENT TYPES OF TRAP AND BAIT FOR THE HARVESTING OF *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862)

BIANCA BENTES^{*,#}, JUSSARA MARTINELLI^{*}, EDUARDO TAVARES PAES^{‡,**} AND VICTORIA ISAAC^{*}

^{*}Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo de Recursos Aquáticos, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brasil.

[#] Instituto de estudos costeiros, Universidade Federal do Pará, Bragança, PA, Brasil.

[‡] Instituto Sócio Ambiental e dos Recursos Hídricos, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, Brasil.

^{**}CENOSYS (CENTER FOR ENVIRONMENTAL COMPLEXITY SYNTHESIS) – Fundação Universidade de Rio Grande – FUG. Rio Grande Brazil (www.cenosys.org)

Correspondence: Bianca Bentes, Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo de Recursos Aquáticos, Av. Perimetral, 2651, CEP: 66077-530, Universidade Federal do Pará, Brazil. E-mail: bianca@ufpa.br

SUMMARY

1. *M. amazonicum* is widely-distributed in the rivers of the Brazilian Amazon basin and is harvested by artisanal fishermen and is popular for aquaculture due to its simple maintenance requirements ;
2. This species is captured of different ways in Para state but 'matapis' with different baits (*babaçu* meal and fish) are the most used;
3. Proposed to study the efficiency of three sizes and two types of matapis baits for catching *M. amazonicum* to analyze changes in population structure of species for ecological experiments;
4. There is no variation in population structure (weight, length and sex ratio) of *M. amazonicum* captured with *babaçu* meal and fish in Guajará Bay, Para, Brazil.

Keywords: population structure, Amazon shrimp, baits, traps.

Introduction

Macrobrachium amazonicum (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) is a species of shrimp endemic to South America, where it is found in rivers and estuaries along the Atlantic coast between Venezuela and the Paraguay River basin (Holthuis, 1952). This freshwater species is widely-distributed in the rivers of the Brazilian Amazon basin and is harvested by artisanal fishermen and is

popular for aquaculture due to its simple maintenance requirements (Magalhães, 1985; Maciel & Valenti, 2009).

In the estuaries and waterways of the Brazilian state of Pará, *M. amazonicum* is harvested for subsistence and for sale to local markets, and is thus both an economically and socially important species for the region (Lucena-Frédou *et al.*, 2010; Bentes *et al.*, in press). The traditional traps used for the harvesting of the species – known locally as “matapis” – are hand-made from strips of the stems of spiny (*Astrocaryum* spp.) or piassava (*Raphia vinifer*) palms (Fig. 2). The smaller traps are typically baited with meal made from the mesocarp of the fruits of the babaçu palm (*Orbignya speciosa*), wrapped in aninga (*Montrichardia linifera*) leaves, known locally as a “poqueca”. The largest traps are baited with pieces of fish of a number of species such as the silver croaker, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), Sciaenidae, and the tamuatá, *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828), Callichthyidae. This type of bait is known locally as ‘munduru’.

A number of studies have shown a relationship between capture rates and both trap size and the type of bait (Lokkeborg & Bjordal, 1992; Somers & Stechey, 1986; Gulland, 1983; Kutka *et al.* 1992). In the specific case of *Macrobrachium*, Fouilland & Fossati (1997) studied trap selectivity in populations of the Marquesas Islands of French Polynesia. Despite the importance of studies of this type for the improvement of commercial catches, no data are available for *M. amazonicum* in the area of the present study, in eastern Brazilian Amazonia.

The present study focused on the techniques used by local shrimpers to capture *M. amazonicum* on the islands surrounding Guajará Bay in the Brazilian state of Pará. In addition to evaluating the effectiveness of different types of trap and bait, the study also considered the effects of environmental variables, such as water temperature and salinity.

Methods

Study area

The present study was carried out in the region of Guajará Bay, part of the eastern channel of the Amazon estuary, which lies to the west of the Brazilian city of Belém (Fig. 1). This narrow, elongated bay is formed by the confluence of the Guamá and Moju rivers, and is bordered to the west by a series of fluvial

islands, including Arapiranga, Cotijuba, and Onças, before flowing into Marajó Bay to the north (Moreira, 1966). To the southeast, Combu Island lies in the mouth of the Guamá, while Mosqueiro Island is located to the northeast, where Guajará Bay meets Marajó Bay.

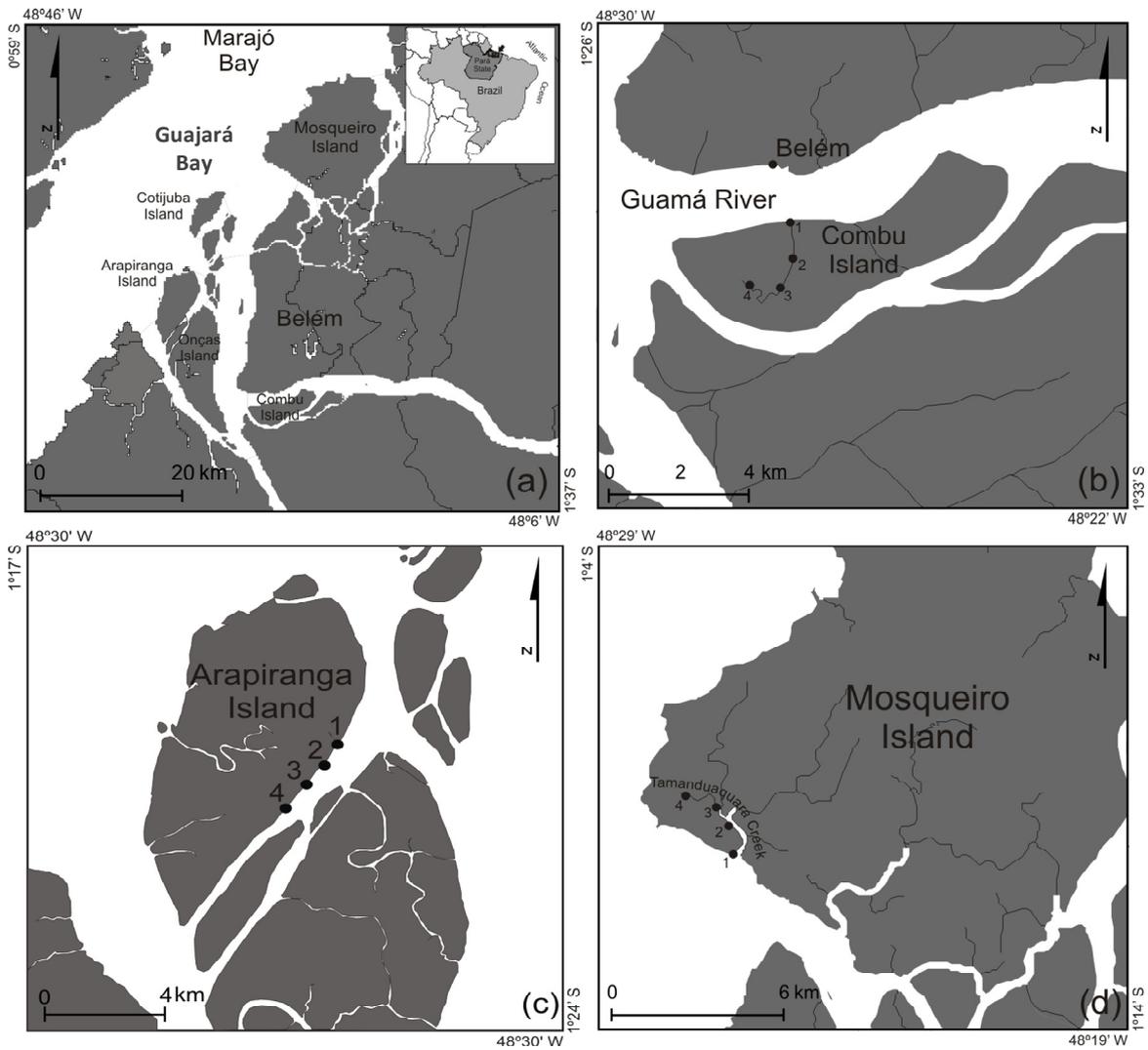


Fig. 7 Location of the study area in northern Brazil (a) and the sampling points on (b) Combu, (c) Arapiranga, and (d) Mosqueiro islands.

Guajará Bay is a complex of islands, tidal channels, and creeks, which is dominated by the discharge of the Amazon River, characterized by extremely turbid waters due to the high concentrations of suspended matter, which limits the penetration of sunlight. These waters are also influenced by the local semi-diurnal oceanic macrotides, which are responsible for the flooding of the margins of the region's channels, but only provoke a significant input of saline

water during the second half of the year, when precipitation and discharge levels are at their lowest (Oliveira *et al.*, 2007; Cordeiro, 1987). The bay and the Guamá River together receive most of the sewage discharge and rainwater runoff of the metropolitan area of Belém, which has a population of around two million inhabitants (Braz, 2006).

Study design and laboratory methods

The samples of *M. amazonicum* were collected before the new moon in July, 2008, on Arapiranga (AR), Combu (CB), and Mosqueiro (MQ) islands, located in and around Guajará Bay (Fig. 1). Twenty-four traps (sample units) were employed at each location, with a total of 72 samples. Eight traps of each size – small (S), medium (M), and large (L) – were set at each location (Fig. 2). The traps were baited in equal proportions with either (a) pieces of fish (tamuatá, *Hoplosternum littorale* - Callichthyidae) or (b) babaçu (*Orbignya speciosa*) meal (BM) wrapped in aninga (*Montrichardia linifera*) leaves. Each trap contained only a single type of bait. Four sets of six traps were set at each location, separated from one another by a distance of 800 m, along either tidal channels or the island margin (Fig. 1). Each set of traps contained two devices of each size, baited with either fish or babaçu meal (Fig. 2).

The traps were set and submersed over a single nocturnal tide cycle (12 hours). They were then retrieved one at a time and the contents were removed, placed in plastic bags, labeled, and stored on crushed ice in a cooler until their arrival in the laboratory. Once in the laboratory, the *M. amazonicum* specimens were sexed, measured (carapace length), and weighed (g) with a 0.01 g-precision balance.

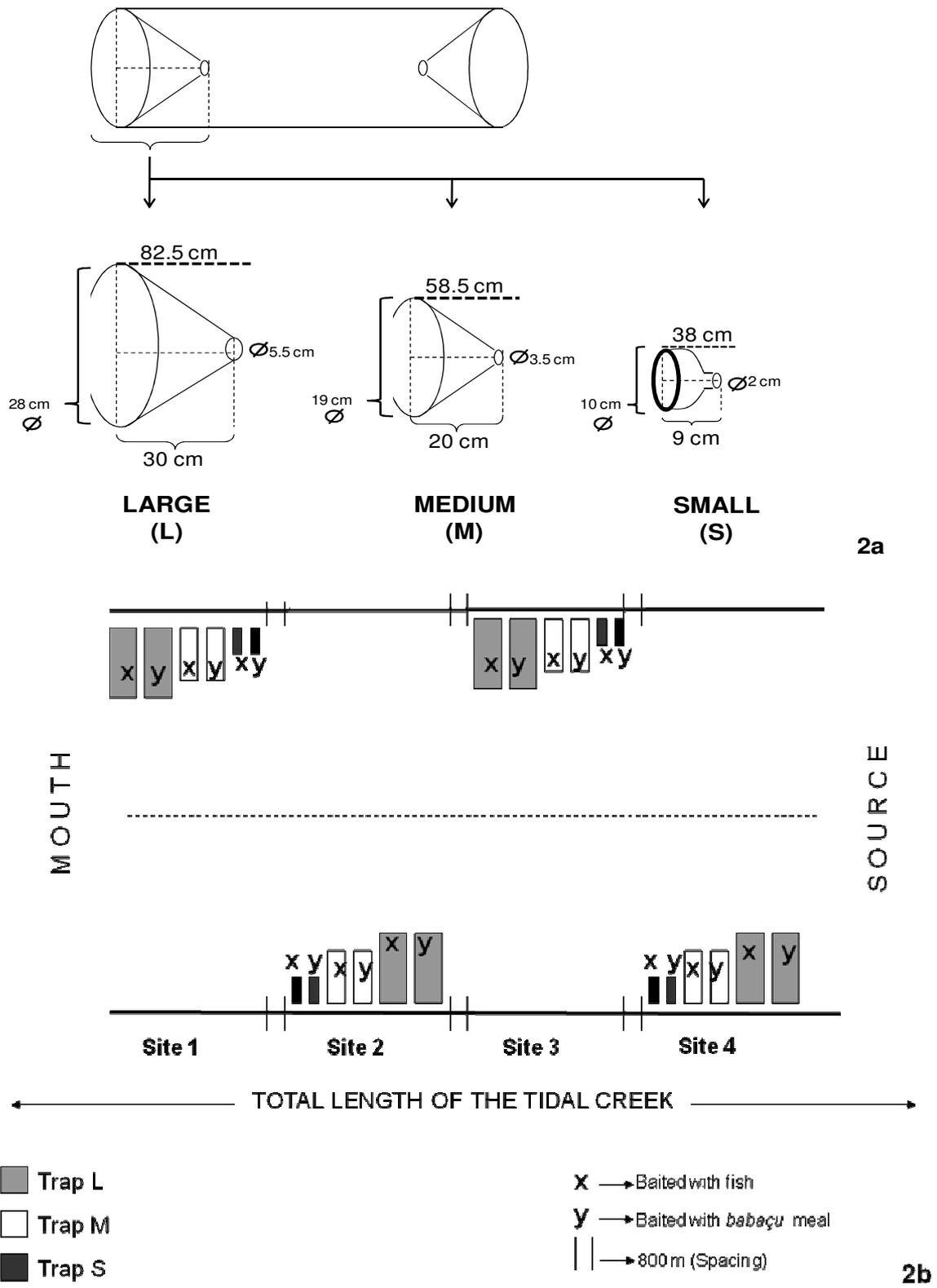


Fig. 8 (a) Schematic diagram of a matapi shrimp trap, showing the dimensions of the three trap sizes employed in the present study; (b) scheme of the arrangement of the traps within each tidal creek or channel in the study area in Guajará Bay, in the Brazilian state of Pará.

Statistical methods

The response variables, weight, length and sex ratio of the specimens collected during sampling were related to trap location and type, and the type of bait (treatments). Carapace lengths were allocated to one of four classes: C1 (up to 10 mm), C2 (10-15 mm), C3 (15-20 mm), and C4 (over 20 mm), while body weights were divided into three categories: W1 (up to 5 g), W2 (5-10 g), and W3 (over 10 g).

This variable presented bimodal distribution, with a strong asymmetrical tendency and the presence of outliers that indicates an absence of homocedacity and normality. On the other hand, there was evidence of presence of non-linear interactions between the treatments. A parametric approach using the classical Anova Three-way model would not, thus, be valid and Variance Analysis by permutation approach as proposed by Anderson (2001a,b) and validated by Anderson and Braack (2003) was adopted. The analysis was undertaken using analyses of partial redundancy (Legendre and Legendre, 1998).

In this model, the response variables are projected into a system of axes, in which the first axis explains the largest part of the variability of the data set, the second axis explains the second largest portion, and so on, successively.

A separate matrix was constructed for each dependent variable (weight, length, and sex ratio), with each line representing a sample. All these matrices were related to a second (treatment) matrix in which the independent variables (bait type, site, trap size, and interactions) were ranked according to the procedure suggested by Legendre & Anderson (1999) and Makarenkov & Legendre (2002).

Monte Carlo tests (based on 9999 permutations) were applied to the forward inclusion of treatments variable. In the case of the manual procedure, the variables were including in the analysis successively according to the statistical significance (5%) of each test. The results were then expressed per factor in four columns, the first two with the values of r^2 and p (p_1) obtained using the automatic method, and the second two with the values (pr^2 and p_2) obtained by the manual method. In both cases, the r and p values were presented for all the variables examined, with the significant values indicated by bold type. The analyses were run in the BIOESTAT® 5.0 (Ayres *et al.*, 2008) and CANOCO 4.54 (Software for Canonical Community Ordination) statistical packages.

Results

Catch size

A total of 899 specimens of *M. amazonicum* were captured during the present study. Mean catches at each site were higher in the traps baited with babaçu meal (Table 1).

Table 1 Basic parameters of the catches (number of specimens captured) of *M. amazonicum* collected using different types of bait on Arapiranga, Combu, and Mosqueiro islands in Guajará Bay, Pará, Brazil.

Bait	Mean±SD (coefficient of variation) and range of the number of <i>M. amazonicum</i> specimens collected per trap [total number of specimens collected] at:		
	Arapiranga	Combu	Mosqueiro
Fish	3.1±3.1 (1.63), 4-35 [47]	11.6±2.5 (0.38), 16-86 [174]	6.5±1.8 (0.59), 12-61 [98]
Babaçu	6.3±2.5 (0.6), 10-58 [95]	21.3±1.8 (4.1), 16-157 [319]	11.7±1.3 (0.3), 7-124 [176]

In the automatic RDA analysis, 61% of the variability in catch size is accounted for by the significant values of r^2 (columns 1 and 2 of Table 2). The interactions between babaçu bait and matapis of medium size (BM-M), and fish bait and large matapis (FISH-L) were significant. Large- and medium-sized matapis also returned significant values, being responsible for the smallest and largest catches, respectively (Table 2).

Table 2 Results of the redundancy analysis (RDA) for the effects of the different variables (including paired interactions) on the catches of *M. amazonicum* obtained during the present study in Guajará Bay, Brazil. S = small matapi; M = medium matapi; L = large matapi; BM = babaçu meal bait; FISH = fish bait; ARA = Arapiranga Island; CB = Combu Island; MOSQ = Mosqueiro Island; ST1-4 = sites 1-4 (see Fig. 1); r^2 = regression coefficient obtained through the automatic method; p_1 = probability obtained by the automatic method; pr^2 = regression coefficient obtained through the manual method; p_2 = probability obtained by the manual method.

Variable	r ²	p_1	pr ²	p_2
BM-M	0.22	0.002	0.22	0
M	0.18	0.002	0	1
L	0.14	0.002	0.06	0.024
FISH-L	0.07	0.036	0	1
CCB-L	0.05	0.106	0	1
ARA	0.05	0.074	0.04	0.04
FISH	0.04	0.078	0	0.9
BM	0.04	0.078	0	1
ST4	0.03	0.178	0.04	0.086
MOSQ	0.01	0.436	0	0.882
CB	0.01	0.463	0	1
FISH-S	0.01	0.508	0.01	0.36
S	0.01	0.658	0	0.715
ST3	0	0.63	0	1
ST1	0	0.67	0	0.863
ST2	0	0.75	0	0.732
F-M	0	0.73	0	1
BM-S	0	0.92	0	1

Body weight

Consistent with its larger catches (Table 1), Combu Island provided more than half of the total catch by weight (986.23 g or 58% of the total). However, the largest specimen was captured on Arapiranga Island, where the mean weight of the shrimps was higher (Table 3).

Table 3 Basic parameters of the body weight of the *M. amazonicum* specimens captured using different types of bait on Arapiranga, Combu, and Mosqueiro islands in Guajará Bay, Pará, Brazil.

Mean±SD (median) and range of the weight (g) of the <i>M. amazonicum</i> specimens collected [25%, 75% quartiles] at:			
Bait	Arapiranga	Combu	Mosqueiro
Fish	2.8±3.1 (1.6), 0.1-14.2 [0.9, 3.1]	2.2±2.5 (1.2), 0.1-15.9 [0.6, 2.5]	1.5±1.84 (0.8), 0.2-11.9 [0.5, 1.6]
Babaçu	2.1±2.5 (1.4),	1.9±1.8 (1.2),	1.5±1.3 (1.3),

0.13-17.4 2.34]	[0.8, 0.1-10.7 [0.6, 2.7]	0.1-8.6 [0.6, 1.8]
--------------------	---------------------------	--------------------

Together, the independent variables accounted for 27.0% (first canonical axis: 16.3%, second canonical axis: 10.7%) of the variation in shrimp biomass, with the shrimp of smaller weight (W1) being captured principally in medium-sized matapis baited with babaçu meal (BM-M), middleweight shrimp (W2) being caught on Combu Island, and the largest individuals (W3) being captured in the large matapis (Table 4).

Table 4 Results of the redundancy analysis (RDA) for the effects of the different variables (including paired interactions) on the body weight of the *M. amazonicum* specimens captured during the present study in Guajará Bay. S = small matapi; M = medium matapi; L = large matapi; BM = babaçu meal bait; FISH = fish bait; ARA = Arapiranga Island; CB = Combu Island; MOSQ = Mosqueiro Island; ST1-4 = sites 1-4 (see Fig. 1); r^2 = regression coefficient obtained through the automatic method; p_1 = probability obtained by the automatic method; pr^2 = regression coefficient obtained through the manual method; p_2 = probability obtained by the manual method.

Variable	r^2	p_1	pr^2	p_2
L	0.14	0.0001	0.14	0
S	0.08	0.0014	0.02	0.123
BM –M	0.08	0.0032	0.06	0.007
CB	0.07	0.0031	0.07	0.001
FISH-L	0.07	0.0085	0.01	0.379
BM-L	0.06	0.0144	0	1
M	0.06	0.0084	0	1
ARA	0.04	0.0436	0	1
BM –S	0.04	0.0524	0	1
MOSQ	0.04	0.0757	0.03	0.092
FISH	0.02	0.2444	0	0.947
BM	0.02	0.2472	0	1
FISH-S	0.02	0.2486	0	1
ST1	0.02	0.2867	0.03	0.086
ST4	0.02	0.3111	0.01	0.325
ST2	0.01	0.6291	0.01	0.718
ST3	0	0.8809	0	1
FISH-M	0	0.96	0	1

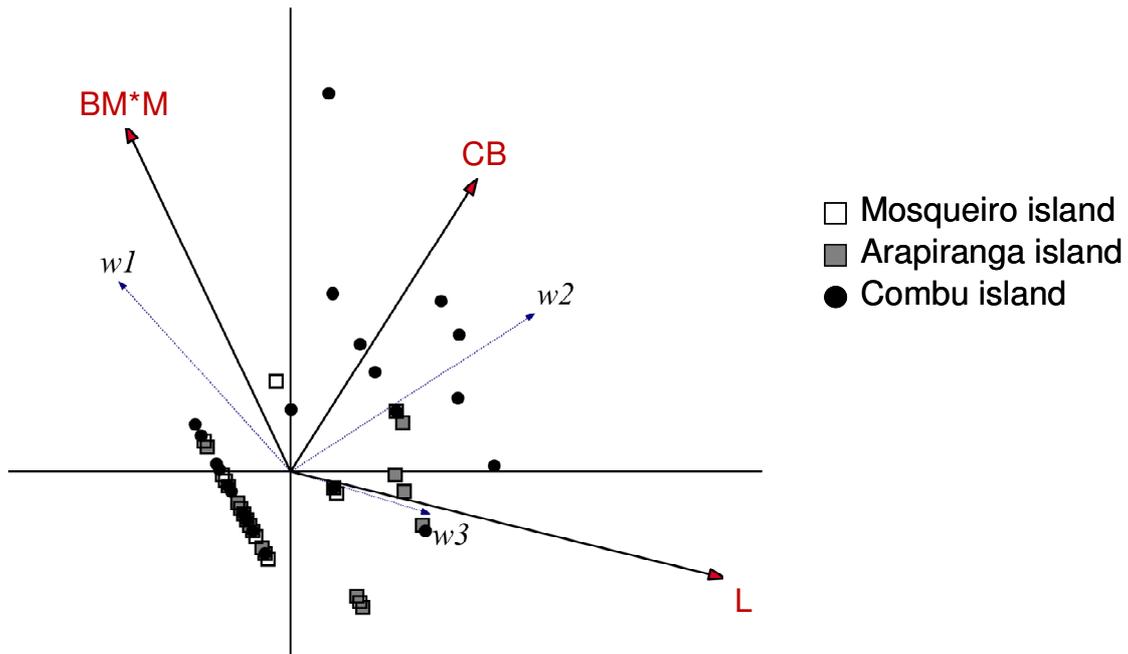


Fig. 9 Ordination diagram for the first two axes resulting from the redundancy analysis of the body weights of the *M. amazonicum* specimens captured in Guajará Bay: CB = Combu Island; BM^*M = interaction of the babaçu meal bait with mdium-sized traps; L = large trap; W_1 = body weight < 5 g; W_2 = body weight 5-10 g; W_3 = body weight > 10 g.

Body length

Mean carapace length (CL) varied significantly among locations ($F = 12.74$, $p < 0.01$), with the largest values being recorded on Combu Island, followed by Arapiranga and Mosqueiro (Tables 5 and 6). Overall, 31.3% of the variability in CL was related to the factors tested (16.6% on the first canonical axis, and 14.7% on the second). Most of the variability in CL classes was derived from the interaction between medium-sized matapis and babaçu bait. Classes C3 and C4 were captured most on Combu Island, while classes C2 and C3 were captured preferentially by the babaçu-medium matapi combination.

Table 5 Basic parameters of the carapace length of the *M. amazonicum* specimens captured using different types of bait on Arapiranga, Combu, and Mosqueiro islands in Guajará Bay, Pará, Brazil.

Mean±SD (median) and range of the carapace length (mm) of the <i>M. amazonicum</i> specimens collected [25%, 75% quartiles] at:			
Bait	Arapiranga	Combu	Mosqueiro
Fish	13.32±4.99 (12.46), 1.64-27.78 [10.38, 15.62]	13.03±4.69 (12.13), 4.78-28.01 [15.39]	12.21±7.94 (10.47), [9.58, 6.45-26.42 13.07]
Babaçu	12.42±3.99 (11.89), 5.47-30.00 [10.05, 14.14]	12.74±4.15 (11.85), 5.01-25.72 [15.83]	11.55±3.33 (11.59), [9.36, 3.36-23.37 13.11]

Table 6 Results of the redundancy analysis for the effects of the different variables (including paired interactions) on the carapace length (C1 = length <10 mm, C2 = 10-15 mm, C3 = 15-20 mm, C4 = length > 20 mm) of the *M. amazonicum* specimens captured during the present study in Guajará Bay. S = small matapi; M = medium matapi; L = large matapi; BM = babaçu meal bait; FISH = fish bait; ARA = Arapiranga Island; CB = Combu Island; MOSQ = Mosqueiro Island; ST1-4 = sites 1-4 (see Fig. 1); r^2 = regression coefficient obtained through the automatic method; p_1 = probability obtained by the automatic method; pr^2 = regression coefficient obtained through the manual method; p_2 = probability obtained by the manual method.

Variable	r^2	p_1	pr^2	p_2
L	0.14	0.0001	0.14	0
CCB-M	0.12	0.0003	0.1	0.001
M	0.09	0.0003	0	1
S	0.08	0.002	0.02	0.075
CB	0.07	0.0011	0.08	0
FISH-L	0.07	0.0105		
CCB-L	0.05	0.0509		
MOSQ	0.05	0.0342	0.03	0.08
CCB-S	0.04	0.0501		
ARA	0.03	0.0822		
FISH	0.03	0.1445	0	0.987
CCB	0.03	0.1512		
FISH-S	0.02	0.2063	0	0.801
PT2	0.02	0.227	0.02	0.137
PT4	0.02	0.3616	0.02	0.1
PT3	0.01	0.6354		

PT1	0.01	0.6815	0.01	0.919
FISH-M	0	0.8586		

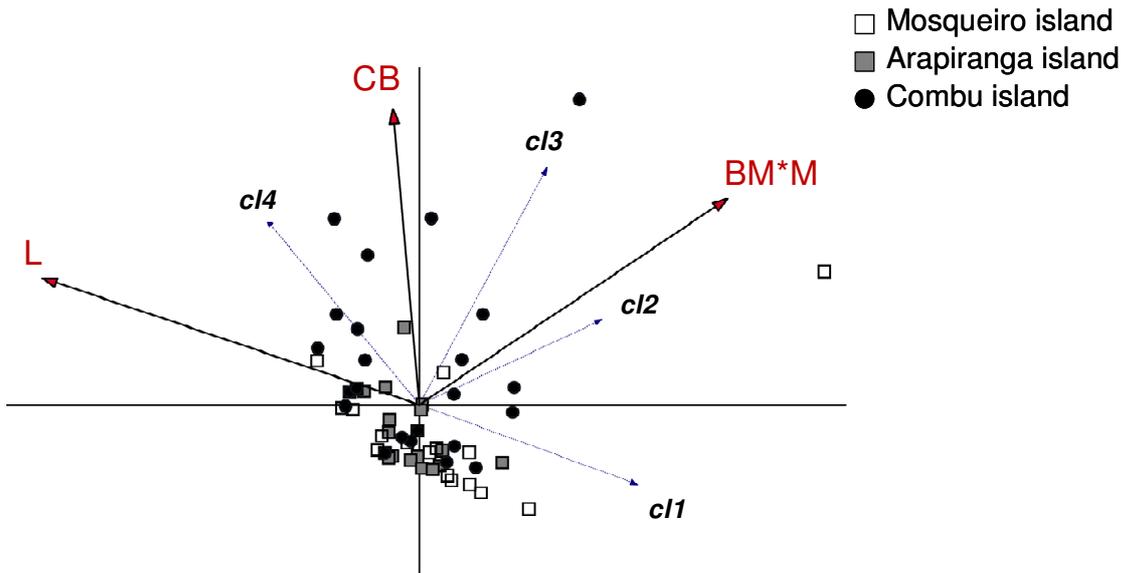


Fig. 10 Ordination diagram for the first two axes resulting from the redundancy analysis of the carapace lengths (CL) of the *M. amazonicum* specimens captured in Guajará Bay. MQ = Mosqueiro Island; CB = Combu Island; ARA = Arapiranga Island; cl1 = carapace length < 10 mm; cl 2 = 10-15 mm; cl3 = 15-20 mm; cl4 = carapace length > 20 mm.

Sex ratio

A slightly larger number (465) of males were captured than females (444), although the sex ratio was effectively 1:1. Only 6.3% of the variation in the sex ratio was explained by the factors tested (

Table 7). The proportion of mature females was not affected by any of the factors tested. All of the factors were tested together (Fig. 5) to allow the visualization of general patterns.

Table 7 Results of the redundancy analysis for the effects of the different variables (including paired interactions) on the sex ratio of the *M. amazonicum* specimens captured during the present study in Guajará Bay. S = small matapi; M = medium matapi; L = large matapi; BM = babaçu meal bait; FISH = fish bait; ARA = Arapiranga Island; CB = Combu Island; MOSQ = Mosqueiro Island; ST1-4 = sites 1-4 (see Fig. 1); r^2 = regression coefficient obtained through the automatic method; p_1 = probability obtained by the automatic method; pr^2 = regression coefficient obtained through the manual method; p_2 = probability obtained by the manual method.

Variable	r^2	p_1	pr^2	p_2
CB	0.15	0.0016	0.15	0.001
ST2	0.1	0.0098	0.1	0.005
MOSQ	0.08	0.0242	0	0.562
ST4	0.07	0.0276	0.02	0.126
M	0.03	0.2219	0	1
BM-L	0.03	0.2362	0	1
L	0.02	0.2774	0.02	0.203
ARA	0.02	0.3406	0	1
FISH-S	0.01	0.4178	0.02	0.303
FISH-M	0.01	0.383	0	1
BM -M	0.01	0.6911	0	0.888
ST1	0.01	0.6595	0	0.644
BM -S	0	0.7691	0	1
FISH	0	0.8673	0	1
FISH-L	0	0.9093	0.01	0.662
ST3	0	0.9156	0	1
FISH	0	1	0	0.959
BM	0	1	0	1

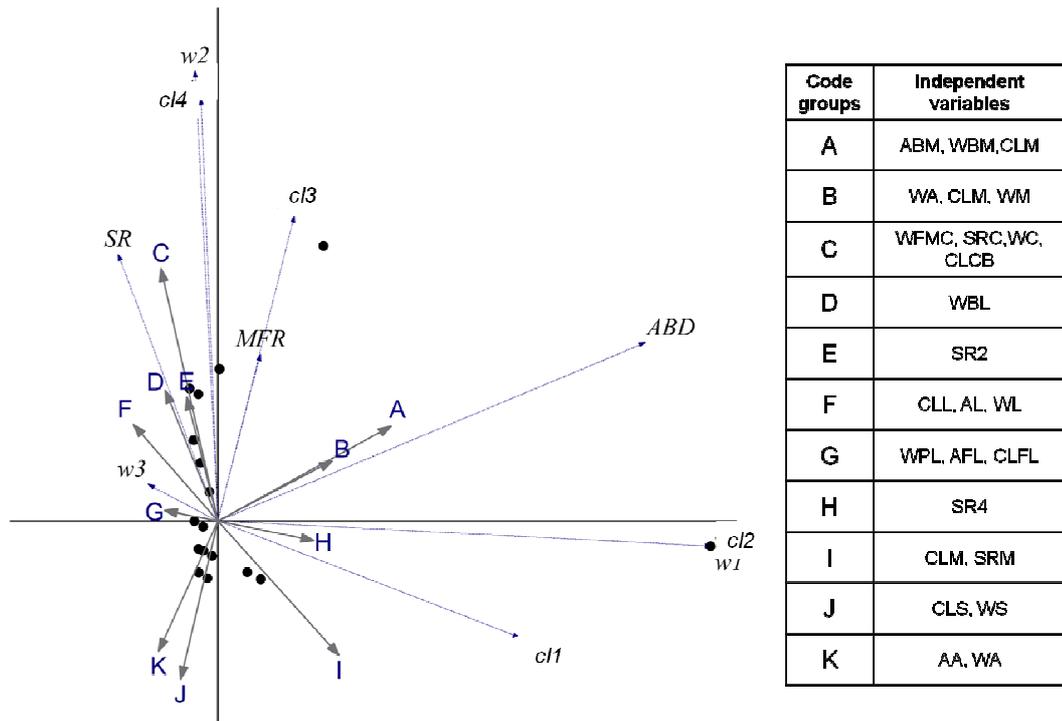


Fig. 11 Ordination diagram for the first two axes resulting from the redundancy analysis of all the samples of *M. amazonicum* (dots) captured in Guajará Bay in relation to all the independent variables tested (group codes A-K: the independent variables responsible for the effect are nominated). CL1 = carapace length < 10 mm; CL 2 = 10-15 mm; CL3 = 15-20 mm; CL4 = carapace length > 20 mm; W1 = weight < 5 g; W2 = 5-10 g; W3 = weight > 10 g; WL = shrimp weight*large trap; WS = shrimp weight*small trap; WBM = shrimp weight * babaçu meal bait * middle trap; WC = shrimp weight * Combu Island; WFL = shrimp weight * fish bait * large trap; WBL = shrimp weight * coconut bait * large trap; WM = shrimp weight * medium trap; WFMC = shrimp weight * fish bait * medium trap* Combu island; WA = shrimp weight * Arapiranga Island; ABM = shrimp abundance * coconut bait * medium trap; AM = shrimp abundance * medium trap; AL = shrimp abundance * large trap; AFL = shrimp abundance * fish bait * large trap; AA = shrimp abundance * Arapiranga island; SRC = sex ratio * Combu Island; SR2 = sex ratio * sample site 2; SRM = sex ratio * Mosqueiro island; SR4 = sex ratio * sample site 4; MFRC = mature female ratio * Combu Island; CLL = carapace length class * large trap; CLBM = carapace length class * babaçu meal bait * medium trap; CLFL = carapace length class * fish bait * large trap; CLCB = carapace length class * Combu Island; CLM = length class * medium trap; ABD = abundance; SR = sex ratio;

Discussion

The number, size (weight and carapace length) and sex ratio of *M. amazonicum* all presented significant responses to environmental variables. No

evidence was found of any relationship between the parameters tested and either water salinity or temperature. While the larval development of *M. amazonicum* in coastal regions is dependent on brackish water habitats (Guest, 1979; Barreto & Soares, 1982), the entire life cycle of the species occurs in freshwater environments in the central and western Amazon basin (Gambá, 1984; Magalhães, 1985). This indicates that the reproductive success of the species when colonizing vast areas of South America is a direct result of its ecological flexibility and ability to adapt rapidly to distinct environments (Odinetz Collart, 1991).

The biological parameters recorded in the present study were very similar to those found in other areas of Pará. Relatively successful catches of *M. amazonicum* (in terms of both the number of specimens and their weight) appear to be a characteristic of Combu Island (Azevedo, 2004; Silva, 2006). The significant difference in the numbers and biomass of specimens captured on the three islands monitored in the present study may be related to this ecological flexibility. Odinetz Collart (1987) also noted a marked preference of *M. amazonicum* for turbid “white-water” environments rich in sediments and dissolved calcium and magnesium salts, such as ponds and floodplain lakes inundated during high water. The species is rare in acidic, black-water habitats poor in nutrients, such as *terra firme* streams.

Extrapolating from carapace length to total length, the maximum total length recorded in the present study was 13.65 cm, a value very similar to those recorded by Silva (2006) on Combu Island (14.1 cm) and by Silva (2002) in Vigia (14.4 cm), also in northeastern Pará. This value is much higher than those recorded by Santos *et al* (1999) on the Jaguaribe River in the Brazilian state of Ceará (9.43 cm) and by Vásquez Leon (1980) on the Orinoco River in Venezuela (10.9 cm). The maximum value recorded in the present study was also significantly higher than the values of 10.6 cm recorded by Odinetz-Collart & Moreira (1993) on Careiro Island in central Amazonia and Odinetz-Collart (1987) on the lower Tocantins River in Pará. However, Borges (2003) recorded a much higher value of 17.8 cm in the Rômulo Campos reservoir in the Brazilian state of Bahia.

Adult male shrimp of freshwater *Macrobrachium* species tend to be larger in size than the females (Valenti, 1987), a pattern recorded by Silva (2002) in

Vigia and Flexa *et al.* (2005) in Cametá, also in northeastern Pará. In the present study, however, while the largest specimen was male, mean carapace length was greater in the females. In crustaceans, the male is commonly larger than the female, a tendency which is probably reinforced by intra-specific competition and the need to guarantee the chances of successful mating with the females. However, males that grow larger than females are targeted more intensively by shrimpers (Silva, 2006), leading to the recruitment of much smaller individuals. However, this is not a common pattern in the palaemonids, in which the females tend to grow larger than the males, primarily in order to guarantee the formation of the egg yolks (Lourenço *et al.*, 2004; Souza *et al.*, 2004).

In most *M. amazonicum* populations, the sex ratio favors the females. Borges (2003) recorded a ratio of 3.36 females per male in Bahia, while Motoya (2003) recorded a ratio of 1♂: 2♀ in Venezuela. In the present study, however, the ratio was practically 1:1.

The medium-sized traps baited with babaçu meal were the most successful of the combinations tested in the present study in terms of the number of shrimp captured. This may account for the popularity of this bait and trap size among local shrimpers. However, there was a clear relationship between trap size and the size of the shrimp captured, in terms of both body weight and carapace length, which emphasizes trap selectivity.

The results of the study also indicated the clear preference of *M. amazonicum* for the babaçu meal bait. However, while this type of bait was effective in the medium-sized traps, which returned the largest catches, the larger traps were far less successful, presumably due to the size of the entrance hole and the gaps in the structure of the trap, which allow the shrimp to escape after feeding on the bait. This is an important detail for the standardization of scientific sampling procedures, indicating that the large catches with traps baited with fish do not influence the environmental analysis for the species. In order to control for the possible influence of multiple factors on the catches of the species, the standardized use of a single type of bait and size of the trap would be recommended for scientific studies.

The lack of a relationship between the characteristics of the catch, in terms of body weight or carapace length, and bait type suggests that other

operational factors may affect the capture of specimens. In a study of *M. lar* Fabricius and *M. australe* Guérin-Méneville in French Polynesia, Fouilland & Fossati (1998) found that the orientation of the trap opening in relation to the direction of the current had a significant effect on capture rates.

Acknowledgments

Logistic support was provided by the UFPA Fishery Biology and Aquatic Resource Management Laboratory and the Center for Tropical Marine Ecology (ZMT) in Bremen, Germany. We are grateful to the biologists Leiliane Souza, Danielle Viveiros, Morgana Almeida, and João G. Meirelles for their assistance with the collection and processing of specimens, and to the environmental engineer Allan Jamesson for his help with the processing of sediments and the production of the map of the study area.

References

- Anderson M.J., 2001a. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Australian ecology*, **26**, 32–46.
- Anderson M.J., 2001b. Permutation tests for univariate or multivariate analysis of variance and regression. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **58**, 626–639.
- Anderson M.J. & Braak C.J., 2003. Permutation tests for multi-factorial analysis of variance. *Journal of Statistical Computation and Simulation*. **73**, 85–113.
- Azevedo E. F., 2004. *Biologia reprodutiva do camarão regional *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda; Palaemonidae), na ilha do Combu (Belém, PA)*. Universidade Federal do Pará.
- Barreto A. & Soares C.M.A., 1982. Produção de pós-larvas de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae), sob condições controladas de laboratório. *Revista Brasileira de Zoologia*, **1**, 51-53.
- Bentes B., Martinelli J. M., Cavalcante D. V., Silva L. S., Almeida M.C & Isaac V., 2011. Spatial distribution of the Amazon River shrimp *Macrobrachium*

amazonicum (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, PA). *Brazilian Journal of Biology*. In press.

Borges M. S., 2003. *Distribuição, abundância e biologia reprodutiva de Macrobrachium amazonicum (Heller, 1862) e Macrobrachium jelskii (Miers, 1877) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no Açude público de Rômulo Campos*. Universidade Federal da Bahia.

Braz V. N., 2006. Belém: o estuário, o saneamento e a balneabilidade. In: *Belém de águas e ilhas*. (Org. Edna Castro), PP. 45-58. Cejup. Belém-PA.

Cordeiro C. A., 1987. *Estudo da salinização do estuário do Rio Parano trecho Belém – Mosqueiro*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará.

Flexa C.E., Silva K.C. A., Arnaud J., Cintra I. H. A. & Porto V. M., 2005. Morfometria do camarão cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) no município de Cametá/Pará. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca*. sociedade Brasileira de Engenharia de Pesca.

Fouilland E. & Fossati O., 1998. Effects of some operational factors on *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae) sampling using small 'wickertraps'. *Fisheries Research*, **34**, 87-92.

Gamba A. L., 1984. Different egg-associated and larval development characteristics of *Macrobrachium amazonicum* (Arthropoda: Crustacea) in a Venezuelan continental lagoon. *International journal of invertebrate reproduction and development*, **7**, 135-142.

Guest W. C., 1979. Laboratory life history of the shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*. **2**, 141-152.

Gulland J.A., 1983. *Fish stock assessment: a manual of basic methods*. FAO/Wiley Series on Food and Agriculture, Rome. Vol. 1: 233 p.

Holthuis L.B., 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemoninae. *Occasional Paper of the Allan Hancock Foundation*, Los Angeles.

Kutka F.J., Richards C., Merick G.W. & DeVore P.W., 1992. Bait preference and trapability of two common crayfishes in northern Minnesota. *The Progressive Fish-Culturist*, **54**, 250–254.

Legendre P. & Anderson M., 1999. Distance-based redundancy analysis: testing multiespecies responses in multifactorial ecological experiments. *Ecological monographs*, **69**, 1-24.

Legendre P. & Legendre L., 1998. *Numerical ecology*. 2nd English edition. [Elsevier Science](#) BV, Amsterdam.

Lokkeborg S. & Bjordal A., 1992. Species and size selectivity in longline fishing: a review. *Fisheries research*, **3**, 311-322.

Lourenço G., Hirode G.L., Pipino D.C. & Taddei G.G., 2004. Maturidade gonadal do camarão de água-doce *Macrobrachium jelskii* (Decapoda, Palaemonidae) no córrego Talhado. *Sociedade Brasileira de Zoologia*.

Lozano R.B., 1986. Biología de crustáceos. In: *J. Acuicultura Marina animal* (Org. Coll Morales), pp. 155-156. Mundi-Prensa. Madrid.

Lucena-Fredou, F.; Rosa-Filho, J. S.; Silva, M. C. N.; Azevedo, E. F., 2010. Population dynamics of the river prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (DECAPODA, PALAEMONIDAE) on Combu island (Amazon Estuary). *Crustaceana* **83** (3): 277-290

Maciel C.R. & Valenti W.C., 2009. Biology, Fisheries, and Aquaculture of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum*: A Review. *Nauplius*, **17**, 61-79.

Magalhães C., 1985. Desenvolvimento larval obtido em laboratório de palaemonídeos da Região Amazônica. I. *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda). *Amazoniana*, **9**, 247-274.

Makarenkov V. & Legendre P., 2002. Nonlinear redundancy analysis and canonical correspondence analysis based on polynomial regression. *Ecology*, **83**, 1146-1161.

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.

Moreira E. , 1966. *Belém e sua expressão geográfica*. Belém: Imprensa Universitária.

Odinetz Collart O., 1987. La pêche crevettière de *Macrobrachium amazonicum* (Palaemonidae) dans le Bas-Tocantins, apres la fermeture du barrage de Tucuruí (Brésil). *Revista de Hydrobiologia Tropical*, **20**, 134 – 144.

Odinetz- Collart O. & Moreira L. C., 1993. Potencial pesqueiro de *Macrobrachium amazonicum*, na Amazônia Central (Ilha do Carneiro) variação da abundância e do comprimento. *Amazoniana*, **3**, 399-413.

Odinetz-Collart O., 1991. Strategie de reproduction de *Macrobrachium amazonicum* en Amazonie Centrale (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). *Crustaceana*, **61**, 253 – 270.

Oliveira D.M., Frédou, T. & Lucena F., 2007. A pesca no estuário Amazônico: uma análise uni e multivariada. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Ciências Naturais*, **2**, 11-21.

Silva K. C. A. , 2002. Aspectos da bioecologia do camarão cascudo, *Macrobrachium amazonicum* Heller (1962) (Crustácea, Decapoda, Palaemonidae) no município de Vigia – Pará – Brasil. Universidade Federal do Pará.

Silva M. C. N., 2006. Dinâmica populacional do camarão cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) da Ilha do Combu – Belém – Pará. Universidade Federal do Pará.

Somers K.M. & Stechey D.P.M., 1986. Variable trappability of crayfish associated with bait type, water temperature and lunar phase. *American Midland Naturalist*, **116**, 36-44.

Souza I. G., Hirode G.L., Fransozo A. & Taddei F.G., 2004. Proporção sexual do camarão *Macrobrachium brasiliensi* Heller, 1868 do córrego Talhadinho, Distrito de Talhado - SP. Sociedade Brasileira de Zoologia.

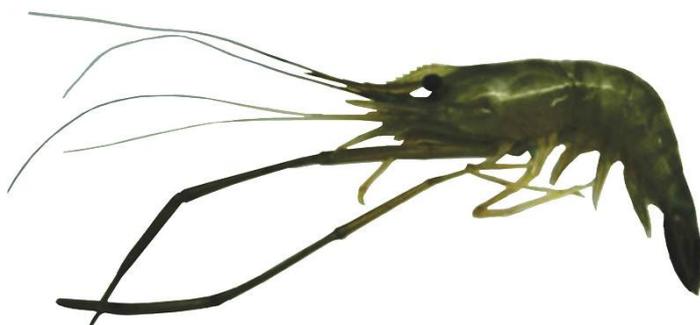
StatSoft Inc., 2007. STATISTICA (data analysis software system), version 7. URL: www.statsoft.com .

Valenti W. C., 1987. Comportamento reprodutivo de camarões de água doce. *Anais de Ecologia*, **5**, 195 – 202.

Vasquez-León E., 1980. Contribucion al conocimiento de la biología del camarón de río *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae) en función de su potencial de cultivo. *Memoria de la sociedad de ciencias naturales La Salle*, **113**, 140-155.

CAPÍTULO II

BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) EM UM ESTUÁRIO DA AMAZÔNIA BRASILEIRA



Artigo elaborado e editado (exceto o alinhamento à esquerda e fonte Times new Roman tendo em vista a padronização do *layout* de apresentação desta tese) para publicação no periódico **ZOOLOGIA An international journal for Zoology** ISSN: 1984-4670 (impresso) e 1984-4689 (online).

Biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) em um estuário da Amazônia brasileira

Bianca Bentes; Jussara M. Martinelli & Victoria Isaac

Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo dos Recursos Aquáticos, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Av. Perimetral, 2651 Terra Firme, Belém, PA – Brazil CEP 66077-530. E-mail: bianca@ufpa.br; jussara@ufpa.br

Instituto de Estudos Costeiros – IECOS, Universidade Federal do Pará, Alameda Leandro Ribeiro, s/n Aldeia, Bragança, PA – Brazil CEP 68600-000

Corresponding author:

Bianca Bentes

Universidade Federal do Pará

Instituto de Ciências Biológicas

Av. Perimetral, 2651

CEP: 66077-530 Belém-Pará Brasil

Fax number: 00 55 91 32740599

Electronic mail address: bianca@ufpa.br

ABSTRACT. In monthly samples in estuary Amazon were captured 9,118 of *M. amazonicum*. Average carapace lengths differ between the maturation stages and also between sites. The species has a continuous reproduction, since all stages were found during all months. The value of L50 was estimated in 11.2mm CL (54.4 mm TL) for males and 11.5mm CL (55.74mm CT) for females. Highest values of K and Kr coincide with highest rainfall months;

indicate that the species seems to find better growing conditions this time of year in the estuary studied.

KEY-WORDS. Amazon estuary, *Macrobrachium amazonicum*, Guajará Bay, reproduction.

RESUMO. Através de coletas mensais no estuário amazônico, foram capturados 9.118 indivíduos de *M. amazonicum*. Os comprimentos médios da carapaça diferiram entre os estádios de maturação gonadal e também entre locais. A espécie apresenta reprodução contínua, uma vez que todos os estádios foram encontrados ao longo de todos os meses. O valor de L_{50} foi estimado em 11.2mm de CC (54.4 mm de CT) para machos e em 11.5mm de CC (55.74mm de CT) para fêmeas. Os maiores valores de K e K_r coincidem com os meses de maior pluviosidade, indicando que a espécie parece encontrar melhores condições de crescimento nesta época do ano no estuário estudado.

PALAVRAS-CHAVE. Estuário amazônico, *Macrobrachium amazonicum*, Baía do Guajará, reprodução.

INTRODUÇÃO

Das espécies de *Macrobrachium*, o camarão-da-Amazônia – *M. amazonicum* – demonstra um excelente potencial para a aquacultura (KUTTY *et al.*, 2000) devido sua grande capacidade de adaptação às condições adversas do meio ambiente. Esta flexibilidade ecológica garante também a sua ocorrência nos mais nos mais diferentes micro habitats da Amazônia (MAGALHÃES 1985).

Macrobrachium amazonicum é o principal camarão de água-doce explorado comercialmente nos Estados do Pará e Amapá pela pesca artesanal

(ODINETZ-COLLART 1987), onde tem um mercado seguro (SILVA *et al.* 2009; LUCENA-FRÉDOU *et al.* 2010; BENTES *et al.* 2011, capítulo VI). Mesmo diante da sua importância ecológica e econômica, existem poucas informações da bioecologia desta espécie em ambiente natural e, da mesma forma, não existe um monitoramento dos volumes produzidos, em parte, devido a complexidade de sua cadeia produtiva (BENTES *et al.* 2011- capítulo VI).

Tendo em vista a sinalização de sobreexploração do estoque de *M. amazonicum* (LUCENA-FRÉDOU *et al.* 2010 e BENTES *et al.* 2011 – capítulo V), a necessidade de conhecer a biologia reprodutiva da espécie é fundamental para a proposição de um manejo eficiente.

Sabe-se que na Amazônia Central, as populações são caracterizadas por uma atividade reprodutiva contínua (ODINETZ-COLLART 1988; ODINETZ-COLLART & MOREIRA 1993), o que garante a manutenção das suas populações em altas densidades ao longo do ano.

Fêmeas de *M. amazonicum* têm ciclo reprodutivo resultante da combinação da atividade dos ovários e do hepatopâncreas que regula a absorção, síntese e liberação de nutrientes e, possivelmente, também a síntese de hormônios sexuais (estradiol, progesterona e testosterona) (MACIEL & VALENTI 2009).

A fecundidade, o tamanho dos ovos e o número de estádios larvais de *M. amazonicum* variam de acordo com as características do meio natural. Espécies de águas continentais geralmente apresentam um desenvolvimento larval abreviado e um número reduzido de ovos, mas de grande tamanho, em resposta a um meio pobre de nutrientes. As espécies costeiras apresentam uma maior quantidade de ovos menores e a metamorfose completa das larvas

zoé planctônicas ocorre nas águas salobras dos estuários (WILLIAMSON 1972; MAGALHÃES 1985; WALKER 1992). Segundo Maciel e Valenti (2009), nunca foram detectadas larvas de *M. amazonicum* em zonas estuarinas e a dependência de algumas populações costeiras da espécie às águas salobras, ainda é pouco conhecida.

A fecundidade de *M. amazonicum* na ilha do Combu foi estudada em 118 fêmeas de todos os estágios de maturidade por Silva (2006,) variando de 40 a 3.375 ovos/fêmea, com valor médio de 905 ± 590 ovos/fêmea. Entretanto, existe uma relação direta entre o número de ovos por fêmea e os fatores abióticos, denotando a influência de nutrientes e sais dissolvidos no ambiente.

Em uma ampla revisão bibliográfica, Maciel e Valenti (2009) relatam que a fecundidade nesta espécie é baixa nas populações capturadas nos tributários da bacia dos rios Paraná-Paraguai (Estados de Goiás e Mato Grosso do Sul) - com não mais de 500 ovos por fêmea – e gradualmente maior no sentido da desembocadura do Rio Amazonas, onde as populações podem atingir 5.700 ovos por fêmea. Adicionalmente, os mesmos autores afirmam que a fecundidade de *M. amazonicum* é relativamente menor em comparação às demais espécies sul-americanas do mesmo gênero, utilizadas em cultivos.

Diante da ameaça de descontinuidade de manutenção deste estoque, este trabalho estuda a época e local de desova, tamanho de primeira maturação e razão sexual de *M. amazonicum* em uma área de considerável produtividade desta espécie, a Baía Guajará e Ilha de Mosqueiro, uma vez que nestas áreas a tradição cultural de uso deste camarão pela população ribeirinha, caracteriza-o como um ingrediente *sine qua non* da culinária local.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Este estudo foi conduzido na Baía do Guajará e Ilha de Mosqueiro, Pará, Brasil. Esta área está sob influência de águas continentais e oceânicas do estuário amazônico que drena cerca de 20% do total de água doce e 7% do total de sedimentos que são carregados pelos rios de todo o mundo para o mar (BARTHEM 1985). É uma área estreita e alongada, ficando comprimida entre o continente e as ilhas fluviais das Onças, de Arapiranga e de Cotijuba, comunicando-se com a Baía do Marajó e mais ao Norte inclui a Ilha do Mosqueiro e Distrito de Outeiro (MOREIRA 1966) (Figura 1).

O sedimento de fundo desta região é essencialmente lamoso, com alguns poucos bancos de areia (GREGÓRIO & MENDES 2009). Uma das principais características de suas águas é a turbidez devido ao grande conteúdo de material em suspensão, conferindo um aspecto barrento e a coloração amarelo-esverdeada da água e ocorrendo pouca penetração de luz. Além disso, suas águas sofrem as influências das marés oceânicas, tornando-se salobras no seu baixo curso (CORDEIRO 1987; PAIVA *et al.* 2006).

A temperatura das águas da Baía do Guajará fica em torno de 28^o C ao longo do ano, sem grandes variações. Já a salinidade varia de 0 até no máximo 10, nos períodos mais secos do ano (Julho a Outubro).

Estas características conferem a este estuário um ambiente peculiar, porém pouco conhecido, abrigando espécies marinhas e de água doce (CAVALCANTE 2008), cuja captura e comercialização representam para o Estado do Pará um importante rendimento.



Figura 12 - Localização dos locais de coleta de camarões no período de maio/2006 a agosto/2007 em um estuário do Pará. Os códigos se referem aos locais de coleta, sendo MQ = Ilha do Mosqueiro (Porto do Pelé); FM = Furo das Marinhas (Ilha do Mosqueiro); AR = Ilha do Arapiranga; IC = Icoaraci; BL = Belém; CB = Ilha do Combu.

Coleta e processamento de dados

Exemplares de *M. amazonicum* foram obtidos através de coletas mensais (de maio/2006 a agosto/2007) efetuadas em seis locais (Figure 1): orla de Belém, Ilha do Combu, Distrito de Icoaraci, Ilha do Arapiranga e Ilha de Mosqueiro (Furo das Marinhas e Porto do Pelé). As amostras foram realizadas com armadilhas – *matapis*, colocadas aos pares. Três tamanhos de *matapis* – foram utilizados, um par de cada, por local de coleta. O detalhamento das

dimensões de cada uma das armadilhas por tamanho está descrita em BENTES *et al.* (2011).

As armadilhas foram iscadas com farinha de babaçu (*Orbignya speciosa*) e pedaços de peixe e colocadas na baixa mar do dia anterior à lua nova. Na primeira baixa-mar do dia seguinte, os matapis foram recolhidos, totalizando 12h de permanência da arte de pesca na água. Todos os *Macrobrachium amazonicum* capturados tiveram o comprimento da carapaça mensurado (CC: medida da parte posterior da órbita até a extremidade posterior da carapaça) e o comprimento total (CT: medida entre a extremidade anterior do rostro e a extremidade posterior do télson) - registrados em milímetros, com paquímetro de precisão 0.01mm.

O sexo foi observado pelo segundo par de pleópodos (machos com dois apêndices e fêmeas com apenas um). Os estádios de maturação gonadal foram observados macroscopicamente. Cinco estágios foram definidos para fêmeas: I- imaturo/repouso; II- em desenvolvimento; III- maturo; IV- ovígera (com os aderidos aos pleópodos); e V- desovado (Figura 2), baseando-se na coloração, tamanho, localização e aparência dos ovários, observados por transparência da carapaça, adaptado de CARVALHO & PEREIRA (1981) (ANEXO 1), CHAVES & MAGALHÃES (1983) e SILVA *et al.* (2009). O ciclo de maturação sexual considerado para as fêmeas está esquematizado na figura 2. Dois estágios de maturação foram observados para os machos: I- imaturo e II- maturo, baseados na coloração e tamanho dos testículos e adaptados de RIBEIRO FILHO (1988) (ANEXO 2). Indivíduos fêmeas com gônadas nos estádios III, IV e V e machos nos estádios II foram considerados adultos.

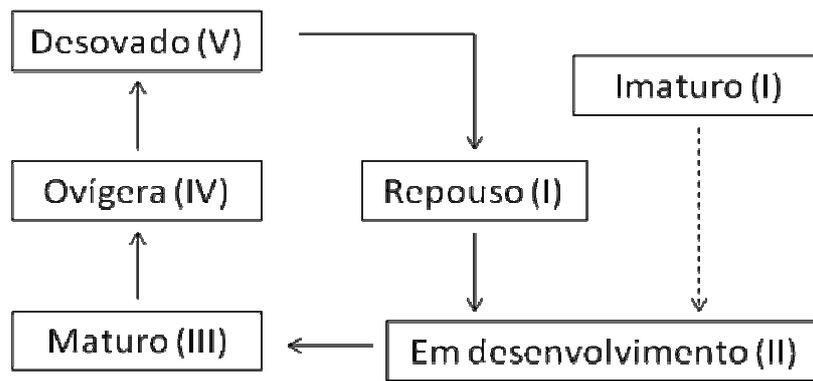


Figura 13 – Esquema do ciclo reprodutivo de fêmeas de *Macrobrachium amazonicum*.

Adaptado de ISAAC & VAZZOLER, 1983.

Análise dos dados

As proporções entre machos e fêmeas foi testada entre meses com X^2 (qui-quadrado), admitindo-se um nível de significância de 5%. Os exemplares de sexo indeterminado foram retirados desta análise, sendo avaliada somente a razão sexual entre os camarões cujos sexos puderam ser definidos macroscopicamente.

Os indivíduos foram agrupados em classes de comprimento da carapaça (1mm) e logo em seguida foi construído um gráfico da freqüência relativa acumulada de adultas por sexo em relação ao tamanho. Para esta análise, foram considerados os estádios III, IV e V para fêmeas e II para machos. Através do método de extrapolação gráfica, foi determinado o comprimento médio no qual 50% (L_{50}) e 100% (L_{100}) dos camarões atingiram a maturidade sexual morfológica. Esta análise foi feita para cada sexo e sexos agrupados. A equação de KING (1995) foi utilizada para se obter a curva logística destes dados:

$$P = \frac{1}{1 + \exp[-r(L - L_{50})]}$$

Sendo: P – proporção de indivíduos maduros; L – comprimento máximo obtido; L₅₀ – comprimento que corresponde à proporção de 0.5 (50%) dos exemplares nas condições analisadas; r – ângulo da curva.

A frequência de fêmeas e machos em cada estágio de desenvolvimento gonadal foi comparada em relação aos meses através de análise gráfica, para concluir sobre a época de reprodução. Da mesma forma, a mesma frequência foi comparada entre locais para aferir sobre o local de desova.

O fator de condição (K) e o fator de condição relativo (Kr) foram obtidos pela equação de LE CREN (1951): $K = W/L^3$, onde W = peso total do corpo (massa) e L = comprimento da carapaça (mm) e $Kr = W_{\text{observado}}/W_{\text{esperado}}$, onde o numerador se refere ao peso total observado (massa real do espécime), e o denominador ao peso total esperado, obtido através da relação peso x comprimento da carapaça, para cada sexo. Os valores médios de K e Kr por local e por mês foram testados com ANOVA um critério.

RESULTADOS

Proporção sexual

Foram capturados 9.118 indivíduos de *Macrobrachium amazonicum*. A proporção sexual variou entre os meses estudados ($X^2=65.28$, $p<0.01$). Houve diferença significativa nos meses de novembro ($X^2=6.51$) e dezembro ($X^2=8.89$), de 2006, e janeiro ($X^2=10.96$), março ($X^2=12.17$) e junho ($X^2=9.6$), de 2007 (Table 1). No mês de dezembro/2006 ocorreu a maior proporção de

fêmeas em relação aos machos e o inverso aconteceu em março/2007 (Figure 3).

A proporção de machos foi maior nas menores classes de comprimento da carapaça, o inverso aconteceu em favor das fêmeas com valores de χ^2 significativos ao nível de 1% (Figura 3).

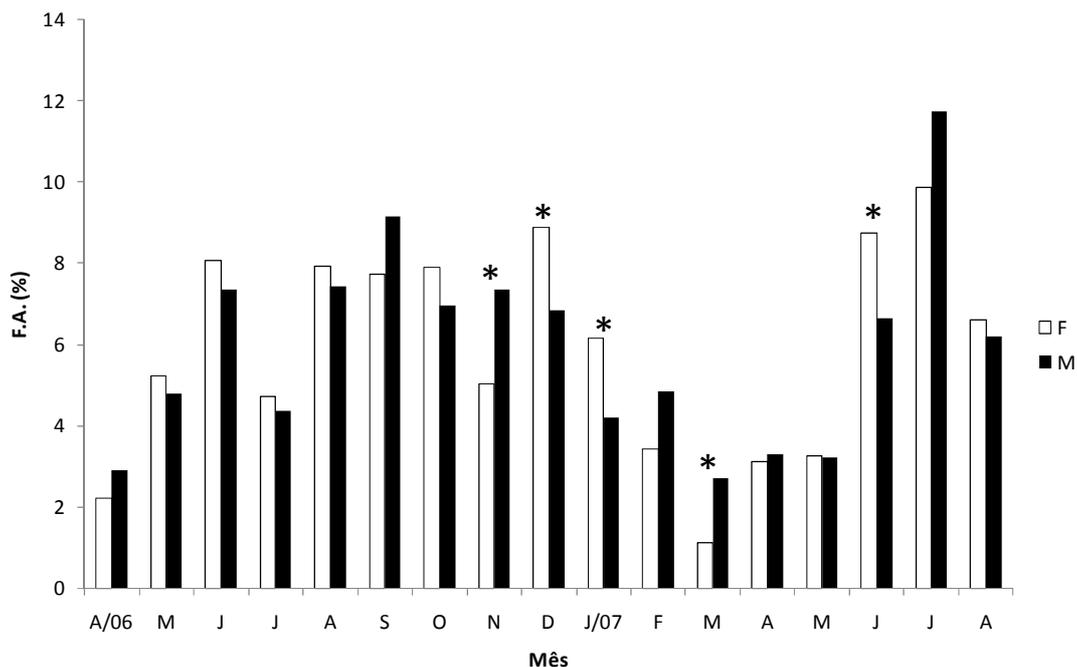


Figura 14 - Proporção sexual (Fêmeas: n=4471 / Machos: n=4181) de *Macrobrachium amazonicum* em relação aos meses de coleta. O χ^2 acima corresponde àquele calculado entre as freqüências absolutas de fêmeas (incluindo as ovígeras) e machos em relação aos valores esperados para cada grupo, em relação ao total de indivíduos. Os meses destacados com * apresentam diferença significativa entre a proporção de fêmeas e machos. F=fêmeas, M=machos, FA = freqüência absoluta.

Table 8 - Número de camarões-da-Amazônia capturados por classe de comprimento (de 2 em 2 mm) da carapaça (CC em milímetros) e sexo nos locais de coleta da Baía do Guajará (locais agrupados) entre os meses de abril/2006 e agosto/2007. Os valores de χ^2 destacados com * se referem àqueles estatisticamente significativos ao nível de 5%.

Classe de CC	Fêmeas		Machos		TOTAL	♀:♂	χ ²
	n	%	n	%			
2	1	0,02	2	0,05	3	1:2	0,17
4	5	0,11	5	0,12	10	1:1	0,00
6	111	2,50	88	2,12	199	1:0,79	1,33
8	268	6,03	492	11,84	760	1:1,83	33,01*
10	561	12,63	1304	31,38	1865	1:2,3	148,00*
12	771	17,36	1069	25,72	1840	1:1,4	24,13
14	1012	22,78	604	14,53	1616	1:0,6	51,50*
16	883	19,88	279	6,71	1162	1:0,3	156,98*
18	538	12,11	132	3,18	670	1:0,2	123,01*
20	217	4,89	64	1,54	281	1:0,3	41,65*
22	59	1,33	35	0,84	94	1:0,6	3,06
24	6	0,14	31	0,75	37	1:5,2	8,45
26	4	0,09	21	0,51	25	1:5,25	5,78
28	0	0,00	14	0,34	14	1:28	7,00
30	1	0,02	13	0,31	14	1:13	5,14
32	0	0,00	1	0,02	1	1:2	0,50
34	2	0,05	2	0,05	4	1:1	0,00
42	1	0,02	0	0,00	1	2:1	0,50
44	2	0,05	0	0,00	2	4:1	1,00
TOTAL	4471	100,00	4181	100	8652	1:1	611,22*

Primeira maturação sexual

Dos 9118 *Macrobrachium amazonicum* capturados, 6.002 tiveram o estágio gonadal identificado, sendo 3.068 fêmeas (52%) e 2.934 machos (48%) (Table 2). Nos demais camarões não foi possível a visualização em função da

carapaça não ter sido bem preservada em função do longo período entre a coleta e a triagem de material.

As fêmeas atingem a L_{50} em tamanhos menores que os machos, entretanto, o L_{100} calculado foi atingido em um comprimento maior que o dos machos. O valor de L_{50} e L_{100} para fêmeas foi estimado em 11.2mm e 25 mm, respectivamente. Para os machos L_{50} foi estimado 11.5mm e L_{100} em 24 mm para o comprimento da carapaça, o que representa, para o comprimento total, $L_{50} = 54.43$ mm e $L_{100} = 102.02$ mm, para as fêmeas, e $L_{50} = 55.74$ mm e $L_{100} = 107.85$ mm, para os machos (Figure 4).

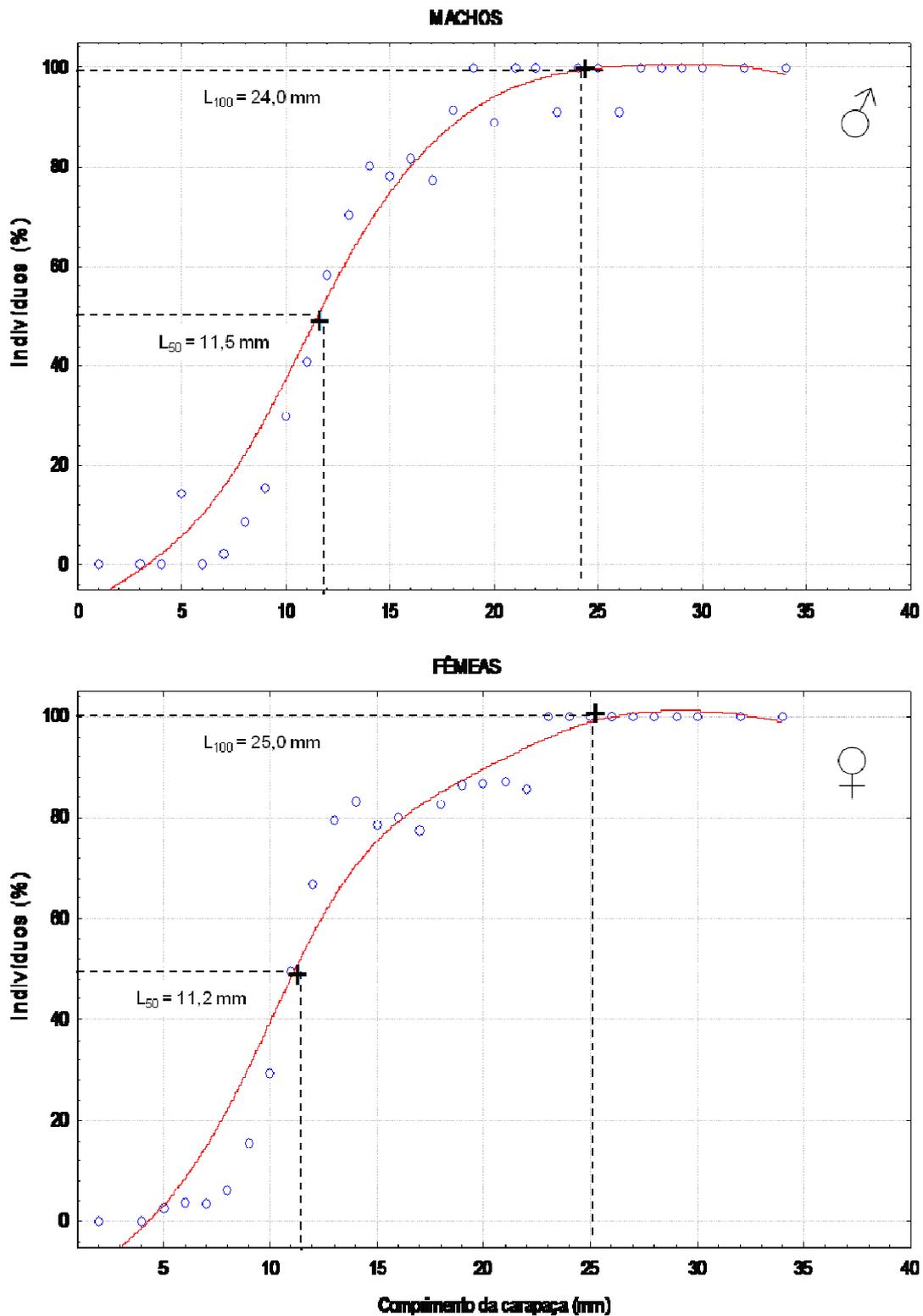


Figure 15 - Porcentagem de *M. amazonicum* adultos para machos e fêmeas no período de maio de 2006 a junho de 2007 em um estuário da Amazônia brasileira. CC – comprimento da carapaça (mm).

Época de desova

Todos os estádios gonadais foram encontrados no estuário ao longo do ano (Figure 5), demonstrando que o ciclo reprodutivo pode ser completado nesta região. Camarões imaturos foram observados durante todo o ano com intensidade aumentada em abril e maio para as fêmeas (Figure 5). Para os machos a distribuição de imaturos parece constante ao longo do ano. Entretanto, um decréscimo no número de machos imaturos foi observada entre os meses de abril de 2006 e 2007 e maio de 2006 (Figure 5F).

Fêmeas em desenvolvimento também foram registradas ao longo de todo o período amostrado com dois picos anuais de maior frequência, um no mês de setembro e outro em dezembro (Figure 5B). Fêmeas maduras foram capturadas em todos os meses, mas com poucos exemplares evidenciando um pequeno aumento entre os meses de julho a janeiro (Figure 5C and 5E). O pico de fêmeas ovígeras foi observado em setembro a novembro e janeiro. Machos maduros foram mais capturados nos meses de julho a novembro (Figure 5D e 5G).

Um número expressivo de camarões com gônadas desovadas foi encontrado para o camarão-da-Amazônia (Figure 5E), com pico entre agosto e outubro e em dezembro. O fator de condição mostrou flutuações acentuadas durante o ano (Figuras 6 e 7), sendo que os valores médios mensais variaram de 0.03 a 5.07 nas fêmeas e de 0.03 a 3.05 nos machos. Tanto K como K_r médios mostraram 2 picos anuais. Os maiores valores de K nas fêmeas foram observados nos meses de março e outubro e nos machos em janeiro e março. No caso de K_r , os maiores valores foram em março e outubro para as fêmeas e em janeiro e março/abril nos machos (Figuras 6 e 7).

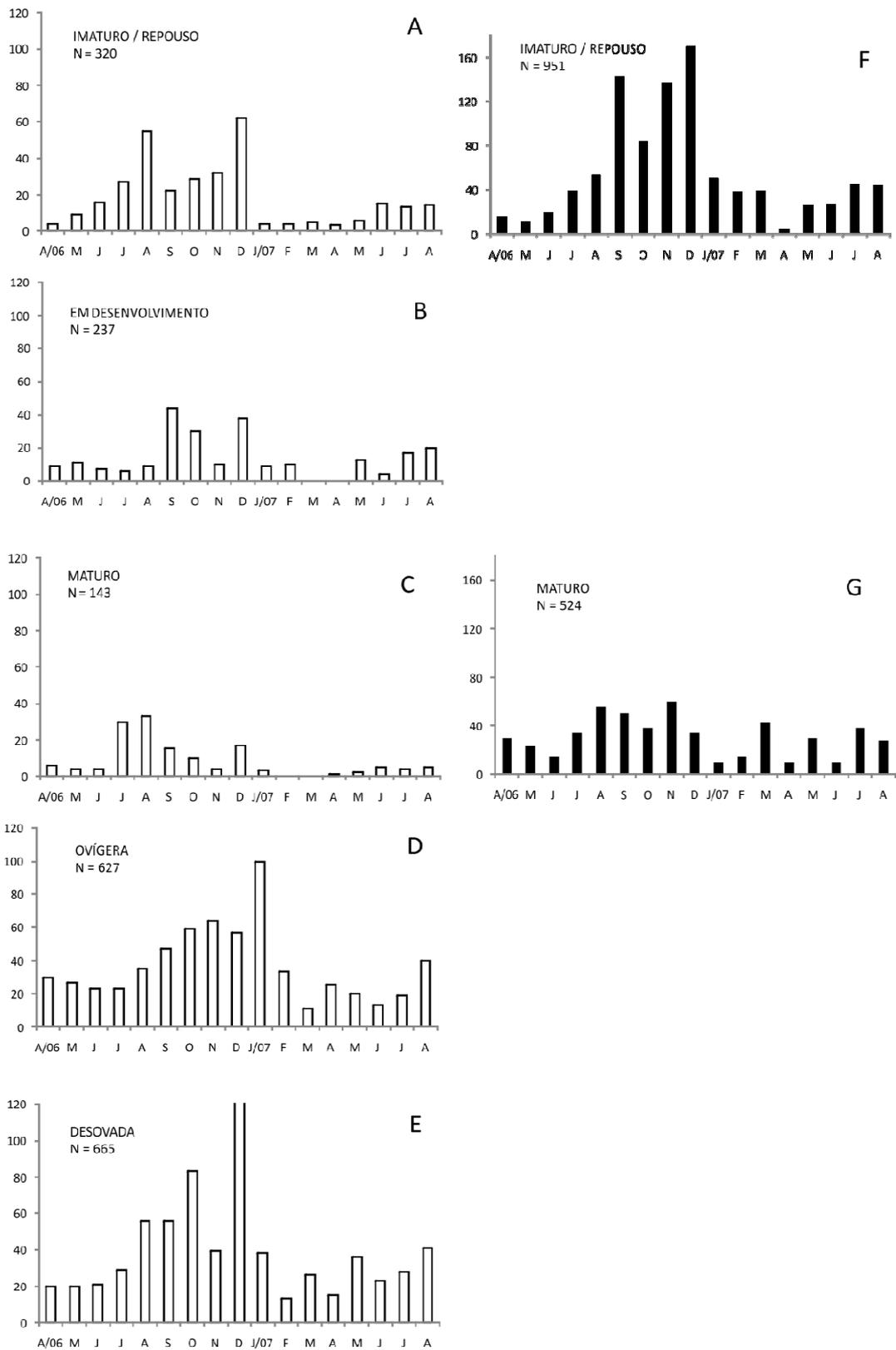


Figure 16 - Frequência dos estádios gonadais de *M. amazonicum* (Heller, 1862) (□ Fêmeas; ■ Machos) coletados em seis diferentes locais da Baía do Guajará (PA) e Ilha do Mosqueiro – de abril de 2006 a agosto de 2007.

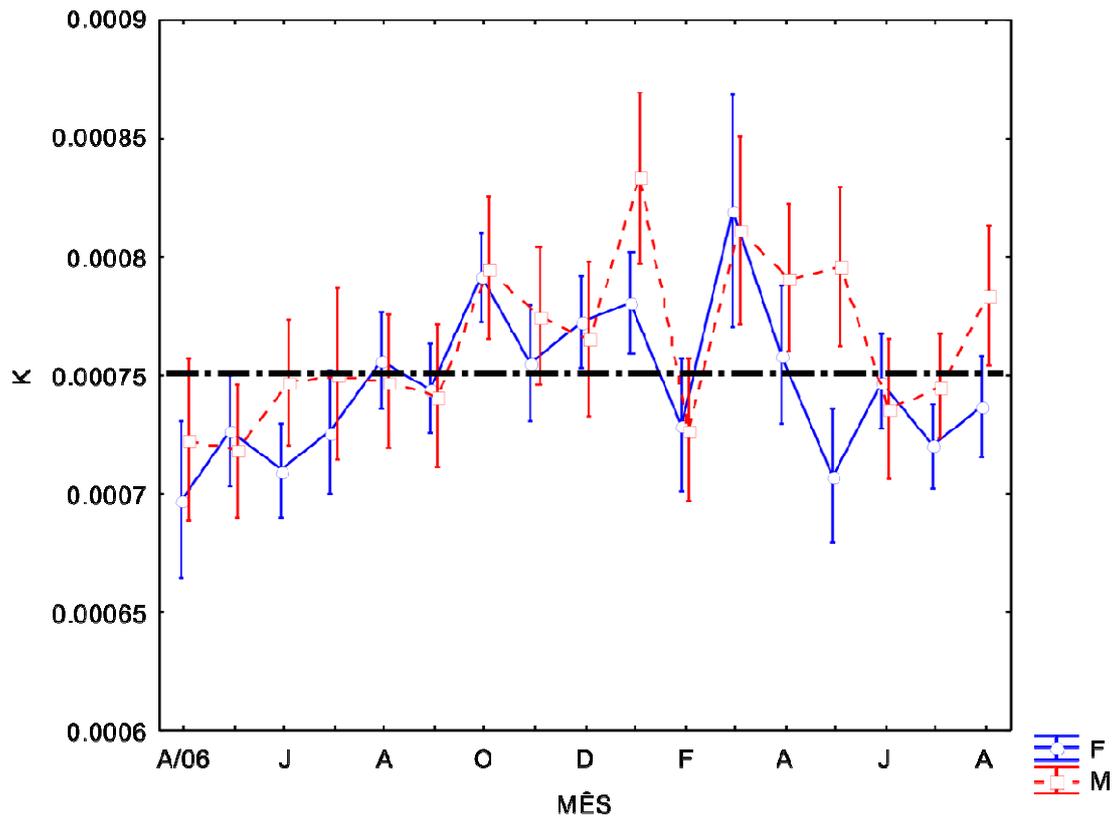


Figura 17 – Valores médios e intervalo de confiança do fator de condição (K) de *M. amazonicum* coletados na Baía do Guajará (PA) e Ilha do Mosqueiro entre abril/06 e agosto/07. F= fêmeas; M = machos.

Assim, combinando os resultados das maiores freqüências de estágios maduros, ovígeras e desovadas de fêmeas, com os picos de K e Kr, conclui-se que mesmo que a reprodução possa ocorrer ao longo de todo o ano, a desova apresenta maior intensidade em dois períodos, maio a junho para as fêmeas e julho a setembro nos machos.

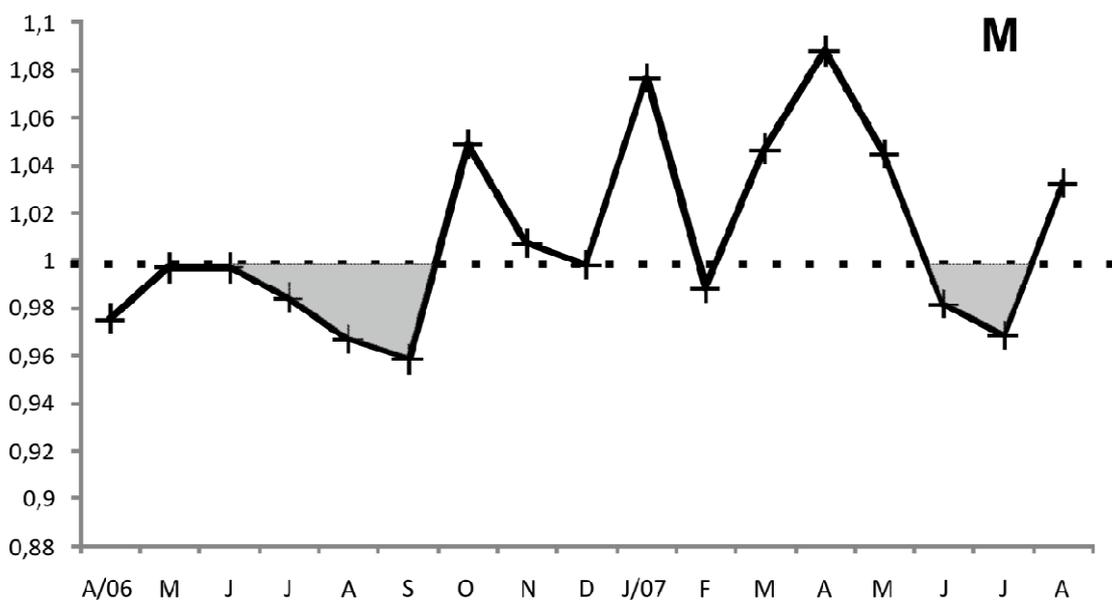
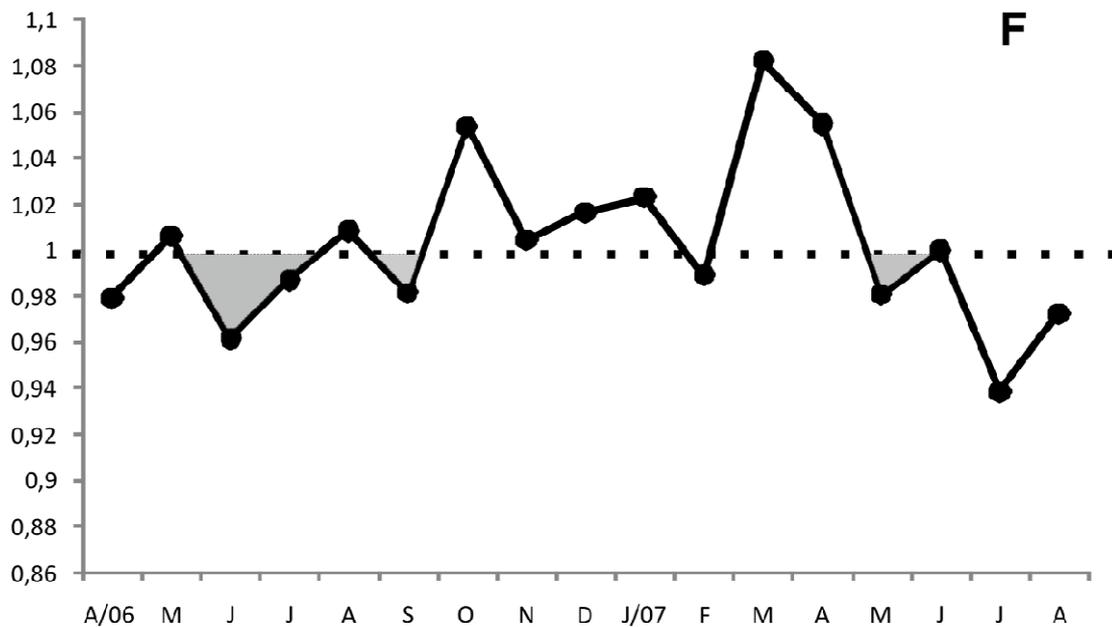


Figura 18 - Fator de condição relativo (Kr) (eixo Y) de *M. amazonicum* coletados na Baía do Guajará (PA) e Ilha do Mosqueiro entre abril/06 e agosto/07. F= fêmeas; M = machos; S.A. = sexos agrupados. As áreas hachuradas indicam um provável período de desova.

Tabela 9 – Comparativo de ocorrência dos valores de pico de quatro estádios de maturidade de fêmeas (II – em desenvolvimento; III – maturo; IV – ovígera e V – desovada) e dos valores negativos do fator de condição (K) e fator de condição relativo (Kr) de *M. amazonicum* coletados na Baía do Guajará e Ilha do Mosqueiro (PA, Brasil) no período de abril/06 a agosto/07 com inferência sobre os períodos de reprodução. TS = transição para a seca; SC = seca; TC = transição para chuvoso; CH = chuvoso.

	TS		SC					TC		CH			TS		SC		
	A/06	M	J	J	A	S	O	N	D	J/07	F	M	A	M	J	J	A
K		■				■					■			■			■
Kr		■				■	■		■		■			■			■
♀ II						■	■		■								
♀ III			■	■	■	■	■		■								
♀ IV								■	■	■	■						
♀ V				■			■		■								
Desova		■	■	■						■	■						
Recrutamento								■								■	

Local de desova

Foram encontrados espécimes adultos em todos os locais de coleta, porém, proporcionalmente, a Ilha do Arapiranga e Icoaraci responderam por pouco mais de 69% do total de fêmeas maduras capturadas, indicando uma preferência aparente destes locais para a desova (Figura 8, Tabela 3). As flutuações de K ($F=10.21$, $p<0.01$) e Kr ($F= 8.4$, $p<0.01$) foram diferentes entre os locais estudados, indicando que o 'bem-estar' dos indivíduos é maior em Icoaraci, Arapiranga e Furo das Marinhas.

Tabela 10 - Número de indivíduos (N) de *M. amazonicum* em relação ao sexo (S) (F = fêmea e M = macho) e aos estádios gonadais (EG) (IM = imaturo, ED = em desenvolvimento, MT = desenvolvido, OV = fêmea ovígera, DS = desovada) nos diferentes locais da Baía do Guajará no período de abril/06 a

agosto/07. AR = Ilha do Arapiranga, BL = Belém, CB = Ilha do Combu, FM = Furo das Marinhas, IC = Distrito de Icoaraci, MQ = Ilha do Mosqueiro. T= Total geral. Os valores destacados em negrito correspondem às fêmeas consideradas maduras.

Local	Fêmeas					Machos		Total
	IM	ED	MT	OV	DS	IM	MT	
FM	69	40	7	37	126	246	178	703
MQ	101	61	32	42	149	203	235	823
IC	126	65	82	223	268	307	227	1298
AR	96	118	43	96	275	437	190	1255
BL	153	55	44	76	155	244	140	867
CB	159	88	76	89	231	292	289	1224

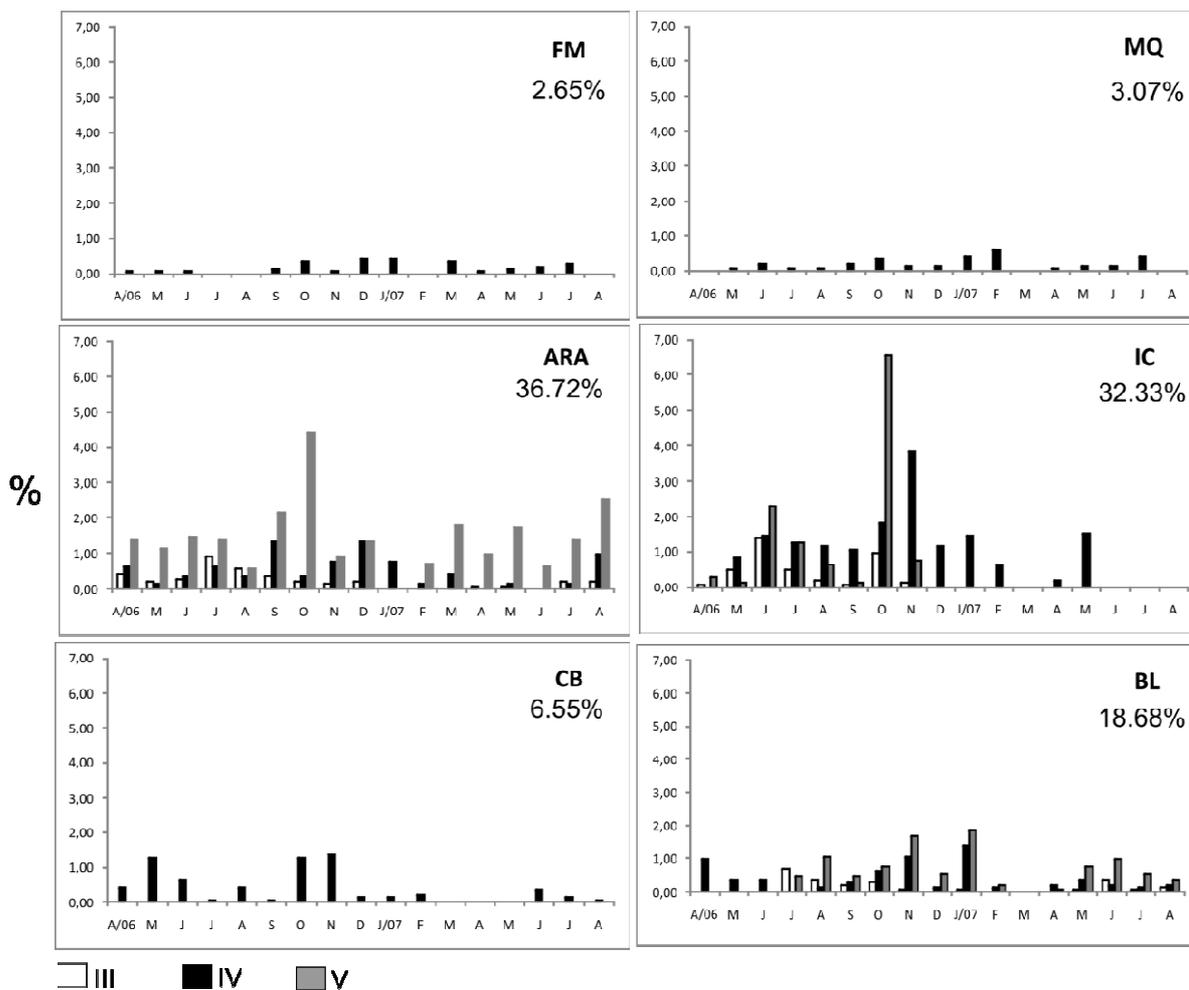


Figura 19 – Representação gráfica da freqüência (%) mensal de fêmeas maduras (estádios III, IV e V) coletados na Baía do Guajará e Ilha do Mosqueiro no período de abril/06 a agosto/07.

FM = Furo das Marinhas (Ilha do Mosqueiro), MQ = Ilha do Mosqueiro (Porto do Pelé), AR = Ilha do Arapiranga, IC = Icoaraci; CB = Ilha do Combu, BL = Belém. Os valores percentuais abaixo de cada sigla de local foram calculados em relação ao total de fêmeas adultas capturadas em todas as coletas.

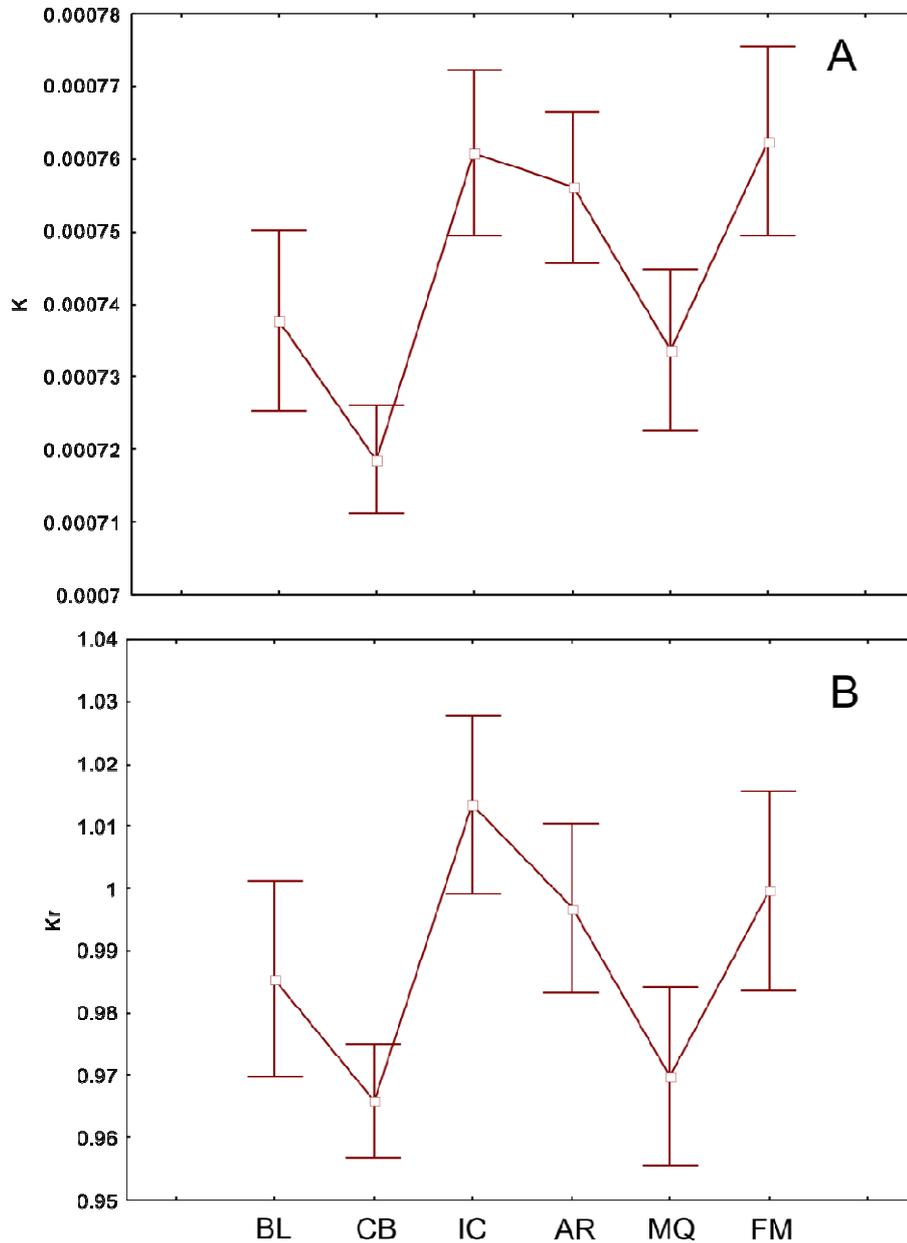


Figura 20 – Variação da média e intervalo de confiança do fator de condição (K – Figura A) e fator de condição relativo (Kr – Figura B) de *M. amazonicum* capturados entre abril/06 e agosto/07 na Baía do Guajará e Ilha do Mosqueiro. IC = Icoaraci, CB = Ilha do Combu, AR = Ilha do Arapiranga, BL = Belém, FM = Furo das Marinhas, MQ = Ilha do Mosqueiro.

DISCUSSION

A proporção sexual do camarão-da-Amazônia foi alternada ao longo de todo o período de estudo nas ilhas de entorno de Belém, corroborando com as observações de LIMA & ODINETZ COLLART (1997) em estudos com as populações do Estado de Pernambuco, Brasil. Entretanto, apesar das variações serem freqüentes, a proporção de machos é quase sempre maior nas menores classes de comprimento, acontecendo o inverso a favor das fêmeas nas classes de maior comprimento.

Aparentemente, a diferenciação entre as proporções acontece muito próximo do tamanho de primeira maturação estabelecido (classe de 11 mm de comprimento da carapaça). Este fato leva a crer que a alternância da proporção sexual esteja relacionada aos aspectos reprodutivos da espécie, isto é, a maior quantidade de fêmeas nas classes superiores ao tamanho de primeira maturação denota um tipo de adaptação para o aumento de fecundidade e do potencial reprodutivo da espécie e conseqüentemente de recrutamento da população (VAZZOLER,1996). Machos possuem uma dinâmica diferenciada, crescendo menos e apresentando maior mortalidade que as fêmeas, na vida adulta, como foi confirmado no capítulo V, de dinâmica populacional deste trabalho.

SILVA *et al.* (2002) encontrou resultados diferenciados, quase sempre a proporção de machos era superior à de fêmeas, não fazendo referência às classes de comprimento. Contudo SILVA (2006) e AZEVEDO (2004) estudando a população da Ilha do Combu também encontraram proporções quase sempre maiores de fêmeas nas suas amostras também não inferindo por classe de comprimento. No presente estudo, a maior diferença na proporção de fêmeas

em relação aos machos foi observada em Icoaraci (PA) e esta é ainda maior no período de maior pluviosidade, fator que pode estar relacionado à quantidade de matéria orgânica disponível no local, visto que é uma área de intensa deposição de esgoto industrial e doméstico, contribuindo para um aumento da proliferação de algas e detritos, principal componente da dieta de *Macrobrachium* (ALBERTONI *et al.* 2003).

Fêmeas ovígeras de *M. amazonicum* foram capturadas durante todo o período de estudo. Igualmente a outros camarões, é bem provável que cada fêmea de *M. amazonicum* mature, desove e se recupere várias vezes durante o ano, indicando reprodução contínua de acordo com o encontrado para outras áreas do litoral paraense, como citado por SILVA *et al.*(2002) para Vigia (litoral nordeste paraense), ODINETZ -COLLART (1993) para o Lago do Rei (Amazônia Central), AZEVEDO (2004) e SILVA (2006) para a Ilha do Combu. ODINETZ-COLLART (1991) expôs que na Amazônia Central, podem surgir fêmeas durante todo o ano e em uma mesma amostra, independente da estação do ano, pode-se encontrar fêmeas com os ovários em diferentes estádios de maturação. Além disso, a identificação dos estádios imaturo e em repouso é de difícil distinção no caso de camarões.

Neste estudo, diferentes estádios de maturação para machos e fêmeas foram encontrados ao longo do ano, porém, o número de fêmeas ovígeras foi maior no período chuvoso (agosto a janeiro), concordando com SILVA *et al.* (2002), SILVA (2006) e AZEVEDO (2004). PINHEIRO & HEBLING (1998) explicam que a época reprodutiva dos crustáceos decápodes de água doce está intimamente ligada ao regime das chuvas, às variações térmicas e ao fotoperíodo da região.

A quantidade de fêmeas em desenvolvimento e maduras foi inferior a de imaturas e ovígeras, indicando que este processo é muito rápido e que no período de maturação das gônadas, provavelmente estas procuram áreas ainda mais protegidas e com maiores quantidades de alimento se tornando menos vulneráveis à pesca, o que eventualmente justifica a maior captura de fêmeas em desenvolvimento e desenvolvidas na Ilha do Arapiranga que, de todos os locais estudados foi o de menor interferência antrópica, devido à menor quantidade de famílias de pescadores habitando a área (capítulo VI, neste volume). Essa aparente migração já havia sido discutida por LOBÃO & ROJAS (1985) quando afirmaram que as fêmeas maduras (com ou sem ovos nos pleópodos) realizam migrações até as águas salobras e às embocaduras dos rios, buscando locais de proteção e mais produtivos.

Os fatores no meio aquático que definem o ciclo reprodutivo ainda não são totalmente conhecidos para crustáceos, entretanto, a velocidade da correnteza da água e produção primária dos corpos d'água parecem estar associados a este fenômeno (ODINETZ-COLLART 1991). Provavelmente, assim como muitas espécies de peixes, os camarões com esta estratégia reprodutiva garantem alimento para a prole. As águas dos rios, entrando no sistema e empurrando a água salgada do mar para áreas mais distantes garantem a dispersão das larvas dos camarões dulcícolas numa área onde não há limitação dos recursos, seja o espaço (raízes de macrófitas aquáticas) ou o alimento (microorganismos associados a essas macrófitas). Adicionalmente, as larvas de *M. amazonicum* são lecitotróficas até a fase de zoés II e III, quando passam a ser zooplantotrófica (ARAÚJO & VALENTI 2007). Posteriormente, as zoés IV até IX são claramente onívoras, assim, a mortalidade ligada à

competição entre os indivíduos diminui, pois existem recursos suficientes para todos os camarões (ODINETZ-COLLART 1993). A maior quantidade de fêmeas ovígeras e 'imaturas/repouso' foram capturadas em Icoaraci, indicando novamente, a preferência dos camarões para desova e crescimento neste local do estuário.

A maior parte das fêmeas capturadas apresentava gônadas imaturas (38.4%). O fato de encontrarmos fêmeas maduras e ovígeras o ano todo justificando o ciclo reprodutivo contínuo. O tamanho de primeira maturação gonadal (L_{50}) foi estabelecido em 11.2 mm de comprimento da carapaça para fêmeas e 11.5mm para machos e sexos agrupados; extrapolando-se para o comprimento total tem-se 54.43mm para fêmeas e 55.74mm para machos e os sexos juntos. Estes valores são menores do que os encontrados por AZEVEDO (2004) para a Ilha do Combu, porém, as amostragens realizadas por este autor foram feitas a partir da compra dos espécimes oriundos da Ilha do Combu diretamente com os pescadores, o que pode ter contribuído para um vício amostral. SANTOS (1978) afirma que não há um tamanho fixo, a partir do qual os indivíduos começam a se reproduzir, mas a frequência reprodutiva de fêmeas aumenta com o tamanho, valendo-se da utilização do momento em que 50% dos indivíduos constituintes (aqui considerados machos e fêmeas agrupados) de uma população entram ativamente na fase de maturação gonadal. Certamente, o desenvolvimento de qualquer organismo depende tanto de fatores intrínsecos, como as características genéticas da população, como também de fatores extrínsecos -o ambiente (VALENTI & NEW 2000).

A identificação de 2 picos reprodutivos corrobora com BENTES *et al.*(2011, neste volume, capítulo V). Os períodos de desova identificados aqui são iguais ou antecedem em poucos meses o recrutamento encontrado pelos autores supracitados. Entretanto, no caso das fêmeas, o segundo pico de desova encontrado acontece em outubro, sendo que o recrutamento encontrados pelos autores acontece em agosto-setembro. Esta variação também confirma a intensidade contínua de reprodução desta espécie, onde recrutas entram constantemente na população.

Os maiores valores encontrados para o fator de condição relativo coincidindo com os meses de maior pluviosidade indica que a espécie parece encontrar melhores condições de crescimento e maturação das gônadas nesta época do ano no estuário estudado. Assim como encontrado por MARTINELLI (2005) para três espécies de camarões peneídeos no estuário do Rio Caeté (*F. subtilis*, *X. kroyeri* e *L. schmitti*), *M. amazonicum* também demonstrou crescimento da carapaça em escala logarítmica para os juvenis e em escala linear para os adultos ou recém-adultos. Esta diferenciação no crescimento é comum entre os crustáceos decápodes. De acordo com ENIN (1995), neste período, devido à maior disponibilidade de alimento, os espécimes conseguem obter maior quantidade de energia culminando no crescimento corporal e no desenvolvimento gonadal dos indivíduos, preparando-os para a reprodução. Após o completo desenvolvimento larval, os juvenis mudam seu modo de vida, tornando-se de hábito bentônico (associado ao fundo), onde provavelmente se tornam mais suscetíveis à captura.

A variação dos valores de K e Kr durante o ciclo reprodutivo de *M. amazonicum* mostra que ocorrem algumas superposições de seus valores

máximos com os picos de ocorrência dos adultos (estádios III, IV e V) entre os meses de outubro a abril; e de seus mínimos próximo aos picos de ocorrência de fêmeas desovadas (estádio V) no mês de dezembro ou próximo deste. Estas variações seriam explicadas pelo acúmulo e posterior gasto de reservas que ocorrem durante a maturação e desova. Diferenças no fator de condição têm sido traduzidos como reflexo de vários eventos biológicos como por exemplo os ciclos reprodutivos, assim, é uma ferramenta qualitativa importante quando não se tem parâmetros como os estágios de maturação gonadal por exemplo (ISAAC & VAZZOLER, 1983).

A ilha do Arapiranga, proporcionalmente, parece oferecer melhores condições de desova para *M.mazonicum*, o que leva a crer que a menor interferência antrópica, aliado à maior quantidade de refúgio no ecossistema contribuam para este resultado, concordando com BENTES *et al.* 2011 (no prelo, neste volume, capítulo III).

ACKNOWLEDGMENTS

Os autores agradecem aos colegas Allan Jamesson, Roberto V. Espírito-Santo, Antônio Sérgio Carvalho, Priscila Amorim Carmona, Aryane Simões, Luciana Alves de Souza, Beatriz e Renata Bentes da Silva, Charles Michel Oliveira, Leocyvan Nunes, Márcio Almeida, Gilberto Meireles, Franklin Jr., Marcelo e Emílio Bentes pelo auxílio nas coletas, transporte e triagem do material biológico e aos pescadores Sr. João Rosa (“Parau”), Marinaldo, Graça (irmã Graça) e Alan. Este trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Pará (FAPESPA) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processo nº 553125/05-2/MCT-

CNPq, Edital CT-Amazônia nº32/2005), respeitando todas as leis ambientais exigidas.

LITERATURA CITADA

ALBERTONI, E.F.; PALMA-SILVA, C. & ESTEVES, F. A. 2003. Natural diet of three species of shrimp in a tropical coastal lagoon. **Brazilian Archives of Biology and Technology** **46** (3): 395 - 403.

ARAÚJO, M. C. & VALENTI, W. C. 2007. Feeding habit of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* larvae. **Aquaculture** **265**: 187-193. doi: 10.1016/j.aquaculture.2007.01.016.

AZEVEDO, E. F. 2004. **Biologia reprodutiva do camarão regional *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda; Palaemonidae), na ilha do Combu (Belém, PA)**. Universidade Federal do Pará.

BARTHEM, R.B. 1985. Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da Baía do Marajó, Estuário Amazônico. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Zoologia** **2** (1): 49-69.

BENTES, B.S., J. M. MARTINELLI, D. V. CAVALCANTE, L. S. SILVA, M.C. ALMEIDA & V.J. ISAAC. 2011. Spatial distribution of the Amazon River shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, PA). **Brazilian Journal of Biology**. *No prelo*.

BENTES B.S., MARTINELLI, J.M. & ISAAC, V.J. 2011. Dinâmica populacional do camarão-da-Amazônia – *Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862 (Decapoda: Palaemonidae) – no estuário Guajará – Belém – PA – Brasil. *Em preparação* (capítulo V desta tese).

BENTES B.S., MARTINELLI, J.M. & ISAAC, V.J. 2011. Aspectos sociais e financeiros dos pescadores de camarão-da-Amazônia – *Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862 (Decapoda:Palaemonidae): Estudo de caso em um estuário amazônico. *Em preparação* (capítulo VI desta tese).

CARVALHO, A.C.& PEREIRA , M.C.G. 1981 Descrição dos estágios ovarianos de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Crustácea, Palaemonidae) durante o ciclo reprodutivo. **Ciência e Cultura**. 33(10): 1353-1359.

CAVALCANTE, D.V. 2008. **Biodiversidade dos crustáceos decápodos das Ilhas do entorno de Belém**. Universidade Federal do Pará.

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 (1): 17-23.

CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M. 1994 & 2001. **Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation**. 1st edition: Plymouth

Marine Laboratory, Plymouth, UK, 144p. 2nd edition: PRIMER-E, Plymouth, UK, 177pp [832].

CORDEIRO, C. A. 1987. **Estudo da salinização do estuário do Rio Parána trecho Belém – Mosqueiro**. Universidade Federal do Pará.

ENIN, U.I.,1995. First estimate of growth, mortality and recruitment parameters of *Macrobrachium macrobrachium* Herklots, 1851 in the Cross River estuary. **Dana** 11(1). 29-38pp. doi: 10.1016/SO165-7836(98)00161-1.

GREGÓRIO, A. M. S. & MENDES, A. C. 2009. Characterization of Sedimentary deposits at the confluence of two Tributaries of the Pará River Estuary (Guajará Bay, Amazon). **Continental Shelf Research** 29: 609-618. doi:10.1016/j.csr.2008.09.007

ISAAC -NAHUM, V. J. & VAZZOLER, A.E.A. DE M. Biologia reprodutiva de *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Teleostei, Scianidae), 1. Fator de condição como indicador do período de desova. **Boletim do Instituto Oceanográfico** 32(1): 63-69.

ISMAEL, D. & NEW, M.B. 2000. Biology. In: New, M.B., Valenti, W.C. (Eds). **Freshwater Prawn Culture: the Farming of *Macrobrachium rosenbergii***. Blackwell, Oxford. 18-40.

KUTTY, M. N., HERMAN, F., MENN, H.L. 2000. Culture of other prawn species. In: New, M. B. & Valenti, W. C. (Ed.) **Freshwater Prawn Culture: The farming of *Macrobrachium rosenbergii***. Blackwell, Oxford. 393-410.

LE CREN, E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology** **20**: 201-219.

LIMA, J.S. & ODINETZ-COLLART, O. 1997. Ecologia do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Palaemonidae) no açude Poço da Cruz (Ibimirim). In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 10: 378 – 384.

LOBÃO, V.L. & ROJAS, N.E.T. 1985. Camarões de água doce da coleta ao cultivo à comercialização. São Paulo: Ícone. 11-30.

LUCENA-FRÉDOU, F.; ROSA-FILHO, J. S.; SILVA, M. C. N.; AZEVEDO, E. F. 2010. Population dynamics of the river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (DECAPODA, PALAEMONIDADE) on Combu island (Amazon Estuary). **Crustaceana** **83** (3) :277-290.

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.

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.

MARTINELLI, J. M. 2005. Estrutura populacional dos camarões Penaeidae no estuário do Rio Caeté, litoral Norte do Brasil. Universidade Federal do Pará. Belém.

MORAES-RIODADES, P.C. & VALENTI, W.C. 2004. Morphotypes in male Amazon River prawns, *Macrobrachium amazonicum*. **Aquaculture** 236: 297-307.

MOREIRA, E. 1966. **Belém e sua expressão geográfica**. Belém: Imprensa Universitária. 212p.

ODINETZ COLLART, O. 1991. Strategie de reproduction de *Macrobrachium amazonicum* en Amazonie Centrale (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). **Crustaceana** 61(3): 253 – 270.

ODINETZ COLLART, O. 1987. La pêche crevettière de *Macrobrachium amazonicum* (Palaemonidae) dans le Bas-Tocantins, apres la fermeture du barrage de Tucuruí (Brésil). **Revista de Hydrobiologia Tropical** 20(2): 134-144.

ODINETZ COLLART, O. & MAGALHÃES, C. 1994. Ecological constraints and life history strategies of Palaemonidae Prawns in Amazonia. **Verhandlungen Internationale Vereinigung fur theoretische und angewandte limnologie** **25** : 2460-2467.

ODINETZ COLLART, O. & MOREIRA, L. C. 1993. Potencial pesqueiro de *Macrobrachium amazonicum*, na Amazônia Central (Ilha do Carneiro) variação da abundância e do comprimento. **Amazoniana** **3** (4): 399-413.

PAIVA, R.S.; ESKINAZI-LEÇA, E.; PASSAVANTE, J.Z.O.; SILVA-CUNHA, M.G.G. & MELO, N.F.A.C. 2006. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi** **1**(1): 133-146.

PINHEIRO, M.A.A. & HEBLING, N.J. 1998. Biologia de *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879).In: Valenti, W.C. **Carcinicultura de água doce. Tecnologia para produção de camarões**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 21-46.

RIBEIRO FILHO, J. B. G. 1988. Aspectos do aparelho do camarão pitú, *Macrobrachium carcinus* (L). Universidade Federal do Ceará.

SANTOS, E. P. 1978. **Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura**. São Paulo: HUCITE/EDUSP. 129p.

SILVA, M. C. N. 2006. Dinâmica populacional do camarão cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) da Ilha do Combu – Belém – Pará. Universidade Federal do Pará.

SILVA, K. C.; 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 1** (2): 41-73.

SILVA, G. M. F.; FERREIRA, M. A. P.; VON LEDEBUR, E. I. C. F. & ROCHA, R. M. 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.

StatSoft, Inc. (2007). STATISTICA (data analysis software system), version 7.
URL: www.statsoft.com

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

VAZZOLER, A. E. M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá – PR. 169p.

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.

WILLIAMSON, D. L. 1972. Larval development in a marine and freshwater species of *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae). **Crustaceana** 3 (23): 282-298.

Legends of figures

Figure 21 - Localização dos locais de coleta de camarões no período de maio/2006 a agosto/2007 em um estuário do Pará. Os códigos se referem aos locais de coleta, sendo MQ = Ilha do Mosqueiro (Porto do Pelé); FM = Furo das Marinhas (Ilha do Mosqueiro); AR = Ilha do Arapiranga; IC = Icoaraci; BL = Belém; CB = Ilha do Combu.

Figure 22 – Esquema do ciclo reprodutivo de fêmeas de *Macrobrachium amazonicum*. Adaptado de ISAAC & VAZZOLER, 1983.

Figure 23 - Proporção sexual (Fêmeas: n=4471 / Machos: n=4181) de *Macrobrachium amazonicum* em relação aos meses de coleta. O χ^2 acima corresponde àquele calculado entre as freqüências absolutas de fêmeas (incluindo as ovíferas) e machos em relação aos valores esperados para cada grupo, em relação ao total de indivíduos. Os meses destacados com * apresentam diferença significativa entre a proporção de fêmeas e machos. F=fêmeas, M=machos, FA = freqüência absoluta.

Figure 24 - Porcentagem de *M. amazonicum* em relação ao estágio gonadal dos camarões adultos (estágios 'em desenvolvimento', 'desenvolvido' e 'desovado' para fêmeas e 'desenvolvido' para machos) no período de maio de 2006 a junho de 2007 em um estuário da Amazônia brasileira. CC – comprimento da carapaça (mm).

Figure 25 - Freqüência dos estádios gonadais de *M. amazonicum* (Heller, 1862) (□ Fêmeas; ■ Machos) coletados em seis diferentes locais da Baía do Guajará (PA) e Ilha do Mosqueiro – de abril de 2006 a agosto de 2007.

Figura 26 – Fator de condição (K) de *M. amazonicum* coletados na Baía do Guajará (PA) e Ilha do Mosqueiro entre abril/06 e agosto/07. F= fêmeas; M = machos; S.A. = sexos agrupados.

Figura 27 - Fator de condição relativo (Kr) de *M. amazonicum* coletados na Baía do Guajará (PA) e Ilha do Mosqueiro entre abril/06 e agosto/07. F= fêmeas; M = machos; S.A. = sexos agrupados.

Figura 28 – Representação gráfica da frequência (%) mensal de fêmeas adultas (estádios III, IV e V) coletados na Baía do Guajará e Ilha do Mosqueiro no período de abril/06 a agosto/07. FM = Furo das Marinhas (Ilha do Mosqueiro), MQ = Ilha do Mosqueiro (Porto do Pelé), AR = Ilha do Arapiranga, IC = Icoaraci; CB = Ilha do Combu, BL = Belém. Os valores percentuais abaixo de cada sigla de local foram calculados em relação ao total de fêmeas adultas capturadas em todas as coletas.

Figura 29 – Variação dos valores médios (erro e desvio padrão) do fator de condição (K – Figura A) e fator de condição relativo (Kr – Figura B)) de *M. amazonicum* capturados entre abril/06 e agosto/07 na Baía do Guajará e Ilha do Mosqueiro. IC = Icoaraci, CB = Ilha do Combu, AR = Ilha do Arapiranga, BL = Belém, FM = Furo das Marinhas, MQ = Ilha do Mosqueiro.

Legend of tables

Table 11: Proporção sexual mensal e total do camarão-da-Amazônia – *M. amazonicum* (Heller, 1862) – capturado no estuário Guajará (PA) entre os meses de abril de 2006 e agosto de 2007.

* = significativo em nível de 5%; $X^2_{0.05} = 3.841$. F = fêmeas; M = machos; N = número de indivíduos; % = percentual calculado entre as frequências absolutas em relação ao total de indivíduos.

Table 12 - Número de camarões-da-Amazônia capturados por classe de comprimento (de 2 em 2 mm) da carapaça (CC em milímetros) e sexo nos locais de coleta da Baía do Guajará (locais

agrupados) entre os meses de abril/2006 e agosto/2007. Os valores de X^2 destacados com * se referem àqueles estatisticamente significativos ao nível de 5%.

Table 13 - Número de indivíduos (n), mínimo (Mín.), máximo (Máx.), média (Méd.), e desvio padrão (DP) do comprimento da carapaça de *Macrobrachium amazonicum*, em relação aos estádios gonadais (IM-imaturo, ED-em desenvolvimento, DE-desenvolvido, OV-ovígera e DS-desovado) coletados no estuário amazônico entre abril/2006 e agosto/2007.

Tabela 14 - Número de indivíduos (N), média (Méd) e desvio padrão (DP) do comprimento da carapaça de *M. amazonicum* em relação ao sexo (S) (F = fêmea e M = macho) e aos estádios gonadais (EG) (IM = imaturo, ED = em desenvolvimento, DE = desenvolvido, OV = fêmea ovígera, DS = desovada) nos diferentes locais da Baía do Guajará no período de abril/06 a agosto/07. AR = Ilha do Arapiranga, BL = Belém, CB = Ilha do Combu, FM = Furo das Marinhas, IC = Distrito de Icoaraci, MQ = Ilha do Mosqueiro. T= Total geral.

CAPÍTULO III

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA - *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (DECAPODA, CARIDEA, PALAEMONIDAE) EM DOIS CANAIS PERENES DE UM ESTUÁRIO DA COSTA NORTE DO BRASIL (BAÍA DO GUAJARÁ, BELÉM, PARÁ)



Artigo aceito para publicação no periódico **BRAZILIAN JOURNAL OF BIOLOGY** ISSN: 1519-6984 em 26 de outubro de 2010. Previsão de publicação: Novembro de 2011 (volume 71.4). Carta de aceite no [anexo 5](#).

**SPATIAL DISTRIBUTION OF THE AMAZON RIVER SHRIMP
MACROBRACHIUM AMAZONICUM (HELLER, 1862) (DECAPODA,
CARIDEA, PALAEMONIDAE) IN TWO PERENNIAL CREEKS OF AN
ESTUARY ON THE NORTHERN COAST OF BRAZIL (GUAJARÁ BAY,
BELÉM, PARÁ)**

Bentes, BS.; Martinelli, JM.; Souza, LS.; Cavalcante, DV.; Almeida, MC. and Isaac, VJ.*

Instituto de Estudos Costeiros IECOS - Universidade Federal do Pará (UFPA) –

Campus de Bragança. Alameda Leandro Ribeiro, s/n CEP: 68600-000

Bragança – Pará – Brazil

Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo de Recursos Aquáticos. Av.

Perimetral, nº 2651 CEP: 66077-530 Belém – Pará – Brazil

*E-mail: bianca@ufpa.br

(with 5 figures)

Short title: Spatial distribution of *M. amazonicum* in estuary on northern coast of Brazil

Palavra-chave: canais-de-maré, *Macrobrachium*, camarão-da-Amazônia, estuário

Keywords: creek, *Macrobrachium*, Amazon River prawn, estuary

ABSTRACT

**SPATIAL DISTRIBUTION OF THE AMAZON RIVER SHRIMP
MACROBRACHIUM AMAZONICUM (HELLER, 1862) (DECAPODA,
CARIDEA, PALAEMONIDAE) IN TWO PERENNIAL CREEKS OF AN
ESTUARY ON THE NORTHERN COAST OF BRAZIL (GUAJARÁ BAY,
BELÉM, PARÁ)**

Macrobrachium amazonicum is the most frequently consumed freshwater crustacean by river communities of the Amazon. Despite its relative abundance and vast knowledge on the species through data on cultivated specimens, little is known regarding its biology in the natural environment, especially its use of creeks that are strongly influenced by the tide. Specimens of *Macrobrachium amazonicum* were collected in September 2006 (dry season) and March 2007 (rainy season) from two perennial creeks of the Guajará Bay in the state of Pará (northern Brazil), using traps similar to the *matapis* used by local fishermen to identify the spatial distribution of the species. Shrimps of all sizes use the tidal creeks in both seasons, including for breeding purposes. The greatest abundance of the species occurred in headwater areas and in the dry season. It is suggested that abundant allochthonous organic matter and the preference for protected areas may explain the abundance and breeding activity of this species in the headwaters of the creeks.

RESUMO

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA –
MACROBRACHIUM AMAZONICUM (HELLER, 1862) (DECAPODA,
CARIDEA, PALAEMONIDAE) EM DOIS CANAIS PERENES DE UM**

ESTUÁRIO DA COSTA NORTE DO BRASIL (BAÍA DO GUAJARÁ - BELÉM, PARÁ, BRASIL)

Macrobrachium amazonicum é o crustáceo dulcícola mais freqüentemente consumido pelas populações ribeirinhas da Amazônia. Entretanto, apesar de sua relativa abundância e vasto conhecimento da espécie a partir de dados de cultivo, pouco se conhece sobre sua biologia no ambiente natural, especialmente quanto à forma de utilização de canais fortemente influenciados pelas marés. Amostras desse camarão foram coletadas em setembro/06 (período seco) e março/07 (período chuvoso), em dois canais perenes da Baía do Guajará, Pará, utilizando armadilhas (matapis) como as utilizadas pelos pescadores locais para identificar a distribuição espacial dos organismos. Os canais de maré são utilizados por camarões de todos os tamanhos nas duas estações do ano, inclusive para a reprodução. A maior abundância de indivíduos da espécie foi encontrada no período seco, nas áreas à montante dos canais. Postula-se que a abundante matéria orgânica alóctone e a busca de locais protegidos podem ser os fatores que explicam a concentração da abundância e da atividade reprodutiva nas áreas à montante dos canais.

INTRODUCTION

Macrobrachium shrimps are widely distributed in both tropical and subtropical regions. In South America, this genus is found in rivers that drain into the Atlantic (New, 1980; Romero, 1982) and inhabits either brackish or freshwater environments, from estuaries to rivers of all orders and lateral streams, including grassland lakes (Magalhães, 1985; Odinetz Collart, 1991). Species of *Macrobrachium* have continuous breeding, which is reported to be more intensive in the rainy season in the Central Amazon (Odinetz Collart,

1991). While there are as yet no records on the sites these species seek for breeding purposes, they are known to exhibit differentiated breeding strategies adapted to the most diverse environments. For instance, females may produce a large amount of small eggs which have several larval stages which are planctonic (Magalhães and Walker, 1988).

The Amazon River shrimp, *Macrobrachium amazonicum*, exhibits different breeding patterns throughout the Amazon River and its tributaries. The regulation of its reproductive cycle by gonad maturation control mechanisms may or may not be associated to external body changes, such as the male morphotypes defined by Moraes-Riodades and Valenti (2004). Such differences seem to be related to variations in the discharge of the rivers and primary production in these sites (Odinetz-Collart and Magalhães, 1994).

The Amazon River shrimp is widely caught and commercialized in the region of the islands nearby Belém and it serves as a major (and sometimes only) source of animal protein for local residents. Despite its economic value and cultural importance as an ingredient in regional recipes, management of the species is nearly non-existent due, among other reasons, to the gaps in the knowledge regarding its biology and fishing efforts in the natural environment.

Studies on the horizontal distribution of the Amazon River shrimp and its reproductive activity are mainly limited to riverbeds (Rodríguez, 1982; Valenti et al., 1989; Odinetz-Collart, 1991; Odinetz-Collart and Moreira, 1993; Silva et al., 2002; Vieira, 2003; Santos et al., 2006; Silva et al., 2007; Sampaio et al., 2007; Sampaio et al., 2008; and others). However, the species is often caught in tidal creeks that may or may not connect directly to the rivers. Creeks are defined here as bodies of water that communicate with rivers or streams of the same

river, locally denominated 'igarapés' . The creeks of the islands of Guajará Bay near the city of Belém are perennial and are influenced by tide. In some cases, these creeks make no connections to other bodies of water and the extremity is formed by a narrow expanse of water that is normally non-navigable, even at high tide. The species *M. amazonicum* is caught in these narrow creeks, but the function of these environments for the species is unknown.

The aim of the present study was to characterize the horizontal distribution of *M. amazonicum* in tidal creeks in Guajará Bay (northern Brazil).

MATERIALS AND METHODS

Guajará Bay (Figure 1) is located to the west of the city of Belém (state of Pará, Brazil). The Guamá and Moju Rivers flows into this bay, along with enormity large number of small streams influenced by the tide. The bay is narrow and elongated, compressed between the mainland and the islands of Combu, Onças, Arapiranga and Cotijuba. It connects to Marajó Bay and, more to the north, to Mosqueiro Island and the district of Outeiro pertaining to the city of Belém (Moreira, 1966) (Figure 1).

High turbidity is one of the main characteristics of the Guajarino estuary due to the large amount of suspended matter, giving the water a muddy, greenish-yellow appearance, which hinders the penetration of light. Average rainfall is 2831 mm.year⁻¹, ranging from 127.43 mm.month⁻¹ in the drier season to 309.62 mm.month⁻¹ in the rainy season (ANA, 2007). In the drier season, the waters of the lower course of the estuary become brackish (Cordeiro, 1987) due to the influence of the semi-diurnal oceanic tides

Specimens of *M. amazonicum* were caught in two perennial creeks of Guajará Bay: Tamanduaquara Creek (Figure 1c), located on Mosqueiro Island,

to the north of the bay; and Combu Creek, located on Combu island, to the south of Guajará Bay (Figure 1d). Both creeks are approximately 4 Km in length, are navigable and are located near the city of Belém, which is the largest urban center in the region. However, creek has no yet been greatly affected by human activities and both are considered relatively unpolluted (Viana et al., 2010).

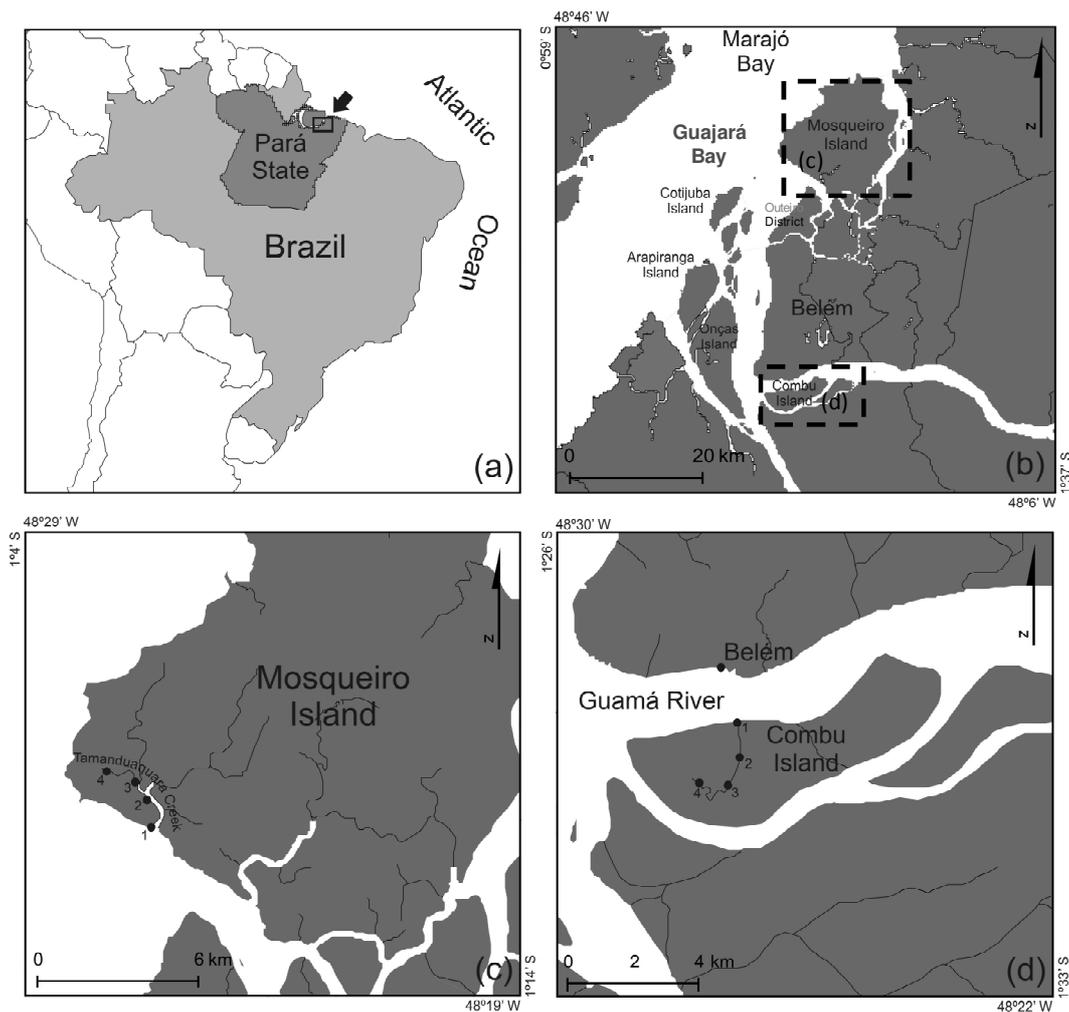


Figure 30- Study region highlighting main islands in Guajará Bay (b), Tamanduaquara Creek (c) and Combu Creek (d); regions highlighted with dashed line in (b) seen in greater detail in (c) and (d)

Specimens of *M. amazonicum* were caught with the aid of traps known locally as *matapis*, which are the main gear used by local fishermen targeting this resource. The traps were made with thin strips of the palms 'juba' (*Astrocaryum* spp and *Arix* spp) or 'jupati' (*Raphia vinifer*), tied with a strip of vine and forming a cylindrical trap closed at one end in the form of a funnel. This trap can also be made with polyethylene bottles (PET), in which the ends are closed using the upper parts of the bottle (Figure 2A).

Four sets of six traps were tied to the banks of each creek [two large (L), two medium-sized (M) and two small (S) traps]. L and M traps were made with strips of wood from palm plants and S traps were made from PET bottles. The sets of traps were arranged alternately on the right and left bank of each creek at a distance of approximately 1 Km between sites from the mouth to the headwater of the creek (Site A, B, C, D), totaling 24 traps distributed along 4 km of each creek (Figure 2B). S and M traps were baited with a meal made from babassu (*Orbignya speciosa*) wrapped in aninga leaves (*Montrichardia linifera*). L traps were baited with pieces of fish.

Sampling was carried out concomitantly in both tidal creeks in September 2006 (dry season) and March 2007 (rainy season) during one tide cycle (12 h), beginning and ending with the low tide under a waning moon 48 hours prior to the new moon. Water temperature and salinity were recorded for each site in each study period.

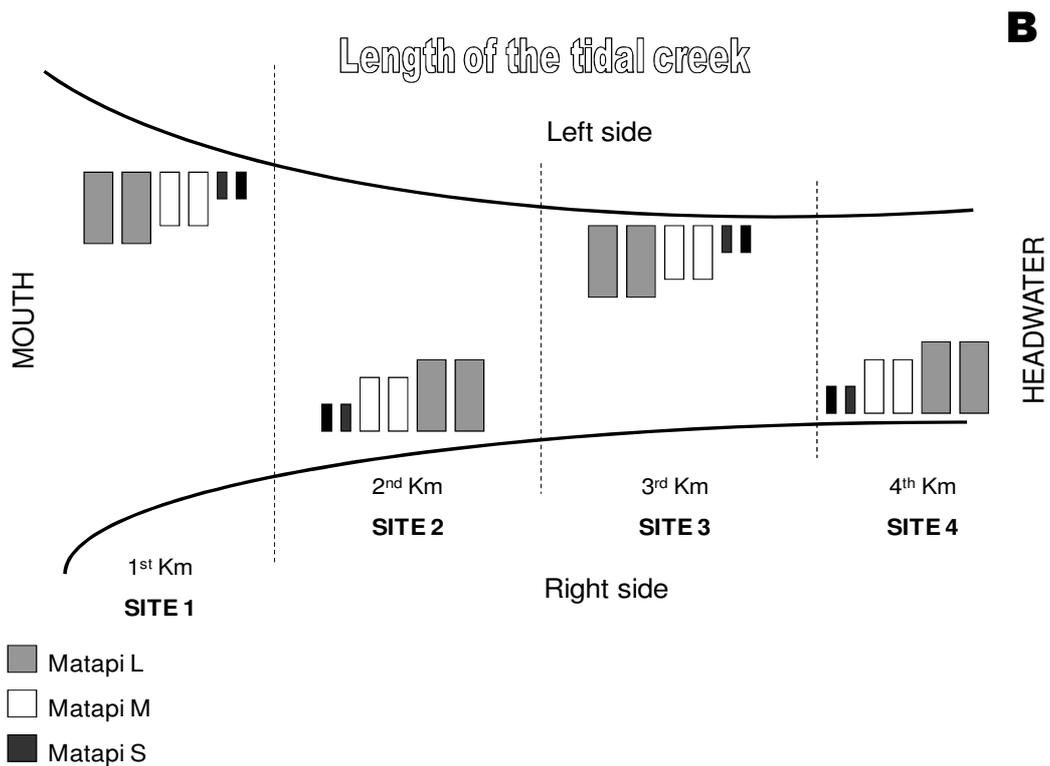
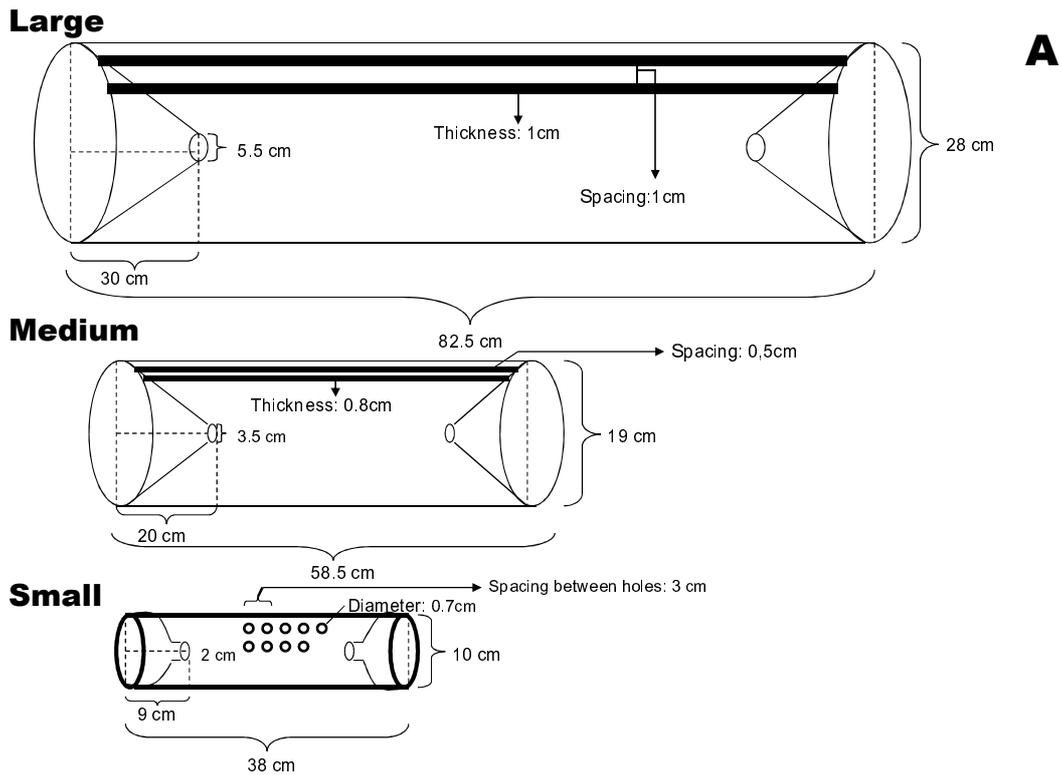


Figure 31- A – Schematic of sampling units used in two creeks of Guajará Bay, Pará, Brazil; large (L) and medium-size (M) traps made with wooden strips and small (S) traps made with polyethylene bottles; B – schematic of positioning of traps in Combu and Tamanduaquara

Creeks in Guajará Bay; although represented side by side, the traps were actually arranged randomly within the area corresponding to each sampling site

At the end of the 12-h period, the traps were removed and the shrimps caught were placed in labeled plastic bags and transported to the laboratory in thermal chests with crushed ice. Abundance was estimated by the estimated catch per unit of effort. Total length (L_t – measured in mm from the anterior portion of the rostrum to the posterior portion of the telson), carapace length (L_{cr} – measured in mm from the posterior portion of the orbit to the posterior extremity of the carapace) and total weight (W in g) were recorded. Sex was determined by an examination of the endopodite morphology of the second pair of pleopods, as proposed by Ismael and New (2000). Stages of morphological gonad maturation were identified macroscopically. Five stages of maturation were recorded for females (I- immature; II- maturing; III- mature; IV- with eggs in pleopods; and V- spawned), based on coloring, size, location and appearance of the ovary observed by transparent carapace adapted by Carvalho and Pereira (1981) and Chaves and Magalhães (1983). Two stages of maturation were recorded for males (I- immature and II- mature), based on coloring and size of the testes descriptions adapted from Ribeiro Filho (1988).

Absolute abundance in the samples was considered proportional to density of the creek. The linear regression equation was established ($Y=bX+a$) between L_{cr} and L_t and the coefficient of determination (r^2) was subsequently calculated. Mean abundance, length and weight were compared separately between seasons, sampling sites and maturation stages using either analysis of variance (ANOVA; $\alpha = 0.05$) or the Kruskal-Wallis test as the data did not present normal distribution, even after undergoing transformations. Bar graphs

were constructed for the visual comparison of the absolute abundance distribution of gonad maturation stages between seasons and collection sites. The sex proportion was determined per season and collection site and compared between seasons and among sites using the chi-square test (χ^2 ; $\alpha = 0.05$) according to Zar (1996).

RESULTS

The Tamanduaquara and Combu Creeks are representative of those frequently found in the Guajará Bay, with a gradual narrowing in width at greater distances from the mouth (approximately 10 m at the mouth and less than 2 m at the headwaters). The breadth of the creek ranges from three to 10 m in the dry and rainy season, respectively (above the high tide line). These creeks are shallow, ranging from a few centimeters to about four m in depth, and have a muddy bottom. Water temperature ranges from 25° C to 28° C in the dry and rainy season, respectively. Salinity ranges from 8 to 0‰ in the dry and rainy season, respectively.

A total of 1019 shrimps were caught, among which *M. amazonicum* accounted for 95%. The other 5% were made up of *Macrobrachium surinamicum*, *M. carcinus*, *M. acanthurus* and *M. rosenbergii*.

Specimens of *M. amazonicum* occurred throughout the length of both creeks and in both collection periods. Mean abundance of individuals (with sexes pooled) was statistically different between periods (September>March; $F_1 = 724.6$; $p < 0.01$) and sampling sites (D>C>B>A; $F_3 = 145.1$; $p < 0.01$), indicating that the species seeks more distant sites from the mouth of the creek. There were no differences in abundance with regard to sex ($F_1 = 0.02$; $p > 0.05$). There were also no differences in abundance between creeks ($F_1 = 0.22$; $p > 0.05$),

demonstrating that both bodies of water offer similar conditions for explaining the distribution of *M. amazonicum*.

The individuals caught had a carapace length ranging from 4.22 mm to 29 mm and weight ranging from 0.04 g to 7.25 g. Both the smallest and largest specimens were caught in September (Table 1). The linear regression equation between Lcr and Lt was $Lt=9.3944 + 4.0223.Lcr$ ($R^2=0.88$) for pooled sexes, thereby establishing positive allometric growth ($b>1$). General mean carapace length was 12 mm for pooled sexes, 12.7 mm for females and 11.3 for males, corresponding to a mean total length of 57.6 mm, 60.5 mm and 54.8 mm, respectively. There were no statistically significant differences in mean lengths between creeks ($F_1=2.37$, $P>0.05$), seasons ($F_1=1.5$, $p>0.05$) or sampling sites ($F_3=0.66$; $p>0.05$). Females were significantly larger than males ($F_1=38.42$; $p<0.01$).

Table 15- Number of specimens caught, carapace length (Lcr, mm), body weight (W, g), minimum, maximum, mean and quartile (Q, 75% and 25%) values by sex in *Macrobrachium amazonicum* collected from Combu and Tamanduaquara Creeks in September 2006 and March 2007

sex	SEPTEMBER		MARCH	
	Lcr	W (g)	Lcr	W (g)
♀	N	472	30	
	Min	4.22	0.04	6.73
	Max	29.00	36.7	18.17
	Mean	12.31	2.86	11.86
	75% Q	14.21	2.1	14.72
	25% Q	9.88	0.81	8.86
♂	N	458	56	
	Min	6.33	0.13	6.53
	Max	28.23	15.14	18.25
	Mean	10.81	1.18	11.34
	75% Q	11.65	0.66	12.7
	25% Q	9.12	1.28	10.08

The proportion of males to females was statistically different from the expected (1:1). A greater number of males occurred in sites near the mouth of the creeks in March and a greater number of females occurred in sites near the headwaters in September (Table 2).

Table 16- Number of male (M) and female (F) Amazon river shrimps caught at sampling sites in Guajará Bay (pooled sites) in September 2006 and March 2007; χ^2 values with asterisk are statistically different at 5% level

Month	Site	F	M	♀ : ♂	χ^2
March	1	14	30	1:2	5.82*
	2	3	13	1:4	6.25*
	3	3	9	1:3	3.00
	4	10	9	1:0.9	0.05
September	1	224	234	1:1.04	0.22
	2	131	117	1:0.8	0.79
	3	62	71	1:1.2	0.61
	4	55	36	1:0.6	3.97*

Among the total number of *M. amazonicum* caught, the gonad maturation stage was determined for 990 specimens. The difference in the number of female individuals per maturation stage was only statistically significant for mature individuals in September, when such individuals were more abundant ($F_1=11.86$; $p<0.01$). Visually, the frequency of the maturation stages indicates that females in all stages of development occurred in both seasons. However, Stages I (immature) and II (maturing) occurred more in the dry season (September). Stages III (mature), IV (with eggs adhered to pleopods) and V (spawned) were proportionally better represented in the rainy season (March).

Males were found in the mature stage in both seasons, with a statistically significant difference only regarding the abundance of mature specimens, which was greater in September ($F_1=8.182$; $p<0.05$) (Figure 3). Based on the occurrence of female maturation stages, the results demonstrate that, despite the apparent greater reproductive intensity in the rainy season, spawning occurs in both seasons.

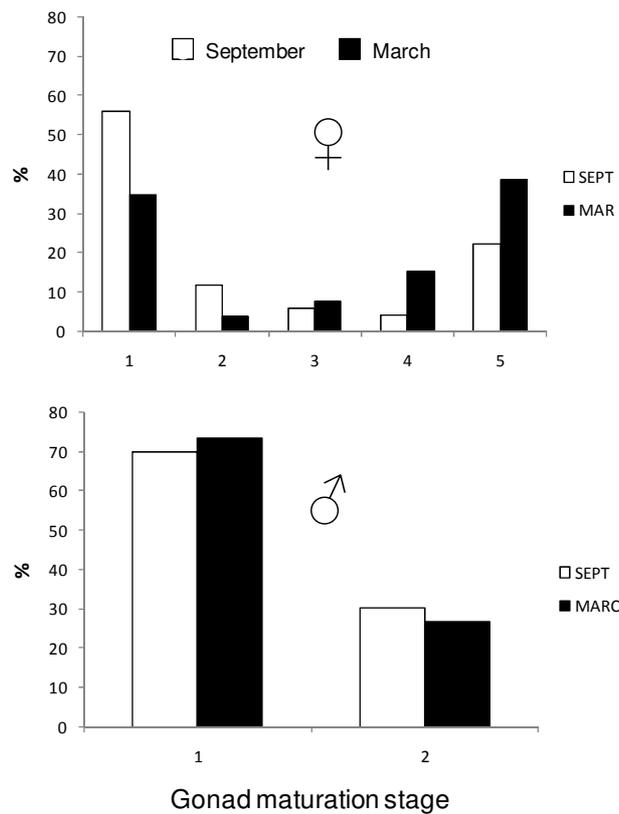


Figure 3- Relative percentage of number of *M. amazonicum* females and males per gonad maturation stage in Combu and Tamanduaquara Creeks in September 2006 and March 2007 in Guajará Bay

Pooling the data from both seasons, Figure 4 illustrates the distribution of female maturation stages from the mouth to the headwaters of the creeks. The sites farthest from the mouth had a greater abundance of individuals in advanced stages of maturation or spawned. For males, this tendency was

observed in the dry season. Males in both maturation stages were found in all four sites of the creeks during the local high tide (Figure 5).

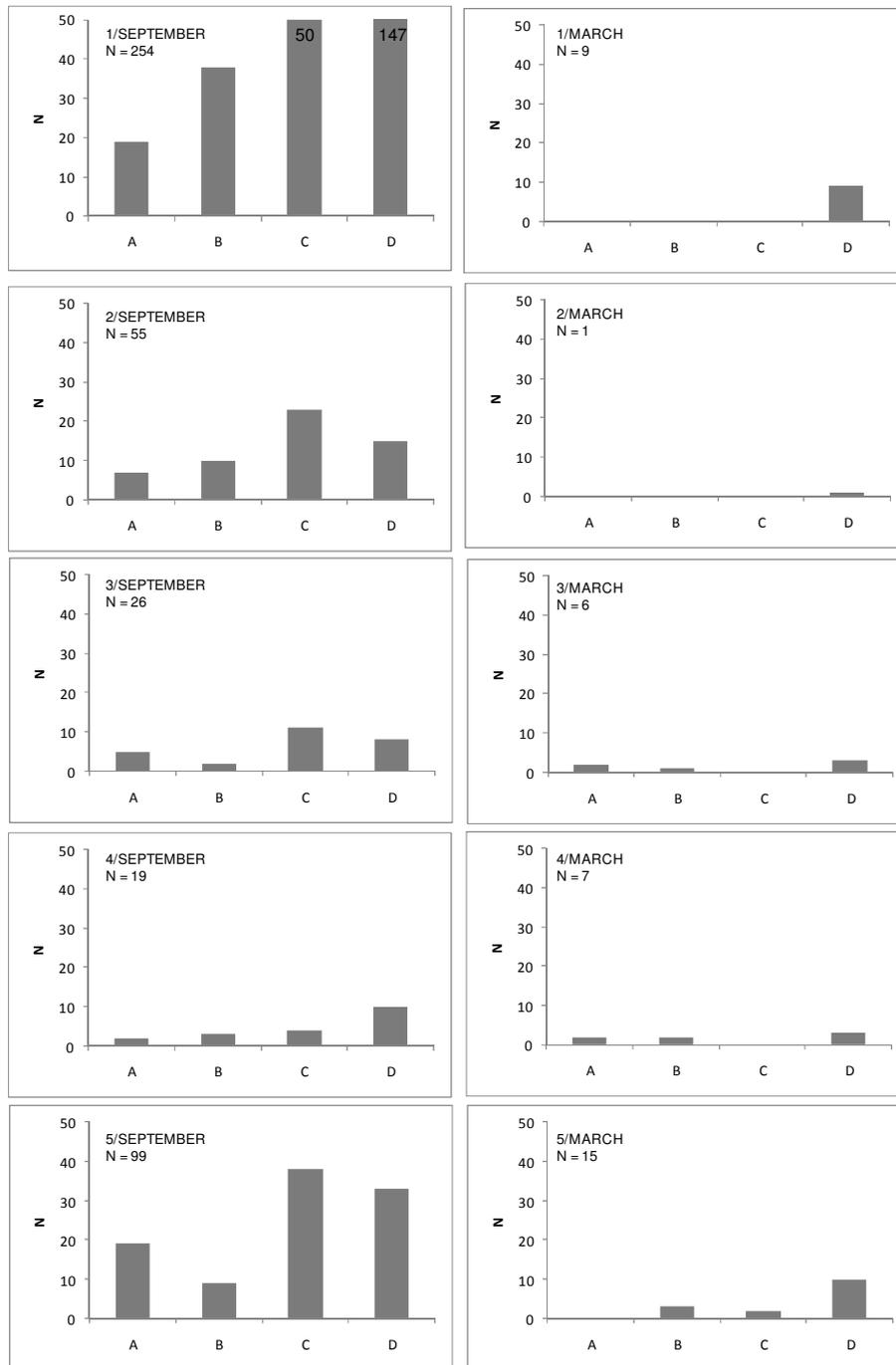


Figure 4- Frequency of occurrence of *M. amazonicum* female gonad maturation stages (I, II, III, IV and V) at four sampling sites (A, B, C and D) in Combu and Tamanduaquara Creeks in September 2006 and March 2007; abundance represented on different scales

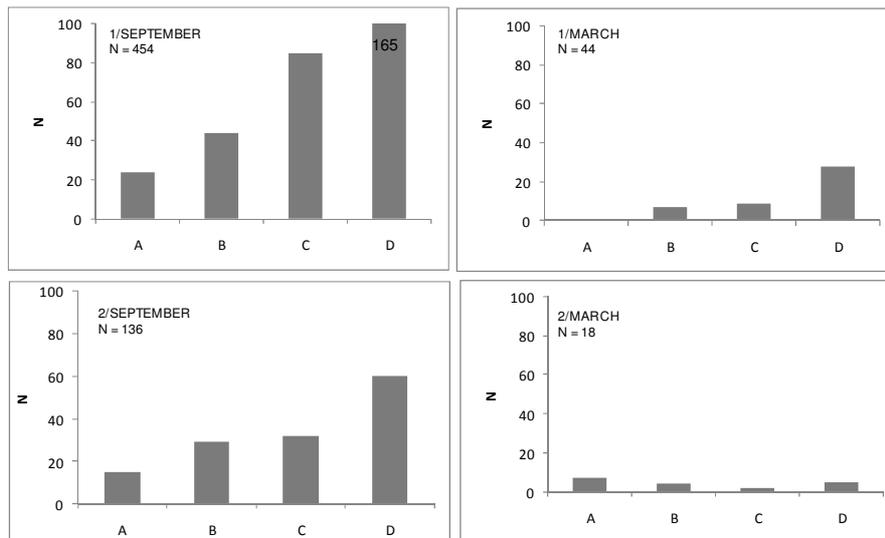


Figure 5- Frequency of occurrence of *M. amazonicum* male gonad maturation stages (I and II) at four sampling sites (A, B, C and D) in Combu and Tamanduaquara Creeks in September 2006 and March 2007; abundance represented on different scales

DISCUSSION

The abundance of *M. amazonicum* was evident in the catches performed in the present study in small tidal creeks of Guajará Bay, demonstrating that this type of environment is favorable to the species. Based on the official data from the Brazilian environmental agency (IBAMA, 2007) on the volume of shrimps landed by fisheries targeting crustaceans alone (124 t), the Amazon River shrimp is one of the most abundant resources in Amazonian rivers (Odinetz-Collart, 1987; Moraes-Riodades et al. 1999). However, there has been a reduction in the availability of this resource in Guajará Bay, perhaps due to a lack of management measures (Silva et al., 2006). Its wide distribution in both creeks and large rivers with strong outflow and its considerable tolerance to different environmental conditions, including brackish water, indicate that the species has a tremendous adaptation capacity (Araújo and Valenti, 2007;

Odinetz-Collart, 1991), which makes it suitable for extensive farming (Moraes-Riodades et al., 1999).

. This abundance may be associated to the greater availability of food sources in Guajará Bay, as the *Macrobrachium* spp and *Potimirim* are predatory and based on algae (Brito et al., 2006) and small tidal creeks accumulate a large amount of detritus (Peres, 1999) and high primary productive (Ribeiro et al., 2009; Paiva et al., 2006). Thus, the increase in abundance at sites farther from the mouth of the creek could be understood as a consequence of the large amount of sediment carried by the rivers of the Amazon region, which are then transported by the high tide and accumulate in the headwaters of these creeks. Moreover, the more internal sites of the creeks may offer greater opportunities for refuge from predation. Predators of *M. amazonicum*, such as adult *Plagioscion squamosissimus* (Bennemann et al., 2006) and *Ageneiosus ucayalensis* (Mrona et al., 2001), would have greater difficulty reaching the innermost portions of the creeks due to the shallow depths and large amount of vegetation debris on the bottom. Thus, the innermost sites offer greater protection to *M. amazonicum*, particularly during breeding periods.

Production stemming from the surrounding forest, which is deposited in the waters and on the bottom of tidal creeks, offers a large diversity of habitats and important sources of food for the numerous aquatic species that inhabit these ecosystems. In turn, aquatic macroinvertebrates, such as *M. amazonicum*, are the main organisms responsible for transforming organic particulate matter into smaller particles, which gives these organisms the denomination of shredders (Merrit and Lawson, 1992). Through the process of decomposition – metabolic breaking down of organic matter into simple organic

and inorganic compounds and subsequent release of energy –, the material becomes available for use by different biological communities. Thus, the catches at sites farther from the mouth of the creeks in the present study may have been more productive because these environments provide greater efficiency with regard to the vital processes of the species, such as feeding, breeding and refuge from predators.

The presence of the Amazon River shrimp in the creeks sampled was constant throughout the year. The greater number of individuals caught in the drier season may be related to a greater ease in catching specimens with the same fishing effort. However, the gradational reduction in areas of refuge and the slight increase in water temperature and salinity in the dry season directly affect the composition and abundance of species of river shrimp (Welcomme, 1985).

The mean size of the specimens in the present study (5.5 cm for females, 5.7 cm for males and 6 cm for sexes pooled) was similar to that reported by Silva (2006) for catches performed in the Guamá River on the margins of Combu Island (6.3 cm for sexes pooled, 6.5 cm for females and 6 cm for males) and in the Guajará-Mirim River in the municipality of Vigia (Pará, Brazil) (7.2 cm for males, 7.75 cm for females and 7.5 cm for sexed pooled) (Silva, 2002). According to Valenti (1987), Silva (2002) and Flexa et al. (2005), male adult freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* generally reach larger sizes than females. In the present study, however, the females had a larger mean carapace length, even though the largest individual was a male. According to Silva (2006), males that reach larger total lengths than females are caught with greater frequency, whereas the less aggressive females likely seek

more protected areas. Thus, the largest individuals are removed in greater numbers, with smaller individuals remaining for recruitment.

Coelho and Santos (1993) have suggested that the number of specimens caught and their male to female proportions in a particular area of occurrence are likely related to the phases of the reproductive process; females aggregate in breeding grounds and are therefore more subject to capture when fishing is carried out in such areas. The present study corroborates this pattern, as the proportion of females to males in areas farthest from the mouth of the creeks was greater than 1:1. Borges (2003), Silva (2002) and Montoya (2003) recorded proportions of 1♂:3.36♀, 2.4♂:1♀ and 1♂:2♀, respectively, for *M. amazonicum* in catches on riverbeds.

Regarding ovigerous females, the smallest specimen was caught on Combu Island and had a total length of 3.35 cm (extrapolating the Lcr measurement of 7.9 mm), which is close to the length described by Silva (2002) in the municipality of Vigia (Lt=2.5 cm), but smaller than that reported by Silva (2006) in larger creeks on Combu Island (5.2 cm). These results suggest that tidal creeks are favorable to breeding and attract females of all sizes.

According to Valenti (1984), river shrimps of the genus *Macrobrachium* have continuous or periodic reproduction and a long breeding season is also common (with a number of months in which spawning is more intensive) (Valenti et al., 1986). Studies on the reproductive intensity of *Macrobrachium amazonicum* in Guajará Bay are scarce. One exception is the study by Silva et al. (2006), who found that the species did not exhibit displacement of the position of the modes or mean length of the individuals caught throughout the

year, likely due to continuous reproduction, which promotes the continuous entrance of recruits in the population.

The existence of a reproductive peak in some species of the genus *Macrobrachium* is evident in the hottest season of the year in locations with temperate climates, as described by Valenti et al. (1986), Dugan and Frakes (1972) and Dugan et al. (1975). No reproductive peak was found in the present study, probably due to the more stable climate in tropical environments. Although there was a greater proportion of females in Stages IV (with eggs adhered to the pleopods) and V (spawned) in the rainy season (March), females in Stages III (mature), IV (with eggs) and V (spawned) also occurred in high numbers in the drier season (September).

In several species of decapod crustaceans, gonad maturation and egg laying are not controlled only by endogenous mechanisms and are strongly related to favorable conditions, such as the availability of food sources (Shokita, 1973; Walker and Ferreira, 1985; Magalhães and Walker, 1988; Wong, 1989). This is particularly evident when species with seasonal reproduction patterns are submitted to controlled laboratory conditions and spawn throughout the year (Carvalho, 1978). Thus, it appears that the tidal creeks of Guajará Bay offer favorable breeding conditions in both the rainy and drier season.

In a study on the same species in the Central Amazon, Odinetz-Collart (1991) found that two factors favor gonad development: water current speed and primary production. This particularity also seems to explain the number of individuals – many of which were ready for breeding – found in the tidal creeks, where there is high productivity and slow currents.

The lesser abundance of ovigerous females in many studies involving catches carried out on riverbeds in the Amazon region underscores the finding that breeding individuals prefer more protected areas, such as small branches of rivers and creeks, where the incubation of the eggs and, consequently, reproductive success are better ensured (Ismael and New, 2000). This may also explain the greater proportion of males at the mouths of the creeks and females in the headwaters.

Considering the rapid growth in human populations and the process of urbanization on the banks of these bodies of water due to their proximity to the city of Belém, which is the largest metropolis in the region (more than one million inhabitants), there is a need for conservation measures directed at small tidal creeks and streams, such as those studied in the present investigation. This exponential population growth contributes toward the degradation of water quality, the deforestation of river banks and a reduction in environments that are favorable to the reproductive success of *M. amazonicum* as well as other species of shrimps and aquatic resources found in these ecosystems (Torres, 2010).

Acknowledgments

The authors are grateful to researchers Roberto V. Espírito-Santo M. Sc., Antônio Sérgio Carvalho M. Sc., Priscila Amorim Carmona, M.Sc., Allan Jameson Silva de Jesus M.Sc., Charles Michel Oliveira, Leocyvan Nunes, Gilberto Meireles and scholars João Segundo, Renata, Beatriz and Emílio Bentes for assistance in the sampling, transport and sorting of the biological material; to the fishermen Mr. João Rosa (*'Parau'*) and Marinaldo; and to the

Brazilian Funding agency Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico for funding this study (process nº 553125/2005-2) and awarding the first author a doctoral grant. All procedures were conducted with authorization from the Brazilian environmental agency (Protocol IBAMA/MMA nº02018.00729/06-36).

REFERENCES

ARAÚJO, MC. and VALENTI, WC., 2007. Feeding habit of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* larvae. *Aquaculture*, nº 265, p. 187-193

ANA – Agência Nacional das Águas. Brasília-DF. Available at <http://www.ana.gov.br>; Accessed December 3, 2007.

BENNEMANN, ST., CAPRA, LG., GALVES, W. and SHIBATTA, OA., 2006. Dinâmica trófica de *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes, Sciaenidae) em trechos de influência da represa Capivara (rios Paranapanema e Tibagi). *Iheringia, Série Zoologia*, nº 96, p. 115-119.

BORGES, MS., 2003. Distribuição, abundância e biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) e *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no Açude de Público de Rômulo Campos, Itiúba – Bahia. 2003. Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Bahia, Salvador. [Graduation monograph].

BRITO, EF., MOULTON, TP., SOUZA, ML. and BUNN, SE. 2006. Stable isotope analysis indicates microalgae as the predominant food source of fauna in a coastal forest stream, south-east Brazil. *Austral Ecology*, nº 31, 623-63

CARVALHO, HA., 1978. Ciclo sexual de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Crustacea, Decapoda): relações com fatores abióticos e

ciclo de intermudas. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo. [PhD thesis]

CARVALHO, HAC. and PEREIRA, MCG., 1981. Descrição dos estágios ovarianos de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Crustacea, Palaemonidae) durante o ciclo reprodutivo. *Ciência e Cultura*, vol. 33, nº 10, p. 1353-1359.

CHAVES, PTC. and MAGALHÃES, C., 1983. O desenvolvimento ovocitário em *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae), camarão dulcícola da região Amazônica. *Acta Amazonica*, vol. 23, nº 1, p. 17-23.

COELHO, PA. and SANTOS, MCF., 1993. Época da reprodução do camarão rosa, *Penaeus subtilis*, Pérez-Farfante, 1967 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) na região de Tamandaré, PE. *Boletim Técnico-Científico do CEPENE*, vol. 1, nº 1, p. 57-72.

CORDEIRO, CA., 1987. Estudo da salinização do estuário do Rio Pará no trecho Belém – Mosqueiro. Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA. Belém. [Master Dissertation].

DUGAN, CC. and FRAQUES, TA., 1972. Culture of brackish-freshwater shrimp *Macrobrachium acanthurus*, *M. carcinus* and *M. ohione*. *World Mariculture Society*. United States. 7 p.

DUGAN, CC., HAGOOD, RW., and FRAKES, TA., 1975. Development of spawning and mass larval rearing techniques for brackish-freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae). *Florida Marine Research Publication*, vol. 12, p.1-28.

FLEXA, CE., SILVA, KCA., ARNAUD, J., CINTRA, IHA., and PORTO, VM., 2005. Morfometria do camarão-cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) no município de Cametá/Pará. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca*, 14. Electronic abstracts . CD-ROM.

IBAMA, 2007. Estatística da Pesca 2005. Brasil. Grandes regiões e estados da federação. Brasília. Available at:: www.ibama.gov.br/recursos_pesqueiros.

ISMAEL, D. and NEW, MB., 2000, Biology. In: M. B. New, W. C. Valenti (eds.), *Freshwater prawn culture*. Blackwell, Oxford, p. 18-40.

MAGALHÃES, C. 1985. Desenvolvimento larval obtido em laboratório de palaemonídeos da região amazônica. I – *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda). *Amazoniana*, vol. 9, nº 2, p. 247-274.

MAGALHÃES, C. and WALKER, I., 1988. Larval development and ecological distribution of Central Amazonian palaemonid shrimps (Decapoda, Caridea). *Crustaceana*, nº 55, p. 279-292.

MÉRONA, B., SANTOS, GM., and ALMEIDA, RG., 2001. Short term effects of Tucuruí Dam (Amazonia, Brazil) on the trophic organization of fish communities. *Environmental biology of fishes*, nº 60, p. 375–392.

MERRIT, RW. and LAWSON, DL., 1992. The role of leaf litter macroinvertebrates in stream – floodplain dynamics. *Hydrobiologia*, nº 248, p. 65-77.

MONTEIRO, MDR., MELO, NFAC., ALVES, MAMS.and PAIVA, RS. 2009. Composição e distribuição do microfitoplâncton do Rio Guamá no trecho entre Belém e São Miguel do Guamá, Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Ciências naturais*, vol. 4, nº 3, p. 341-351.

MONTOYA, JV., 2003. Freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* associated with roots of *Eichhornia crassipes* (Water Hyacinth) in the Orinoco Delta (Venezuela). Porto Rico: Mayagüez. *Caribbean Journal of Science*, vol. 39, nº 1, p. 155-159.

MORAES-RIODADES, PMC., VALENTI, WC., PERALTA, ASL. and AMORIN, MDL., 1999. Carcinicultura de água doce no estado do Pará: situação e perspectivas. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca*, 11. Recife. Printed abstracts.

MORAES-RIODADES, PC. and VALENTI, WC., 2004. Morphotypes in male Amazon River prawns, *Macrobrachium amazonicum*. *Aquaculture*, nº 236, p. 297-307.

MOREIRA, E., 1966. *Belém e sua expressão geográfica*. Belém: Imprensa Universitária.

MOREIRA, LC. and ODINETZ-COLLART, O., 1993. Migração vertical nictemeral das larvas de *Macrobrachium amazonicum* num lago de várzea da Amazônia Central, Ilha do Coreiro, Brasil. *Amazoniana*, vol 12, nº 3 / 4. P. 385-398.

NEW, MB., 1980. El potencial del cultivo de *Macrobrachium* en Latinoamérica. *Revista Latinoamericana de Acuicultura*, vol. 6, nº 1, p. 25-37

ODINETZ-COLLART, O., 1987. La pêche crevettière de *Macrobrachium amazonicum* (Palaemonidae) dans le Bas-Tocantins après la fermeture du barrage de Tucuruí (Brésil). *Revista de Hidrobiologia Tropical.*, vol. 20, nº 2, p. 131-144.

_____, 1991. Strategie de reproduction de *Macrobrachium amazonicum* em Amazonie Centrale (Decapoda, Caridae, Palaemonidae). *Crustaceana*, vol. 61, nº 3, p. 253-270.

ODINETZ-COLLART, O. and MAGALHÃES, C., 1994. Ecological constraints and life history strategies of palaemonid prawns in Amazonia. *Verhandlungen Internationalen Vereinigung fur Theoretische und Angewandte Limnologie*, nº 25, p. 2460-2467.

ODINETZ-COLLART, O. and MOREIRA, LC., 1993. Migração vertical nictemeral das larvas de *Macrobrachium amazonicum* num lago de várzea na Amazônia Central, Ilha do Careiro, Brasil. *Amazoniana*, vol. 3, nº 4, p.385-389.

PAIVA, RS., ESKINAZI-LEÇA, E., PASSAVANTE, JZO., SILVA-CUNHA, MGG. and MELO, NFAC. 2006. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da Baía do Guajará e foz do Rio Guamá, Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Ciências naturais*, vol.1, nº 2, p. 133-146.

PERES, AC., 1999. A comunidade zooplanctônica em um canal de maré, no estuário do rio Caeté, município de Bragança, Pará, Brasil. Universidade Federal do Pará. [Master Dissertation].

RIBEIRO-FILHO, JBG., 1988. Aspectos do aparelho reprodutivo do camarão pitú, *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. [Graduation monograph].

RODRÍGUEZ, G., 1982. Fresh-water shrimps (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Orinoco basin and the Venezuelan Guayana. *Journal of Crustacean Biology*, nº 2, p. 378-391.

- ROMERO, M.E. 1982. Preliminary observation on potential of culture of *Macrobrachium amazonicum* in Venezuela. In NEW, M. B. (ed). *Giant prawn farming*. Amsterdam, Elsevier, p. 411-416.
- SAMPAIO, CMS., SILVA, RR., SANTOS, JA. and SALES, SP., 2007. Reproductive cycle of *Macrobrachium amazonicum* females (Crustacea, Palaemonidae). *Brazilian Journal of Biology*, vol. 67, nº 3, p. 551-559.
- SAMPAIO, CMS., SOARES-FILHO, AA., ARAÚJO-NETO, M P., FEITOSA, LS., SILVA, LP.and CHAVES, EC., 2008. Conteúdo do trato digestório de *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae) capturado em ambiente natural. *In: Abstracts of Aquaciência 2008*. Maringá.
- SANTOS, JA., SAMPAIO, CMS. and SOARES-FILHO, AA., 2006. Male population structure of the Amazon river prawn (*Macrobrachium amazonicum*) in a natural environment. *Nauplius*, vol. 14, nº 2, p. 55-63.
- SHOKITA, S., 1973. Abbreviated larval development of the fresh-water prawn *Macrobrachium shokitai* Fujino et Baba (Decapoda, Palaemonidae) from Iriomote Island of the Ryukyus. *Annotationes Zoologicae Japonenses*, vol. 46, nº 2, p. 111-126.
- SILVA, KCA., 2002. Aspectos da bioecologia do camarão cascudo, *Macrobrachium amazonicum* Heller, 1962 (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no município de Vigia-Pará-Brasil. Centro agropecuário da Universidade Federal do Pará – UFPA. Belém. [Master Dissertation].
- SILVA, KCA., SOUZA, RAL. and CINTRA, IHA., 2002. Espécies de camarões capturadas em áreas estuarinas no município de Vigia-Pará-Brasil. *Boletim Técnico-Científico do CEPNOR*, vol. 2; nº 1; p.81-96.

SILVA, MN., 2006. Dinâmica populacional do camarão cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). Centro Agropecuário da Universidade Federal do Pará. Belém. [Master Dissertation].

SILVA, MN., FRÉDOU, FL. and ROSA-FILHO, JS., 2007. Estudo do crescimento do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1863) da Ilha de Combu, Belém, Estado do Pará. Amazônia, Ciência & Desenvolvimento, vol. 2, nº 4, p. 85-104.

TORRES, DG., 2010. A comunidade íctica e a atividade pesqueira em uma ilha do complexo estuarino amazônico, Ilha das Onças – Barcarena – Pará. Universidade Federal do Pará. [Master Dissertation].

VALENTI, WC., 1984. Estudo populacional dos camarões de água doce *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Palaemonidae). Universidade de São Paulo. USP. São Paulo.[Master Dissertation].

VALENTI, W., 1987. Comportamento reprodutivo de camarões de água doce. In *Anais de ecologia*, nº. 5, p. 195-202.

VALENTI, WC., MELLO, JTC.and LOBÃO, VL., 1986. Dinâmica da reprodução de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Ciência e Cultura*. Vol. 38, nº 7, p. 1256-1262.

VALENTI, WC., MELLO, JTC. and LOBÃO, VL., 1989. Fecundidade em *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) do Rio Ribeira do Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Zoologia*., vol 6, nº 1, p. 9-15.

- VIANA, AP., FRÉDOU, FL., FRÉDOU, T., TORRES, MF. and BORDALO, A., 2010. Fish fauna as an indicator of environmental quality in an urbanised region of the Amazon Estuary. *Journal of Fish Biology*, nº 76, p. 467-486.
- VIEIRA, IM., 2003. Bioecologia e pesca do camarão, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) no Rio Amazonas, AP. Brasília, Universidade de Brasília. [Master Dissertation].
- WALKER, I. and FERREIRA, MJN., 1985. On the population dynamics and ecology of the shrimp species (Crustacea, Decapoda, Natantia) in the Central Amazonian river Tarumã-Mirim. *Oecologia*, nº 66, p. 264-270.
- WELCOMME, RL., 1985. River fisheries. *F.A.O. Fisheries Technical*, nº 262, p. 1-330.
- WONG, JT.Y. 1989. Abbreviated larval development of *Macrobrachium hainanense* (Parisi 1919) reared in laboratory (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). *Crustaceana*, vol. 56, nº 1, p.18-30.
- ZAR, JH. 1996. Bioestatistical analysis. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall.

CAPÍTULO IV

DENSIDADE E RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA *Macrobrachium* *amazonicum* (Heller, 1862) EM UM ESTUÁRIO AMAZÔNICO - COSTA NORTE DO BRASIL



Artigo elaborado e editado (exceto o alinhamento à esquerda e fonte Times new Roman tendo em vista a padronização do *layout* de apresentação desta tese) para publicação no periódico **ZOOLOGIA** *An international journal for Zoology* ISSN: 1984-4670 (impresso) e 1984-4689 (online).

**Abundância e relações morfométricas do camarão-da-Amazônia –
Macrobrachium amazonicum (Heller, 1862) – em um estuário amazônico -
Costa Norte do Brasil**

Bianca Bentes; Jussara M. Martinelli & Victoria Isaac

Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo dos Recursos Aquáticos, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Av. Perimetral, 2651 Terra Firme, Belém, PA – Brazil CEP 66077-530. E-mail: bianca@ufpa.br; jussara@ufpa.br

Instituto de Estudos Costeiros – IECOS, Universidade Federal do Pará, Alameda Leandro Ribeiro, s/n Aldeia, Bragança, PA – Brazil CEP 68600-000.

Corresponding author:

Bianca Bentes

Universidade Federal do Pará

Instituto de Ciências Biológicas

Av. Perimetral, 2651

CEP: 66077-530 Belém-Pará Brasil

Fax number: 00 55 91 32740599

Electronic mail address: bianca@ufpa.br

ABSTRACT. In monthly collections in the Amazon estuary and Mosqueiro Island (Pará - Brazil) between April/06 and August/07 was found that is an important area to the development of *M. amazonicum* since there are a significant number of young and adults in a year whose abundance is significantly higher during dry season. Icoaraci was the site of major contribution in the total specimens, relating to this productivity of the large amount of organic matter. This study recorded the largest specimen of *M. amazonicum* already

collected, cited by comparing the available scientific literature. The individual was a female captured in Combu island with 44.72 mm carapace length or total length of 18.45 cm. The relationship of body mass (g) vs carapace length (mm) for males, females and both sexes, showed negative allometry, which may be associated with the gonadal maturation cycle of the species. All other morphometric relationships showed positive allometry.

KEY-WORDS. *Macrobrachium amazonicum*, oligohaline estuary, Decapoda.

RESUMO. A abundância de *M. amazonicum* de coletas mensais no estuário amazônico e Ilha do Mosqueiro (Pará – Brasil) entre abril/06 e agosto/07, foi verificado que o local citado é propício ao desenvolvimento de *M. amazonicum* uma vez que há um expressivo número de jovens e adultos ao longo do ano cuja abundância é significativamente maior no período seco. Icoaraci foi o local de grande contribuição no total de espécimes capturados, relacionando-se esta produtividade à grande quantidade de matéria orgânica em suspensão. Neste estudo foi registrado o maior espécime de *M. amazonicum* já coletado, comparando ao citado pela literatura científica disponível. O indivíduo foi uma fêmea capturada na Ilha do Combu com 44.72 mm de comprimento da carapaça ou 18.45 cm de comprimento total. As relações massa corporal (g) vs comprimento da carapaça (mm) para machos, fêmeas e sexos agrupados, tiveram alometria negativa, o que pode estar associado ao ciclo de maturação gonadal da espécie. Todas as demais relações morfométricas, apresentaram alometria positiva.

PALAVRAS-CHAVE. *Macrobrachium amazonicum*, estuário oligohalino, Decapoda.

INTRODUÇÃO

Camarões *Macrobrachium* são amplamente distribuídos nos mais diversos ambientes aquáticos tropicais e subtropicais de água doce e salobra do mundo. No Brasil, estas espécies são largamente utilizadas em cultivos extensivos devido a sua flexibilidade biológica (VALENTI, 1984,1993; BIALETZKI *et al.*, 1997).

Na Amazônia, *Macrobrachium amazonicum* é o principal camarão de água doce explorado comercialmente pela pesca artesanal e consumido nos estados do Pará e Amapá (ODINETZ-COLLART, 1987) onde responde por rendimentos significativos para a região (BENTES *et al.* 2011c). Apesar disso, estudos sobre a bioecologia do camarão-da-Amazônia são pontuais (BENTES *et al.*, 2011a).

Mesmo reconhecendo a importância ecológica e econômica desta espécie no litoral amazônico, a história de vida das populações de *M. amazonicum* que habitam áreas mais costeiras, ainda é pobremente compreendida (MACIEL & VALENTI, 2009; BENTES *et al.*, 2011b, capítulo V). Particularmente, na Baía do Guajará, excetuando-se os trabalhos publicados por SILVA *et al.* (2009) e LUCENA-FRÉDOU *et al.* (2010), que analisaram a histologia das gônadas e a dinâmica populacional de *M. amazonicum*, as demais produções científicas são de acesso limitado, pois ainda não foram publicadas em periódicos indexados.

Assim, o propósito deste manuscrito foi estudar a abundância e as relações biométricas e morfométricas de *M. amazonicum* na Baía do Guajará e a Ilha de Mosqueiro (PA), contribuindo para o conhecimento da bioecologia desta espécie.

METODOLOGIA

As amostragens foram realizadas em seis locais, sendo quatro na Baía do Guajará e os demais na Ilha de Mosqueiro, compreendendo uma distância de 30km em linha reta. Este estuário recebe um aporte considerável de matéria orgânica oriunda, em parte, da lixiviação e do esgoto doméstico. Segundo VIANA (2006) e WANDERLEY (2008), este fato confere às águas o aspecto barrento e a coloração amarelo-esverdeada, ocorrendo pouca penetração de luz. Além disso, suas águas sofrem as influências das marés oceânicas, tornando-se salobras no seu baixo curso (PAIVA *et al.*, 2006). A dinâmica das marés sofre influência das correntes fluviais e oceânicas culminando em períodos de grandes marés e o substrato é composto de areia e lama (fluida e compacta). (GREGÓRIO & MENDES, 2009). Estas características conferem ao estuário Guajará e Ilha do Mosqueiro (Pará) um ambiente peculiar, porém pouco conhecido, abrigando uma grande variedade de espécies marinhas e de água doce, muitas delas de interesse para o consumo (BENTES *et al.*, 2011c).

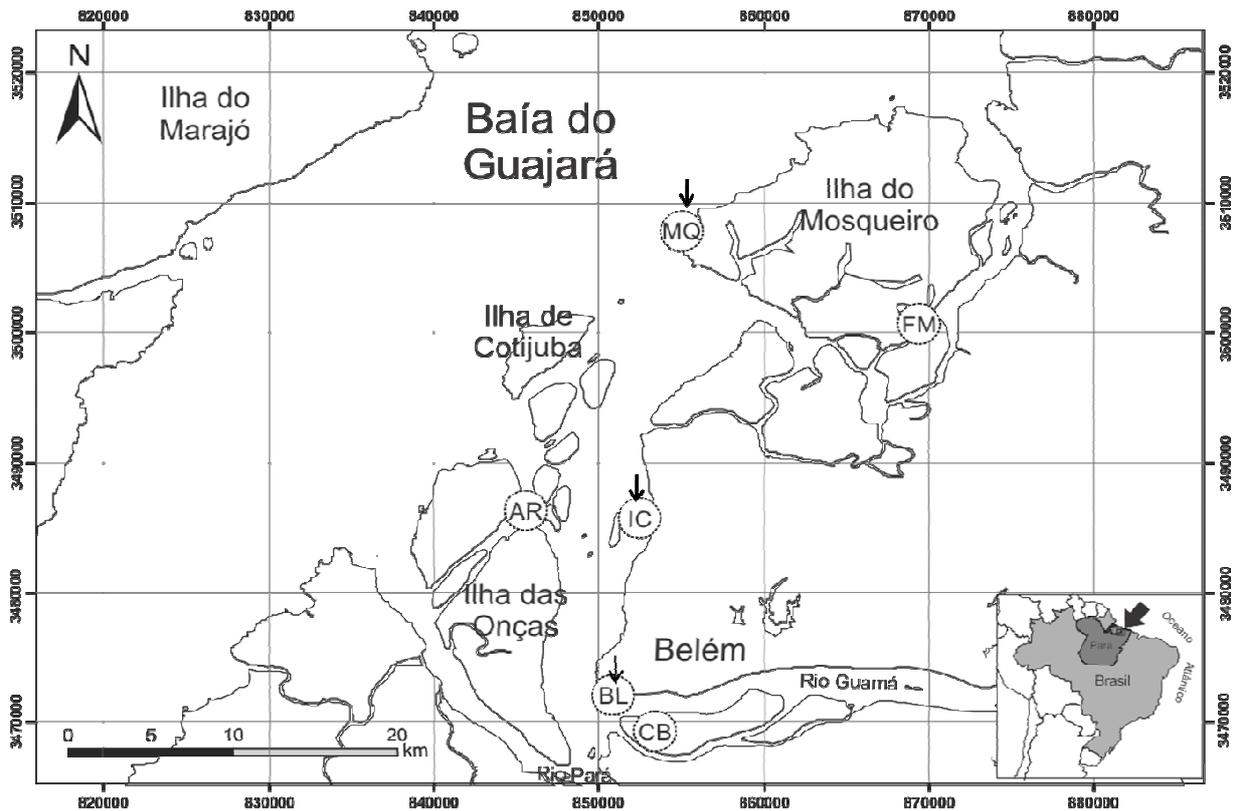


Figura 32: Locais de coleta de camarões, no período de maio/2006 a agosto/2007, na zona costeira paraense. MQ = Ilha de Mosqueiro (Porto do Pelé); FM = Furo das Marinhas (Ilha de Mosqueiro); AR = Ilha do Arapiranga; IC = Distrito de Icoaraci; BL = Belém; CB = Ilha do Combu. Os símbolos apontados pelas setas são os locais de maior interferência antrópica segundo VIANA (2006) e WANDERLEY (2010).

Os camarões-da-Amazônia foram obtidos através de coletas mensais (maio/2006 a agosto/2007) na orla de Belém, Ilha do Combu, Distrito de Icoaraci, Ilha do Arapiranga e Ilha de Mosqueiro (Furo das Marinhas e Porto do Pelé) (Figura 1). Os locais foram escolhidos de forma a representar um gradiente de exposição ao mar e ao grau de influência antrópica, assim, Mosqueiro, Icoaraci e Belém sofrem influência direta do esgoto doméstico e efluentes industriais da cidade, segundo dados de hidrodinâmica e de qualidade da água de VIANA (2006) e WANDERLEY (2010). Os demais locais

foram escolhidos de modo a representar locais similares no ambiente, mas mais preservados dos impactos antrópicos diretos. Além disso, buscou-se a realização das coletas em locais cujos pescadores vivem quase exclusivamente deste recurso e que abastecem o mercado local e da cidade de Belém (PA).

As amostras foram realizadas com armadilhas – *matapis*, colocadas aos pares na antevéspera da lua nova, na última baixa mar do dia. Três tamanhos de *matapis* foram utilizados, um par de cada, por local de coleta. O detalhamento das armadilhas utilizadas foi apresentado por BENTES *et al.* (2011). Na primeira baixa-mar do dia seguinte, os *matapis* foram recolhidos, totalizando 12h de permanência da arte de pesca na água. Adicionalmente, foram verificadas a temperatura (°C) superficial da água, com termômetro, e a salinidade com refractômetro ótico, antes e após a coleta dos camarões, obedecendo sempre ao mesmo horário em ambos os casos.

Todos os *M. amazonicum* tiveram o comprimento da carapaça mensurado - CC (medida da parte posterior da órbita até a extremidade posterior da carapaça), o comprimento total – CT (medida entre a extremidade anterior do rostro e a extremidade posterior do télson), comprimento do cefalotórax - Ccef (medida registro medido deste a extremidade posterior da carapaça até a porção mais anterior do rostro), e comprimento do quelípode – CQ [registro do comprimento do segundo par de quelípodes, desde a parte mais anterior do dáctilo (dedo fixo ou móvel), até a coxa] e comprimento do abdome - CA (desde a porção central da região dorsal da margem anterior do primeiro somito abdominal até a extremidade do télson). O peso de cada indivíduo foi aferido com balança de precisão 0.01g. O sexo foi determinado pela

observação da morfologia do endopodito do segundo par de pleópodes como proposto por ISMAEL & NEW (2000).

Uma unidade amostral foi considerada um conjunto dos três matapis (um de cada tamanho) por local e mês de coleta. Assim, para cada situação foram registradas duas réplicas, totalizando 204 amostras (17 meses * 6 locais * 2 amostras).

A média da abundância (número total de indivíduos/local/mês), do comprimento da carapaça (mm) e da biomassa média (g) dos camarões *M. amazonicum* foram testados, separadamente, com ANOVA (*um critério e fatorial*) ou *Kruskall-Wallis* em função dos locais, sexos e períodos do ano: seco (SC): julho a setembro; chuvoso (CH): dezembro a abril; transição seco/chuvoso (TSC): outubro a novembro; transição chuvoso/seco (TCS): maio a junho). Para cada caso, foi utilizado o teste *post-hoc* de Tukey.

Análises de agrupamento (*cluster*) – usando a dissimilaridade de Bray Curtis e UPGMA (*unweight pair-group method using arithmetic averages*) como medida de distância – foram efetuadas para identificar a similaridade dos locais estudados em função dos fatores abióticos (temperatura e salinidade) e da abundância de camarões em relação aos locais e períodos do ano.

A análise de escalonamento multidimensional (MDS) foi utilizada para a plotagem espacial da similaridade da abundância das amostras entre períodos e locais, através da correlação bidimensional. As duas primeiras dimensões do MDS foram posteriormente utilizadas como variáveis dependentes em uma análise de correlação canônica. Para esta, foram consideradas expressivas, aquelas correlações com valores superiores a 0.7.

Para as análises morfométricas, foram efetuadas regressões entre o comprimento da carapaça (CC) – variável independente – e o peso corpóreo (massa em gramas) dos camarões – variável dependente, separados por sexo em cada local. Os valores das constantes ‘a’ e ‘b’ da equação potência obtida para esta relação ($Y=a.X^b$) que expressam, respectivamente, o fator de condição e o nível da alometria, foi testado através do teste *t* de *Student* ($p<0.01$). Para todas as demais relações morfométricas, as diferentes medidas de tamanho dos camarões, foi utilizado o modelo linear de regressão ($Y=a+bX$).

A análise dos dados foi realizada com os programas STATISTICA (STATSOFT INC., 2007) e PRIMER 6.0 (CLARKE & WARWICK, 1994, 2001).

RESULTADOS

A temperatura dos locais amostrados variou entre 25°C e 28°C, sendo que a média para todos os locais foi de 26.5°C. As médias de temperatura diferiram significativamente entre locais ($F=8.642$; $p<0.01$) e entre meses ($F=94.8$; $p<0.01$), sendo que Icoaraci (IC) e Furo das Marinhas (FM) foram diferentes dos demais ($p<0.01$), apresentando as maiores médias (Figura 2), assim como o mês de março foi o de menor média ($p<0.01$).

A salinidade média variou de zero a 8. Não foi observada diferença significativa entre as médias de salinidade entre os locais ($F=0.6518$; $p>0.05$), sendo a média geral de 1.35 (Figura 2). Porém, as salinidades diferiram significativamente entre os meses (Figura 3), sendo evidente o aumento da salinidade nos meses menos chuvosos (agosto a outubro), devido à diminuição das descargas fluviais.

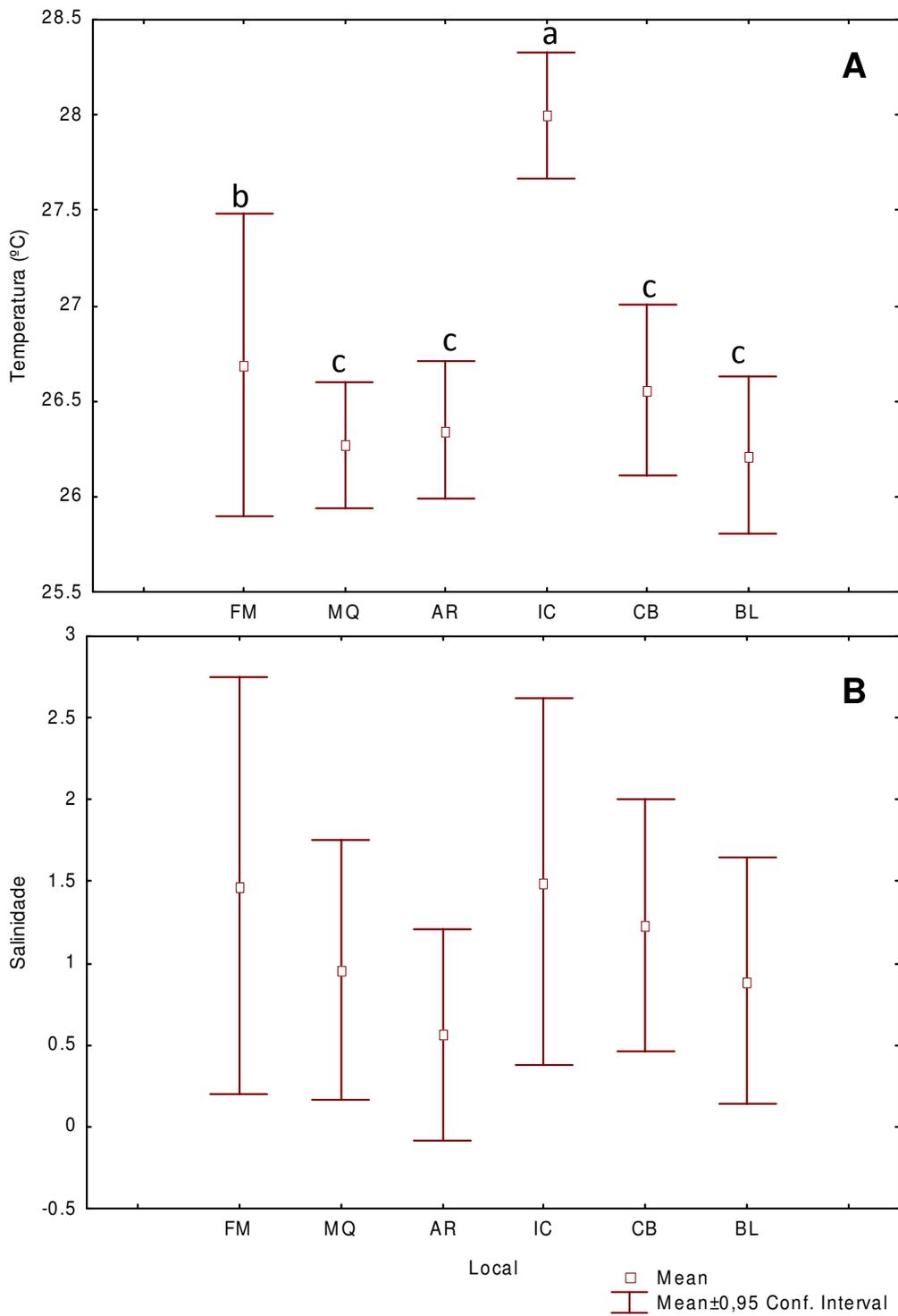


Figura 33: Valores médios \pm 95% intervalo de confiança dos fatores abióticos (A = temperatura e B = salinidade) na área do estudo no período de maio/2006 a setembro/2007. FM = Furo das Marinhas (Ilha de Mosqueiro); MQ = Ilha de Mosqueiro (Porto do Pelé); AR = Ilha do

Arapiranga; IC = Icoaraci; CB = Ilha do Combu; BL = Belém. As letras acima de cada box plot indicam se há diferença ou não entre os locais (Teste de Tukey), letras iguais, sem diferença significativa.

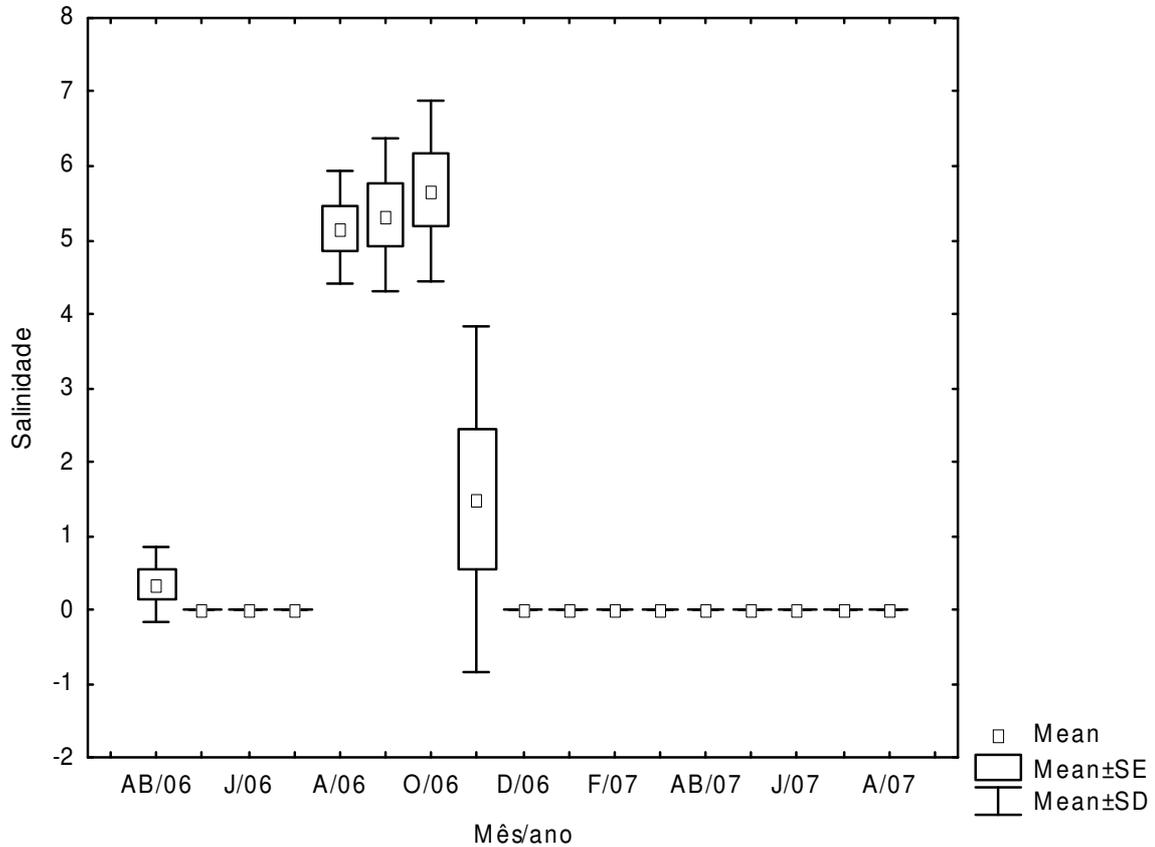
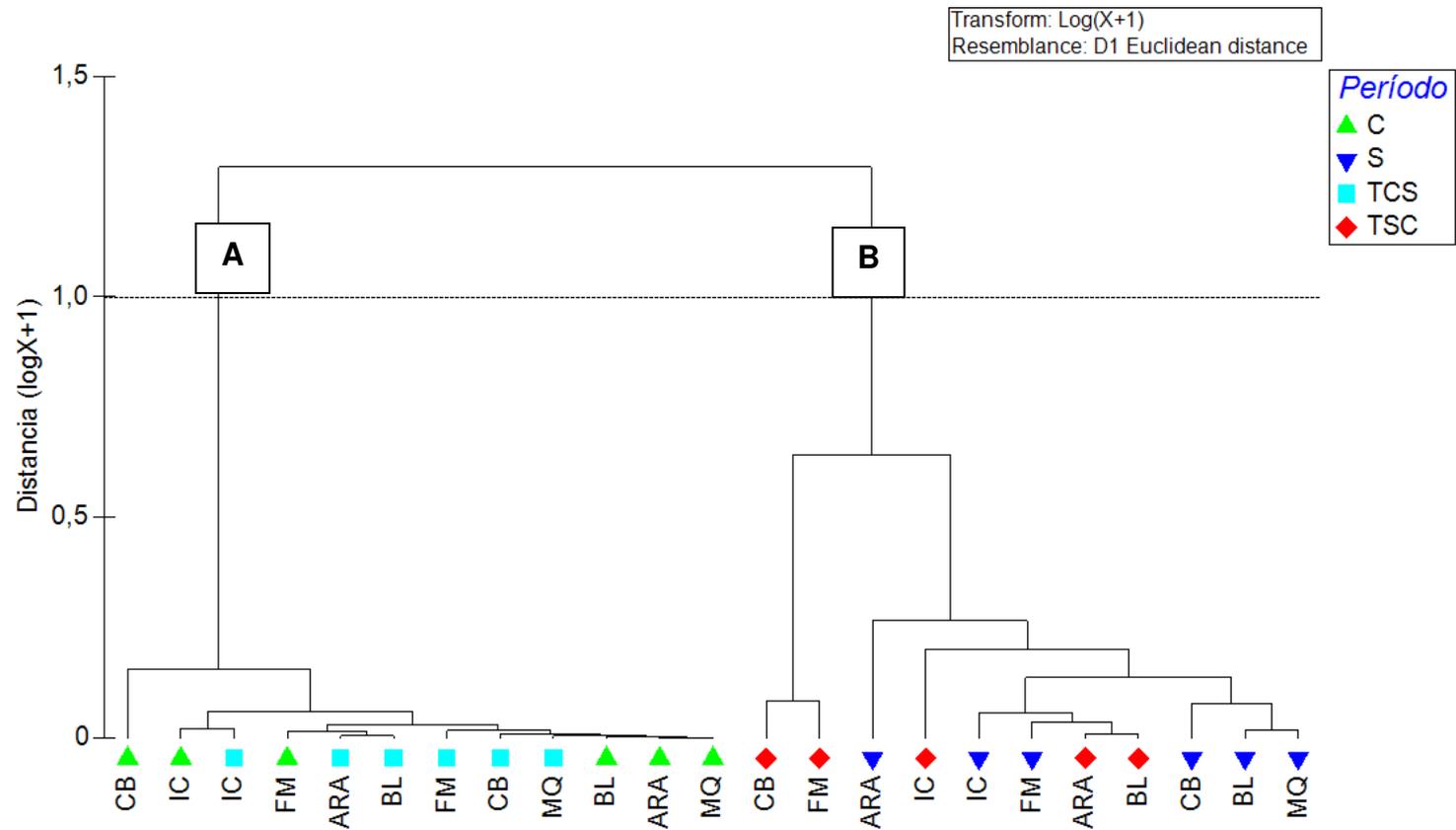


Figura 34: Valores médios, erro (SE) e desvio padrão (SD) da salinidade mensal em um estuário amazônico no período de abril/2006 a agosto/2007.

Quando a temperatura e a salinidade por mês e local de coleta foram testadas pela análise de ordenamento, dois grupos foram nitidamente formados (Figura 4). O grupo A inclui a as amostras do período seco e o grupo B do período chuvoso, denotando que os locais são muito similares entre si, sendo que as flutuações de temperatura e salinidade variam mais em função da pluviosidade do que propriamente dos locais amostrados (Tabela 3).



1

2 Figura 35: Dendrograma da análise de *cluster* obtida através da UPGMA (*unweighted pair-group method using arithmetics averages*) e similaridade de Bray
 3 Curtis baseada nos fatores abióticos (temperatura e salinidade) da Baía do Guajará e Ilha do Mosqueiro (Pará), no período de abril/06 a setembro/07. CB =
 4 Ilha do Combu. ARA = Ilha do Arapiranga; IC = Icoaraci; FM = Furo das Marinhas (Ilha de Mosqueiro); MQ = Ilha de Mosqueiro; BL = Belém; Períodos: C =
 5 chuvoso; S = seco; TSC = transição seco para chuvoso; TCS = transição chuvoso-seco.

Os maiores registros de captura mensal foram observados no Distrito de Icoaraci, com 364 espécimes em dezembro de 2006 e 289 em agosto/2007. A Ilha do Combu apareceu em segundo lugar com 255 espécimes capturados em junho de 2006. A variação da quantidade de espécimes capturados por local e mês parece apresentar um padrão de que as maiores capturas acontecem no primeiro semestre do ano para Belém e Ilha do Combu e para as demais ilhas no final do primeiro semestre até a metade do segundo, obedecendo uma aparente sincronia anual de volume capturado no sentido interior-foz da Baía.

Uma vez que os locais são similares, a abundância de *M. amazonicum* (n=9118) não diferiu significativamente entre locais (H=11.23; $p>0.01$), mas sim entre os meses (F=2.25; $p<0.01$), sendo que a quantidade de camarões capturadas no primeiro ano (abril a dezembro/06) foi maior nos locais não antropizados (Figura 5) e no segundo ano (janeiro a agosto/07) percebe-se um pico maior em Icoaraci (Figura 5B) que é um dos locais considerado antropizado.

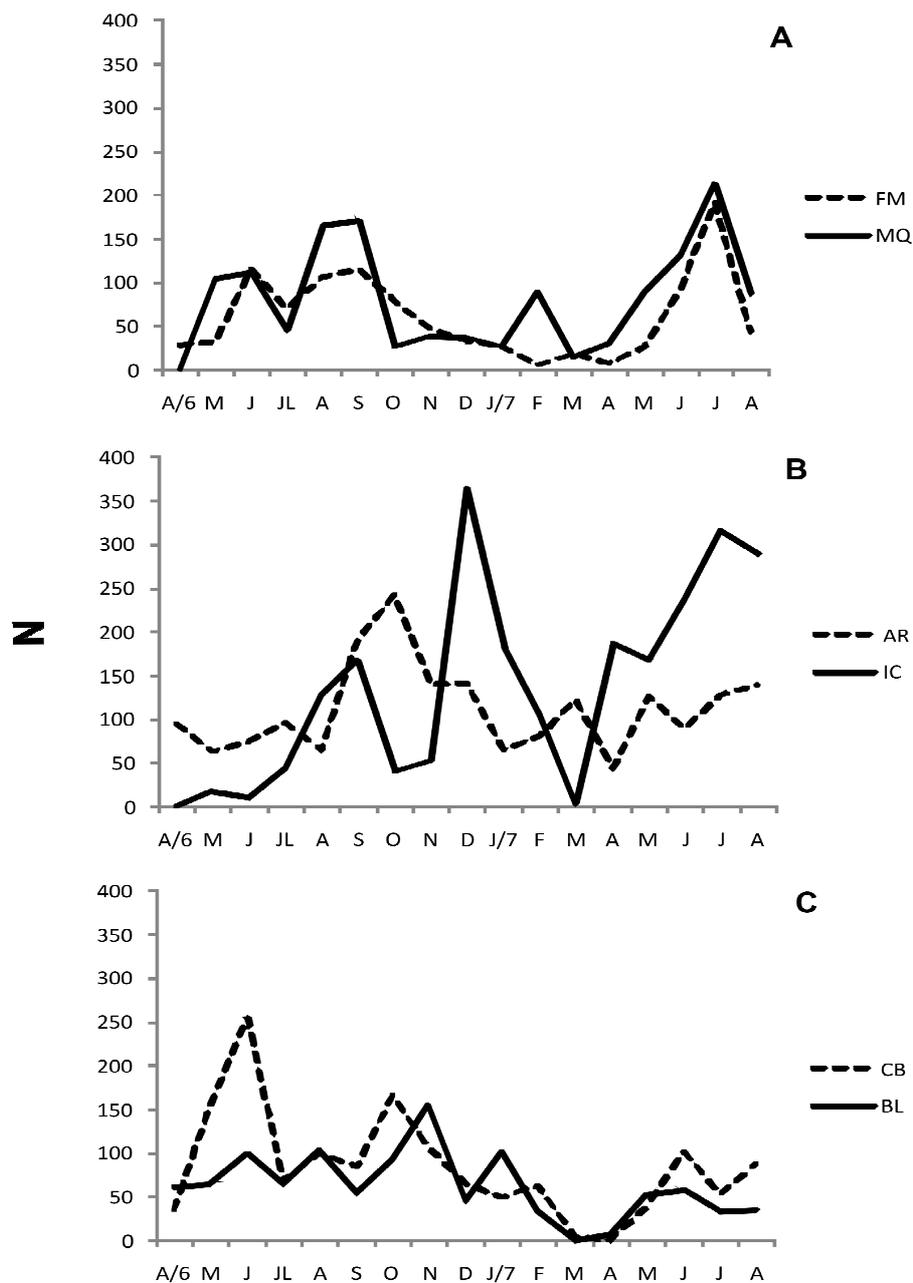


Figura 36: Variação do número total de *Macrobrachium amazonicum* capturados na Baía do Guajará (PA) e Ilha de Mosqueiro (PA, Brasil) entre os meses de janeiro/2006 a agosto/2007. A = Furo das Marinhas (FM) e Ilha do Mosqueiro (MQ); B = Ilha do Arapiranga (AR) e Distrito de Icoaraci (IC); C = Ilha do Combu (CB) e Belém (BL). Linha contínua = maior antropização; linha pontilhada = menor antropização.

Efetuada-se um corte em aproximadamente 60% na análise de agrupamento (Figura 6), dois grupos são formados quanto à quantidade de

camarões capturados: I – que inclui a maioria das amostras do período seco e; II – demais amostras que incluem os períodos chuvoso e de transição entre os dois períodos (seco e chuvoso) (Figura 6). As maiores capturas aconteceram no período seco (N=3430).

A análise de *cluster* (Figura 6), de MDS (Figura 7) e posterior correlação dos resultados com uma análise canônica (Tabela 2) mostraram-se bastante sensíveis às relações entre o número de indivíduos capturados com os fatores abióticos (temperatura e salinidade), evidenciando que o número de indivíduos capturados foi maior nas maiores temperaturas (período seco). Foram encontradas correlações positivas do número de espécimes capturados em relação à salinidade e temperatura (dimensão 1).

Os quadrantes 1 e 2 da figura 7 , incluem a maioria das amostragens realizadas nos períodos seco e transição deste para o chuvoso, onde o número de indivíduos capturados foi alto na maioria dos casos. Já os quadrantes 3 e 4 da mesma figura, incluem a maioria das amostragens dos períodos chuvoso e transição deste para o seco, quando o número de indivíduos capturados foi menor.

Tabela 17: Resultados da análise de correlação canônica entre as variáveis ambientais (temperatura e salinidade) e quantidade de indivíduos de *Macrobrachium amazonicum* capturados na Baía do Guajará (PA) e Ilha de Mosqueiro no período de abril/2006 a agosto/2007. Valores maiores que 0.7 foram destacados em negrito.

Locais	Variáveis	Dimensão 1	Dimensão 2
Ilha do Arapiranga	Salinidade	0.861	0.115
Ilha do Combu	Temperatura	0.701	0.377
Furo das Marinhas	Número de indivíduos	0.701	0.035
Belém	Salinidade	-0.483	0.699
Distrito de Icoaraci	Temperatura	0.576	0.716
Ilha de Mosqueiro	Número de indivíduos	0.563	-0.789

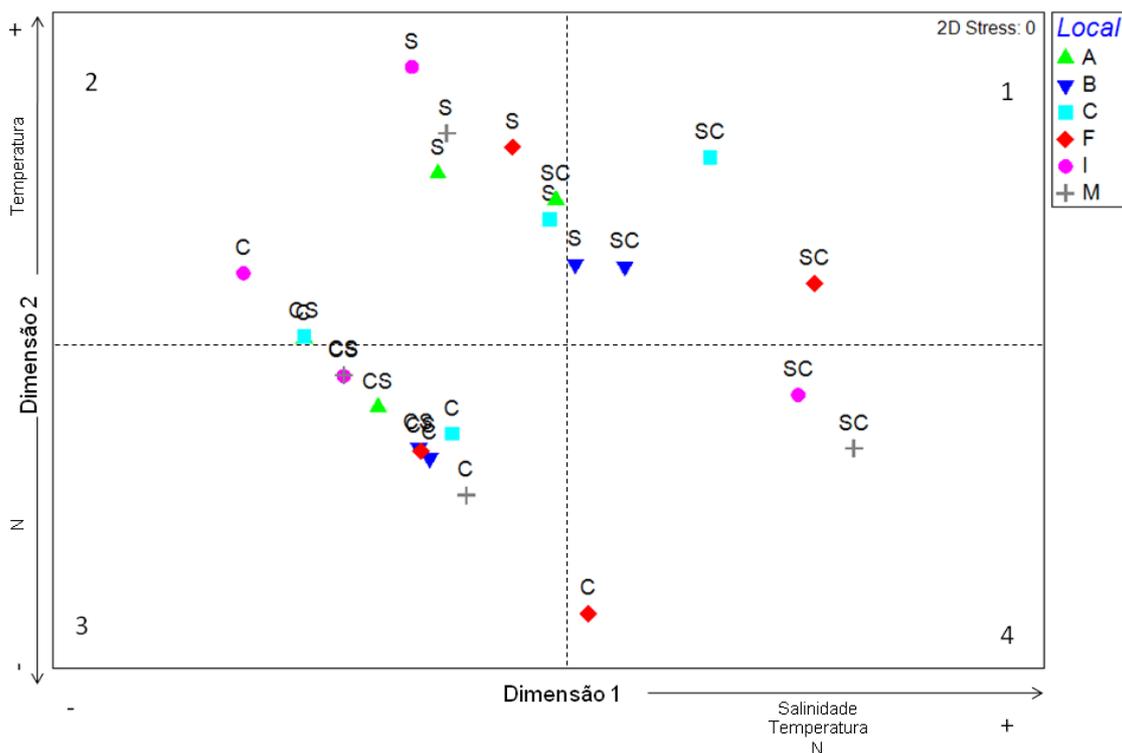


Figura 6: Escalonamento multidimensional (MDS) da abundância das amostras de *M. amazonicum* em um estuário amazônico (Amazônia brasileira) em relação aos períodos sazonais, de abril/2006 a agosto/2007. A – Ilha do Arapiranga; B – Belém; C – Ilha do Combu; F – Furo das Marinhas (Ilha de Mosqueiro); I – Icoaraci; M – Ilha de Mosqueiro (Porto do Pelé).

Períodos: C – chuvoso; S – seco; SC – transição do seco para o chuvoso; CS – transição do chuvoso para o seco. As setas indicam o sentido em que há a tendência crescente (+) e decrescente (-).

Um total de 9077 camarões tiveram o comprimento da carapaça medido. As amplitudes de tamanho e de massa, assim como as médias e os desvios padrão para machos e fêmeas e para os sexos agrupados estão resumidos na tabela 2. Em todos os casos as fêmeas foram maiores e mais pesadas que os machos. Os maiores espécimes em comprimento da carapaça (CC) foram capturados na Ilha do Combu com média de 13.7 (± 3.94 mm de intervalo de confiança). Os espécimes de maior massa corporal também foram capturados na Ilha do Combu cuja média foi de 2.3 (± 1.89 g). As maiores médias de CC ($F=20,44$; $p<0.01$) e massa corporal ($F=10,75$; $p<0.01$) foram observadas nos locais não antropizados [Ilhas do Combu, Arapiranga e Furo das Marinhas (Ilha de Mosqueiro)].

Tabela 18: Variação do comprimento da carapaça e massa dos espécimes de camarão-da-Amazônia coletados na Baía do Guajará e Ilha de Mosqueiro (PA). N = número de exemplares coletados em cada categoria, CC = comprimento da carapaça, DP = Desvio padrão, F = fêmea, M = macho, IND = sexo indeterminado e T = total.

sexo	CC (mm)					Massa (g)			
	N	Média	DP	Mín	Máx	Média	DP	Mín	Máx
IND	465	11.36	3.39	3.09	30.22	1.27	1.09	0.02	12.37
F	4471	14.80	2.84	2.57	44.72	2.88	1.37	0.04	13.80
M	4181	12.95	1.78	1.55	34.23	1.96	0.91	0.02	22.07
T	9118	12.88	3.68	1.55	44.72	1.97	1.69	0.02	22.07

As médias de tamanho (CC) diferiram significativamente entre locais ($F=21.99$; $p<0.01$) - sendo a Ilha do Combu o local de maior média deste comprimento em relação aos demais locais ($p<0.05$) – e também entre sexos ($F=335.58$; $p<0.01$) – sendo as fêmeas maiores que os machos. Esta variação de tamanho também foi observada para os períodos do ano ($F=40.37$. $p<0.01$), sendo que no período seco foram registrados os menores indivíduos. Os comprimentos também diferiram quando da relação local*período, local*sexo, período*sexo e local*período*sexo (Tabela 3), sendo que em todos os casos, as fêmeas da Ilha do Combu nos períodos chuvoso e transição chuvoso-seca, foram sempre maiores (Tabela 3).

As médias de biomassa diferiram entre locais ($F=15.53$; $p<0.1$), sendo que os espécimes mais pesados foram capturados na Ilha do Combu se comparado aos demais locais ($p<0.05$). De forma similar ao tamanho, as fêmeas foram mais pesadas que os machos ($F=259.8$; $p<0.01$) sendo que Icoaraci e Mosqueiro foram os locais onde estas foram mais pesadas (*Tukey* $p<0.01$) especialmente no período de transição das chuvas para o seco (*Tukey* $p<0.01$). No período seco foram capturados os espécimes de menor biomassa (*Tukey* $p<0.01$).

Tabela 19: Resultados de ANOVA dois critérios do comprimento da carapaça (CC em milímetros) e massa corpórea (em gramas), separadamente, em relação aos locais de coleta e sexo na Baía do Guajará (PA) entre os meses de abril/2006 a agosto/2007. P¹ = probabilidade resultante da ANOVA; P² = probabilidade do teste de Tukey; CB = ilha do Combu; IC = Icoaraci; MQ = Ilha de Mosqueiro; S = período seco; C = período chuvoso; CS = transição período chuvoso para seco.

Variável	Fonte de variação	SS	DF	MS	F ¹	P ¹	Tukey	
							P ²	Significado
CC	Local	1473	5	294.6	21.99	<0.01	<0.05	> em CB
	Sexo	123E2	3	4091	335.58	<0.01	-	Fêmeas>Machos
	Período	1620	3	539.9	40.37	<0.01	<0.01	< em S
	Local * período	5166	15	344.4	7.8	<0.01	<0.01	> CB em C
	Local * sexo	1095	15	73	6.3	<0.01	<0.01	> Fêmeas em CB
	Período * sexo	399	9	44	4.9	<0.01	<0.01	> Fêmeas em C e CS
	Local * período * sexo	959	37	26	2.3	<0.01	<0.01	> Fêmeas em C e SC em CB
Massa	Local	220.2	5	44.04	15.53	<0.01	<0.05	> em CB
	Sexo	2056	3	685.5	259.8	<0.01	-	Fêmeas>Machos
	Período	480.4	3	160.1	57.05	<0.01	<0.01	< em S
	Local * período	1233	15	82.2	30.89	<0.01	<0.01	> em IC e MQ
	Local * sexo	215	15	14.3	5.5	<0.01	<0.01	> Fêmeas em IC e MQ
	Período * sexo	91	9	10.1	3.9	<0.01	<0.01	> Fêmeas em CS
	Local * período * sexo	263.5	37	7.1	2.9	<0.01	<0.01	> Fêmeas em CS e MQ

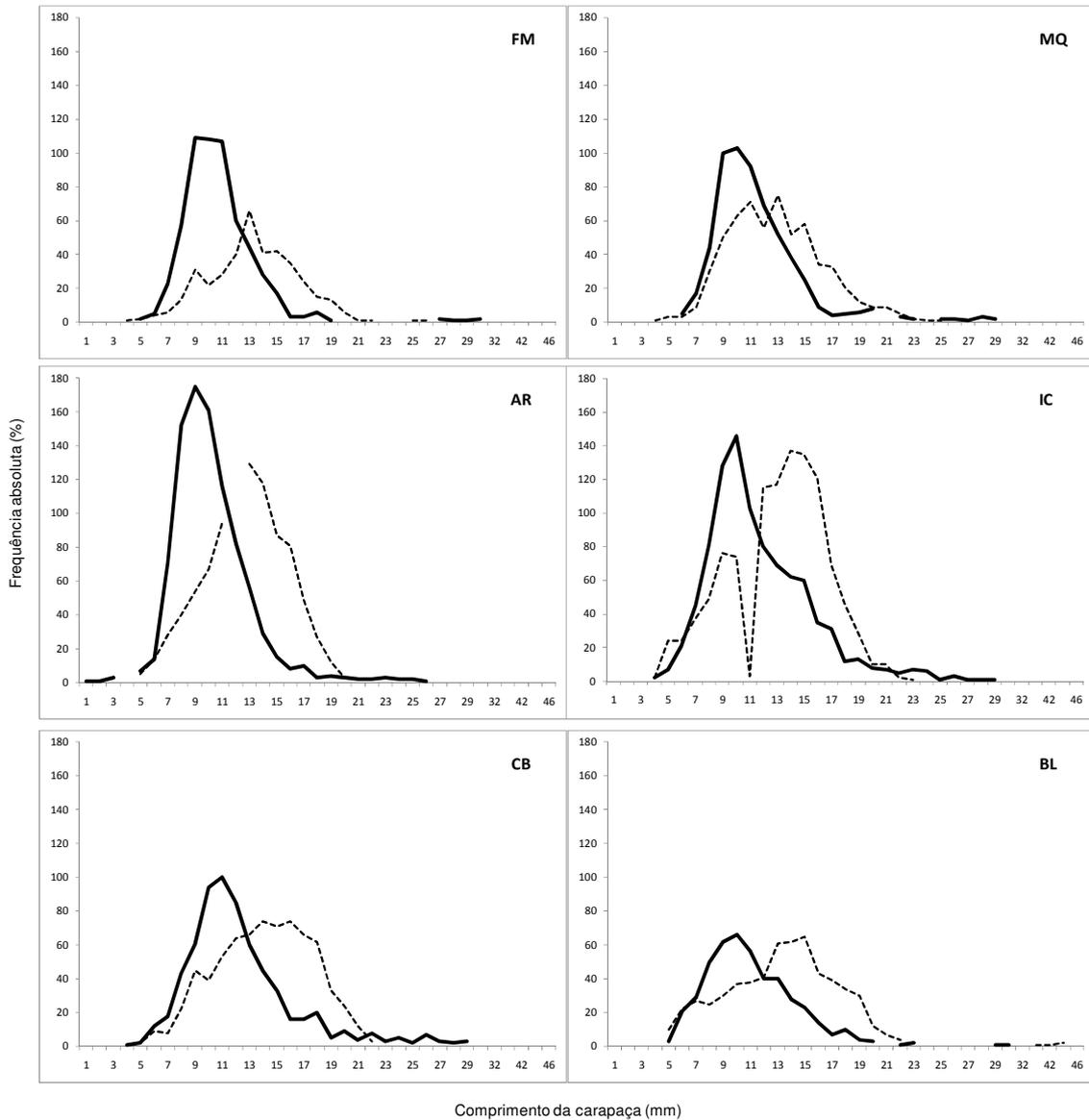


Figura 7: Distribuição de freqüência de tamanho dos camarões-da-Amazônia no período de Abril/2006 a agosto/2007. Machos = linha contínua; Fêmeas = linha tracejada. FM = Furo das Marinhas (Ilha de Mosqueiro); MQ = Ilha de Mosqueiro (Porto do Pelé); AR = Ilha do Arapiranga; IC = Icoaraci; CB = ilha do Combu; BL = Belém.

As relações entre a biomassa e o comprimento da carapaça de machos, fêmeas e sexos agrupados evidenciaram sempre crescimento alométrico negativo ($p < 0.01$) (Figura 9) isto é, o peso do corpo aumenta em menor proporção que o comprimento da carapaça. Esta diferença foi estatisticamente significativa entre fêmeas, machos e sexos agrupados ($t = -172.046$; $p < 0.001$).

No coeficiente 'a', que representa o nível de 'ganho de peso' ou engorda da espécie, também foi observada diferença estatisticamente significativa entre os sexos separados e agrupados ($t = - 176.666$; $p < 0.001$), tem-se ainda que os machos apresentaram maior valor ('a'=0.0022) que as fêmeas.

Em todas as relações entre o comprimento da carapaça e as demais variáveis morfométricas, a alometria foi positiva - o coeficiente angular da regressão foi diferente e maior que 1 (para relações lineares) – isto é, o valor de Y aumenta em maior proporção que X (Tabela 4) .

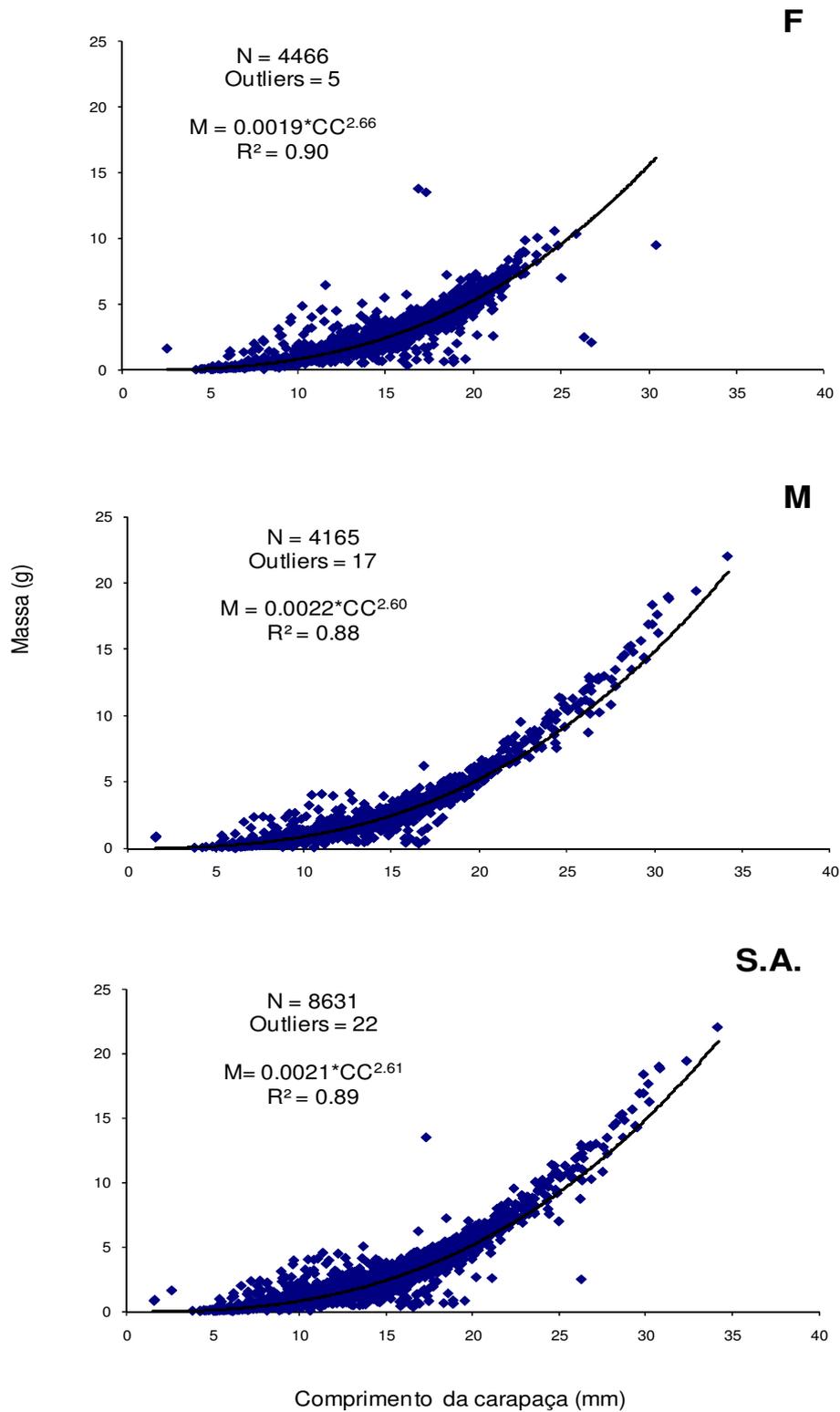


Figura 8: Relações entre o comprimento da carapaça (CC-mm) e a biomassa (M –g) do camarão-da-Amazônia por sexo e coletados no período de abril/2006 a agosto/2007 na Baía do Guajará e Ilha de Mosqueiro (PA). F = fêmeas; M = machos; S.A. = sexos agrupados.

Tabela 20: Equações de regressão para as relações de CC (comprimento da carapaça) com as variáveis CA = comprimento do abdome, CCef = comprimento do cefalotórax, CQ = comprimento do segundo quelípode, Cte = comprimento do télson e CT = comprimento total de *Macrobrachium amazonicum* coletado no período de abril/2006 a agosto/2007 em um estuário da Amazônia brasileira. N = número de indivíduos; Y = variável dependente; X = variável independente (comprimento da carapaça); a = intersecção da reta em Y; b = ângulo de inclinação da reta e coeficiente de alometria; r² = coeficiente de determinação; F# = Teste F; F = fêmeas, M = machos, T = total (sexos agrupados); A = alometria: [(+) alometria positiva, (-) alometria negativa].

.Relação	Grupo	N	Y=a+b.X	r ²	F#	A
	F	2452	CA = 1.58CC+3.85	0.89	20985*	+
CA X CC	M	531	CA = 1.42CC+5.97	0.87	493.2321*	+
	T	4844	CA = 1.59CC+3.61	0.86	182.2081*	+
	F	2612	Ccef = 2.06CC+2.23	0.87	66.01575**	+
Ccef X CC	M	521	Ccef = 1.99CC+3.98	0.88	3766.799*	+
	T	5435	Ccef = 2.03CC+2.95	0.87	367.6307*	+
	F	1458	CQ = 2.16CC+0.29	0.76	4660.907*	+
CQ X CC	M	312	CQ = 3.56CC-15.41	0.74	888.4073*	+
	T	2946	CQ = 2.59CC+4.74	0.72	7466.882*	+
	F	2437	CT = 3.89CC+10.65	0.83	11814.62*	+
CT X CC	M	2492	CT = 3.91CC+11.23	0.85	43.00987*	+
	T	5008	CT = 3.88CC+11.16	0.84	121.4351*	+

* p<0.01; ** 0.01<p<0.05.

DISCUSSÃO

As variações de temperatura e salinidade na Baía do Guajará seguem um padrão conhecido para todo o estuário Amazônico. O fluxo das marés eleva o nível da água em até 4m no período chuvoso, face ao efeito aditivo do refluxo

oceânico e da elevada descarga hídrica do rio nesta época do ano (ALMEIDA *et al.*, 2004). Esta característica, responde pela prevalência de determinadas espécies dulcícolas e marinhas (CAVALCANTE, 2008).

A média de temperatura da Baía (26.5°C) não diferiu da encontrada por Silva *et al.* (2002) para Vigia (Norte do Brasil) que foi de 27° e 27.5° para o período chuvoso e 28°C para o período seco (1999, 2000 e 2001); e ainda com a citada pelo Instituto de Desenvolvimento Econômico-Social do Pará (IDESP/PA) que foi de 27° C.

Os valores médios de salinidade foram também muito próximos daqueles encontrados por SILVA *et al.* (2002), cuja média foi de 1 para o período chuvoso e 5 para o seco. Entretanto, a Baía do Guajará está sob total influência da rede hídrica local, contribuindo para os baixos valores deste parâmetro. Esta variação ao longo dos períodos classifica o ambiente como oligohalino, com salinidade média entre 0.5 a 5. Porém, a região apresenta três zonas facilmente detectáveis: 1) Zona limnética – área no entorno da Ilha do Combu e Belém, cuja salinidade em geral é inferior a 1; 2) Zona oligohalina – compreende área de Icoaraci até a Ilha do Arapiranga (salinidade entre 1 e 5); 3) Zona mesohalina – seção superior do estuário que compreende a Ilha de Mosqueiro, com salinidade maior que 5 e menor que 18 na maior parte do ano.

Todos os locais estudados se mostraram adequados, a julgar pela abundância de *M. amazonicum*. Muitas espécies deste gênero são consideradas eurihalinas e euritérmicas (HERRERA *et al.*, 1998). Adultos de *M. acanthurus*, por exemplo, vivem em ambientes de água doce e salobra, com temperaturas maiores que 15°C e menores de 42°C, exibindo uma excelente capacidade de osmorregulação (HERRERA *et al.*, 1998). Entretanto, durante o

desenvolvimento larval, estas apresentam uma baixa tolerância à salinidade. Os primeiros estágios de *M. acanthurus* e *M. carcinus* são eurihalinos mas se tornam estenohalinos durante o desenvolvimento larval (CHOUDHURY, 1971a e CHOUDHURY, 1971b). No caso de *M. amazonicum*, tem-se que em laboratório, as larvas consigam se desenvolver em temperaturas de 26,4°C até 28,7°C (MAGALHÃES, 1985), além de que, segundo MACIEL e VALENTI (2009), ainda não foram encontradas larvas da espécie em áreas estuarinas, embora já se tenham registros da ocorrência destas larvas em um estuário paraense (MARTINELLI, 2011, *com. pess.*). Esta última informação corrobora com ALBERTONI *et al.* (1999) que afirma a dependência de larvas de alguns *Macrobrachium* para o fechamento do ciclo reprodutivo em uma lagoa costeira do estado do Rio de Janeiro.

A fauna capturada ao longo de todo o período de estudo esteve extremamente relacionada ao regime das chuvas que influenciam diretamente na mistura dos sais, caracterizando ambientes diferenciados. Devido à esta característica, além de camarões e peixes, outros crustáceos como siris e caranguejos foram também coletados (CAVALCANTE, 2008). Registros de outros Palaemonidae em todo o litoral paraense, como *M. carcinus*, *M. surinamicum* e da espécie exótica *M. rosenbergii* foram relatadas por diversos autores, dentre os quais BARROS & SILVA (1997), SILVA *et al.* (2002) e CAVALCANTE (2008); entretanto, para a Baía do Guajará poucos trabalhos foram direcionados para a riqueza e diversidade de espécies de crustáceos, excetuando-se o de CAVALCANTE (2008) e SOUZA (2008, 2010), sendo que este último descreveu a composição faunística de caranguejos dulcícolas.

A abundância de *M. amazonicum* nas capturas experimentais foi expressivamente maior abundante no período seco e transição para o seco, concordando com SILVA *et al.* (2002). Esta variação sazonal já havia sido citada por ODINETZ COLLART (1993) quando observou que nos lagos de várzea da Bacia Amazônica, as capturas são máximas na seca e enchente, e mínimas na cheia devido a uma grande dispersão espacial dos indivíduos com o aumento do volume de água. A mesma autora afirma ainda que na margem do Rio Amazonas, as capturas máximas são observadas na seca, quando os camarões migram para fora dos lagos de várzea, e mínimas na enchente devido à velocidade muito alta da correnteza da água, o que se reflete na capturabilidade da espécie.

As maiores abundâncias foram registradas em Icoaraci. Este fato pode estar relacionado à quantidade de matéria em suspensão registrada neste local, uma vez que é uma área de intensa atividade de desembarque pesqueiro e também ocorre a deposição de esgotos de indústrias de alimentos, contribuindo para um 'enriquecimento' deste local em material de origem orgânica, o que pode estar propiciando o aumento da população. Porém, há de se discutir que, é uma área de intensa atividade antrópica e que possivelmente reflita um alto grau de contaminação local, este fato, não pode ser relacionado como vantagem, mas sim numa justificativa para se estudar os efeitos a longo prazo das modificações nas comunidades bióticas. A poluição em Icoaraci leva a crer que exista que um provável início de processo de eutrofização, ou seja, um aumento gradativo da quantidade de nutrientes (principalmente compostos químicos ricos em fósforo e nitrogênio) devido à quantidade de efluentes domésticos e industriais na área (VIANA, 2006; WANDERLEY, 2008). Este

fenômeno contribuiria para a proliferação excessiva de microorganismos e à conseqüente deterioração da qualidade da água, tornando-a pobre em oxigênio. Para o camarão-da-Amazônia, a baixa quantidade de oxigênio não aparenta ser um fator limitante, ao contrário, MONTROYA (2003), estudando as espécies *M. amazonicum*, *M. surinamicum* e *M. jelskii* no delta do Rio Orinoco (Venezuela) associadas à 'aguapés' (vegetação aquática flutuante - *Eichhornia crassipes*) encontrou que, nos locais onde a quantidade de oxigênio dissolvido era menor, maior era a participação de *M. amazonicum* na composição faunística local. Da mesma forma, MALLASEN & VALENTI (2006), estudando os efeitos da quantidade de nitrito no desenvolvimento larval de *M. rosenbergii* concluíram, provavelmente, sob altas concentrações deste composto químico, a espécie aloque energia para ajustar os seus mecanismos fisiológicos contra os efeitos tóxicos do nitrito, seja reduzindo o ganho de peso ou diminuindo o número de metamorfoses. Eventualmente, esta estratégia possa ser comum à todas as espécies de *Macrobrachium*, porém, esta afirmação ainda precisa ser estudada com maior detalhamento.

ALBERTONI *et al.* (2003), estudando a dieta natural de três espécies de camarões (*Farfantepenaeus brasiliensis*, *F. paulensis* e *Macrobrachium acanthurus*) no Rio de Janeiro (Lagoa de Imboassica), concluiu que a maior parte da dieta desta espécie é de detritos e algas filamentosas. Devido à quantidade de poluição em Icoaraci ser comparável à da Lagoa de Imboassica – RJ, sugere-se que a proliferação de algas neste local também seja significativa, assim como a quantidade de detritos orgânicos e inorgânicos, assim, acredita-se que a dieta de *M. amazonicum* não seja tão diferenciada da dieta de *M. acanthurus* o que contribua para a captura em massa da primeira

espécie em Icoaraci (Pará). Estudos para avaliação do conteúdo estomacal de *M. amazonicum* poderão confirmar ou refutar esta hipótese.

Os dois grupos delimitados pela análise de *cluster* da abundância das amostras, diferenciam claramente o volume de captura dos espécimes: I – inclui a maioria das amostras do período seco local onde foram registrados os maiores valores de salinidade e temperatura da água e; II – demais amostras que incluem os períodos chuvoso e de transição entre os dois períodos (seco e chuvoso). Este padrão corrobora o discutido no tópico anterior e com os estudos de LIMA *et al.* (2001) no maior açude público do Estado de Pernambuco – o açude Poço da Cruz (Ibimirim-PE) e ODINETZ COLLART & MOREIRA (1993) nos ambientes de várzea da Bacia Amazônica.

Segundo Odinetz Collart & Moreira (1993), a variação das capturas de camarão-da-Amazônia depende da intensidade da cheia do mesmo ano, que afeta a sobrevivência e o crescimento dos indivíduos. A expansão das macrófitas aquáticas durante a enchente reduz a competição intra-específica, aumentando a quantidade de micro-habitats para as larvas e a introdução de material em suspensão aumenta a produtividade dos lagos de várzea (ODINETZ COLLART & MOREIRA, 1993). Na Baía do Guajará, o ciclo de chuvas e conseqüentemente das maiores marés, segue também um ritmo anual. De acordo com KRUMME & LIANG (2004), a maré é o principal pulso nas áreas de manguezais do litoral paraense, induzindo a mudanças na abundância de peixes, camarões e zooplâncton, bem como propiciando a exportação de detritos (SCHORIES *et al.*, 2003) e massas de água (DITTMAR & LARA, 2001). Assim, as fortes trocas entre os compartimentos do sistema aquático ocorrem mais comumente nas marés altas, quando a abundância total de espécies, a

riqueza e a complexidade da comunidade nectônica são maiores (KRUMME *et al.*, 2004).

No caso do camarão-da-Amazônia, verifica-se uma grande variabilidade de comprimento. Notadamente, neste trabalho foi coletado o maior camarão da espécie já registrado. No baixo Tocantins foi observado um comprimento total máximo de 13.2cm, enquanto que no lago artificial formado pelo barramento do rio em Tucuruí o comprimento máximo registrado foi somente 8.0cm (ODINETZ COLLART, 1987). SILVA (2006) em estudos na Ilha do Combu registrou comprimento total máximo de 14.1cm, bastante semelhante ao encontrado em Vigia (14.4cm) por SILVA *et al.* (2002). BORGES (2003) no Açude Rômula Campos na Bahia, capturou um espécime com 17.8mm, muito superior ao encontrado na Ilha do Careiro na Amazônia Central por ODINETZ COLLART & MOREIRA (1993) cujo maior indivíduo media 10.6cm.

Por outro lado, a média de comprimento para machos e fêmeas (6.2 e 6.8 cm de comprimento total) foi muito próxima, porém menor, da registrada por SILVA *et al.* (2002) – 7 cm para machos e 7.6 cm para fêmeas – e por COELHO *et al.* (1982) que foi de 8 cm para um tamanho médio comercial. Entretanto, a média de comprimento foi similar (6 cm) à observada no baixo Rio Tocantins (ODINETZ COLLART, 1987), na Amazônia Central (ODINETZ COLLART & MOREIRA, 1993), na Venezuela (Romero, 1982) e nos açudes do Ceará (GUEST, 1979), e maior que a média registrada para o lago da represa de Tucuruí – 5.5 cm (ODINETZ COLLART, 1987). Embora tenham sido detectadas variações genéticas tênues entre as populações de *M. amazonicum* (VERGAMINI *et al.*, 2011), acredita-se que estas variações de tamanho possam ser explicadas também pela velocidade de corrente dos rios.

Contudo, as variações de tamanho dos espécimes de *M. amazonicum* são pequenas. De modo geral, os indivíduos capturados em águas correntes dos grandes rios apresentam comprimentos maiores que os camarões coletados em águas mais calmas dos lagos de várzea e das represas (ODINETZ COLLART & MOREIRA, 1993).

Os elevados comprimentos observados neste estudo poderiam estar relacionados à Baía do Guajará ser um estuário onde as condições de crescimento (alimento) e proteção (refúgio) dos espécimes são maiores, da mesma forma que esses ambientes são também utilizados pelos camarões adultos para a reprodução onde as larvas poderão alimentar-se de microorganismos, fitoplâncton e zooplâncton, muito abundantes nestes ambientes. Esta pode ser uma provável explicação para os maiores tamanhos dos camarões encontrados na região de estudo, já que o estuário se caracteriza pelo grande transporte de água, seja pelos efeitos da maré, como da vazão dos rios.

Segundo MARTINELLI (2005), preservar os estuários, impedindo que a pesca artesanal atue de forma intensa na captura dos camarões mais jovens e também garantir a integridade de suas águas sem poluentes de qualquer natureza, é imprescindível para a manutenção e sobrevivência dos camarões, referindo-se aos camarões marinhos *Farfantepenaeus subtilis* (camarão-rosa), *Xiphopenaeus kroyeri* (camarão-sete-barbas) e *Litopenaeus schmitti* (camarão-branco).

O menor aumento da massa corpórea em relação ao comprimento da carapaça para machos, fêmeas e sexos agrupados, mostrados pela alometria negativa pode estar associado ao ciclo de maturação gonadal dos camarões,

uma vez que a espécie apresenta reprodução contínua no estuário amazônico (BENTES *et al.* 2011d). FONTELES-FILHO (1989) afirmou que outro fator importante que pode influenciar no maior peso dos espécimes é o conteúdo estomacal, o que não necessariamente implica em aumento de massa corporal. Os dados citados concordam com o obtido por FLEXA *et al.* (2005) para *M. amazonicum* oriundo de Cametá- Pará, SILVA *et al.* (2002) para Vigia e SILVA (2006) para a Ilha do Combu. BOND & BUCKUP (1983) também encontraram diferenças nesta relação para *M. borellii*; a mesma relação foi encontrada para *M. acanthurus* (FAVARETTO, 1973), *M. iheringi* (LOBÃO & LONA, 1979). MORAES-VALENTI & VALENTI (2007) com estudos em culturas de diferentes intensidades, encontraram que *M. amazonicum* tem crescimento diferenciado entre sexos e entre morfotipos tanto em sistemas semi-intensivos quanto intensivos ou altamente intensivos, sempre resultando em alta produtividade.

Todas as relações morfométricas apresentaram alometria positiva, o coeficiente angular das regressões foram diferentes e maiores que 1, ou seja, o eixo 'Y' cresce a uma proporção maior que o eixo 'X'. O comprimento do abdome confere à espécie duas vantagens principais do ponto de vista ecológico e econômico: segundo VALENTI (1984) e SILVA *et al.* (2004), em *Macrobrachium* existe uma relação direta entre a fecundidade e o tamanho. O número de ovos é bastante variável em indivíduos da mesma espécie, mas aumenta em quantidade com o tamanho da fêmea. Neste sentido, um maior tamanho do abdome implica maior acomodação dos ovos nos pleópodos e, conseqüentemente, a possibilidade de um maior sucesso reprodutivo, o que pode ser considerado como vantagem, considerando a alta mortalidade

durante os primeiros estágios larvais. O tamanho maior de fêmeas observado neste estudo, leva a crer que o estuário amazônico é um importante sistema para a manutenção dos estoques da espécie em estudo. Supõe-se que as fêmeas maiores e, conseqüentemente com maior quantidade de ovos aderidos aos pleópodos, procuram este local para a liberação das larvas, associando este local à maior probabilidade de sobrevivência da prole, devido às inúmeras áreas de refúgio (canais-de-maré) e à quantidade de matéria orgânica em suspensão. Por outro lado, a vantagem econômica, e não necessariamente ecológica, é a captura de espécimes de maior tamanho corporal, garantindo movimentação monetária local. Entretanto, sugere-se cautela ao lidar com estas duas variáveis juntas, isto é, a sustentabilidade ecológica e econômica (BENTES *et al.*, 2011c).

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processo nº 553125/05-2/MCT-CNPq, Edital CT-Amazônia nº32/2005) pelo fomento desta pesquisa e à FAPESPA pela concessão de bolsa de doutorado à primeira autora. Ao Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo de Recursos Aquáticos da UFPA pela logística prestada e aos colegas Allan Jamesson, Morgana Almeida, Danielle Cavalcante, Leiliane Silva, Leocyvan Nunes, Roberto Vilhena, Antônio Sérgio Carvalho, Michel Oliveira e aos pescadores e suas famílias.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S.S.; AMARAL, D.D. & SILVA, A.S.L. 2004. Análise florística e estrutura de florestas de várzea no estuário amazônico. **Acta Amazônica** **34** (4): 513-524.

ALBERTONI, E.F.; PALMA-SILVA, C. & ESTEVES, F. A. 2004. Larvae and post-larvae of Penaeidae and Palaemonidae in coastal lagoons of the North of Rio de Janeiro (Macaé, RJ). **Revista Brasileira de Biologia** **59** (1): 109 – 117.

ALBERTONI, E.F.; PALMA-SILVA, C. & ESTEVES, F. A. 2003. Natural diet of three species of shrimp in a tropical coastal lagoon. **Brazilian Archives of Biology and Technology** **46** (3): 395 - 403.

BARROS, M.P. & SILVA, L.M.A. 1997. Registro de introdução da espécie exótica *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em águas do Estado do Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Série Zoologia** **13**: 31-37.

BIALETZKI, A.; NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G. & BOND-BUCKUP, G. 1997. Occurrence of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) in Leopoldo's inlet (Ressaco do Leopoldo), upper Paraná river, Porto Rico, Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** **14**: 379-390.

BENTES, B.S., J. M. MARTINELLI, D. V. CAVALCANTE, L. S. SILVA, M.C. ALMEIDA & V.J. ISAAC. 2011a. Spatial distribution of the Amazon River shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, PA). **Brazilian Journal of Biology**. *No prelo*.

BENTES B.S., MARTINELLI, J.M. & ISAAC, V.J. 2011b. Dinâmica populacional do camarão-da-Amazônia – *Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862 (Decapoda: Palaemonidae) – no estuário Guajará – Belém – PA – Brasil. Capítulo V desta tese).

BENTES B.S., MARTINELLI, J.M. & ISAAC, V.J. 2011c. Aspectos sociais e financeiros dos pescadores de camarão-da-Amazônia – *Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862 (Decapoda:Palaemonidae): Estudo de caso em um estuário amazônico. Capítulo VI desta tese.

BENTES B.S., MARTINELLI, J.M. & ISAAC, V.J. 2011d. Biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) em um estuário da Amazônia brasileira. Capítulo II desta tese.

BOND, G. & BUCKUP, L. 1983. O cultivo de *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896) e *Macrobrachium potiuna* (Muller, 1880) em laboratório (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). **Revista Brasileira de Biologia** 43 (2): 177-190.

BORGES, M. S. 2003. Distribuição, abundância e biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) e *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) (Crustácea, Decapoda, Palaemonidae) no Açude público de Rômulo Campos, Itiúba – Bahia. Universidade Federal da Bahia.

CAVALCANTE, D.V. 2008. Biodiversidade dos crustáceos decápodos das Ilhas do entorno de Belém. Universidade Federal do Pará.

CLARKE, K. R. WARWICK, R. M. 1994 & 2001. Change in marine communities: an Approach to Statistical Analysis and Interpretation. 1st edition: Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, UK, 144p. 2nd edition: PRIMER-E, Plymouth, UK, 172pp[839].

CHOU DHURY, P.C. 1971a. Laboratory rearing of larvae of the palaemonid shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) reared in laboratory (Decapoda, Palaemonidae). **Crustaceana** 21: 113-126.

CHOU DHURY, P.C. 1971b. Responses of larval *Macrobrachium carcinus* (L.) to variations in salinity and diet (Decapoda, Palaemonidae). **Crustaceana** 20: 113-120.

COELHO, P.A.; PORTO. M.R.; BARRETO. A.V. & COSTA. V.E. 1982. Crescimento em viveiro de cultivo do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda:Palaemonidae). **Revista Brasileira de Zoologia** 1(1): 45-49.

DITTMAR, T. & LARA, R.J. 2001. Driving forces behind nutrient and organic matter dynamics in a mangrove tidal creek in North Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** **52**: 249-259.

FAVARETTO, L.1973. Aspectos físico-ecológicos do camarão de água doce *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) Crustácea – Decapoda – Palaemonidae. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, São Paulo.

FLEXA, C.E.; SILVA, K.C.A. & CINTRA, I. H.A. 2005. Morfometria do camarão-canela, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862), no município de Cametá – Pará. **Boletim Técnico Científico do CEPNOR** **5** (1): 41-54.

FONTELES-FILHO, A. A. 1989. Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica populacional. Fortaleza. Imprensa oficial do Ceará. 296p.

GUEST, W. C. 1979. Laboratory life history of the shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). **Crustaceana** **37** (2): 141-152.

GREGÓRIO, A. M. S. & MENDES, A. C. 2009. Characterization of Sedimentary deposits at the confluence of two Tributaries of the Pará River Estuary (Guajará Bay, Amazon). **Continental Shelf Research** **29**: 609-618. doi:10.1016/j.csr.2008.09.007

HERRERA, F.D.; URIBE, E.S.; RAMIREZ, L.F.B. & MORA, A.G. 1998. Critical thermal maxima and minima of *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda:Palaemonidae). **Journal of thermal biology** 23(6): 381-385.

IDESP (Instituto de Desenvolvimento Econômico – Social do Pará). Sem data. Coordenadoria de Estatística Estadual. Relatório. Belém.

ISMAEL, D. & NEW, M.B. 2000. Biology. In: New, M.B., Valenti, W.C. (Eds). **Freshwater Prawn Culture: the Farming of *Macrobrachium rosenbergii***. Blackwell, Oxford. 18-40p.

KRUMME, U. & LIANG, T.H. 2004. Tidal induced changes in a copepod dominated zooplankton community in a microtidal mangrove channel in northern Brazil. **Zoological Studies** 43 (2): 404-414.

KRUMME, U.; SAINT-PAUL, U. & ROSENTHAL, H. 2004. Tidal and diel changes in the structure of a nekton assemblage in small intertidal mangrove creeks in northern Brazil. **Aquatic Living Resources** 17: 215-229.

LIMA, R.R.; TOURINHO, M.M. & COSTA, J.P.C. 2001. Várzeas **flúvio-marinhas da Amazônia brasileira. Características e possibilidades agropecuárias**. Belém: FCAP, 341p.

LISBOA, E. M. 2009. Estrutura populacional de *Callinectes bocourti* (Crustacea, Decapoda, Portunidae) no Furo das Marinhas, Ilha de Mosqueiro, Belém, Pará, Brasil. Universidade Federal do Pará.

LOBÃO, V.L. & LONA, F.B. 1979. Biometria e isometria em *Macrobrachium holthuisi* Genofre & Lobão, 1976 (Crustacea:Decapoda). **Boletim do Instituto de Pesca 6**: 17-50.

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.

MALLASEN, M. & VALENTI, W.C. 2006. Effect of nitrite on larval development of giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **Aquaculture 261**: 1292-1298.

MARTINELLI, J. M. 2005. Estrutura populacional dos camarões Penaeidae no estuário do Rio Caeté, litoral Norte do Brasil. Universidade Federal do Pará. Belém.174p.

MONTOYA, J.V. 2003. Freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* associated with roots of *Eichhornia crassipes* (Water Hyacinth) in the Orinoco Delta (Venezuela). Porto Rico: Mayagüez. **Caribbean Journal of Science 39** (1): 155-159.

MORAES-VALENTI, P.M.C.; VALENTI, W.C. 2007. Effect of intensification on grow out of the Amazon River prawn, *Macrobrachium amazonicum*. **Journal of the world aquaculture society** **38**: 516-526.

ODINETZ COLLART, O. & MOREIRA, L. C. 1993. Potencial pesqueiro de *Macrobrachium amazonicum*, na Amazônia Central (Ilha do Carneiro) variação da abundância e do comprimento. **Amazoniana** **3** (4) : 399-413.

ODINETZ COLLART, O. 1987. La pêche crevettière de *Macrobrachium amazonicum* (Palaemonidae) dans le Bas-Tocantins, apres la fermeture du barrage de Tucuruí (Brésil). **Revista de Hydrobiologia Tropical** **20** (2): 134 – 144.

PAIVA, R.S.; ESKINAZI-LEÇA, E.; PASSAVANTE, J.Z.O.; SILVA-CUNHA, M.G.G. & MELO, N.F.A.C. 2006. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi** **1**(1): 133-146.

ROCHA, S.S. & BUENO, S.L.S. 2004. Crustáceos decápodes de água doce com ocorrência no Vale do Ribeira de Iguape e rios costeiros adjacentes. São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **21**(4): 1001-1010pp.

SCHORIES, D.; BARLETTA-BERGAN, A. BARLETTA, M.; KRUMME, U. & RADEMAKER, V. 2003. The keystone role of leaf-removing crabs in mangrove forests of North Brazil. **Wetlands Ecology Management** **11**: 243-255.

SILVA, M. C. N. 2006. Dinâmica populacional do camarão cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) da Ilha do Combu – Belém – Pará. Universidade Federal do Pará.

SILVA, G.M.F.; FERREIRA, M.A.P.; LEDEBUR, E.I.C.F. & ROCHA, R.M. 2009. Gonadal structure analysis of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) from a wild population: a new insight into the morphotype characterization. **Aquaculture Research** 40: 798-803.

SILVA, K. C.; 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** 1(2): 41-73.

SILVA, R.R.; SAMPAIO, C.M.S. & SANTOS, J. 2004. Fecundity and fertility of *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae). **Brazilian Journal Biology** 64 (3^a): 489-500pp.

SOUZA, L.S. 2008. Composição da população de caranguejos dulcícolas das ilhas do entorno de Belém – Pará – Brasil. Universidade Federal do Pará.

SOUZA, L.S. 2010. Estrutura populacional e maturidade sexual de *Sylviocarcinus pictus* (H. Milne-Eduards, 1853) e *S. devillei* H. Milne-Eduards, 1853 (Brachyura, Trichodactylidae) das ilhas do estuário amazônico no entorno de Belém, Pará, Brasil. Universidade Federal do Pará.

STATSOFT, INC. 2007. STATISTICA (data analysis software system), version 7.

URL: www.statsoft.com

VALENTI, W.C. 1993. Freshwater prawn culture in Brazil. **World Aquaculture** 24 (1): 30-34.

VALENTI, W.C. 1984. Estudo populacional dos camarões de água doce *Macrobrachium acanthurus* (Weigman, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) do rio Ribeira Iguape (Crustacea, Palaemonidae). Universidade de São Paulo.

VALENTI, W.C. 2008. A aquicultura brasileira é sustentável? Palestra apresentada durante o IV seminário internacional de Aqüicultura, maricultura e pesca, Aquafair 2008. Florianópolis. 13 a 15 de maio de 2008. Disponível em www.avesui.com/anais.

VERGAMINI, F.; PILEGGI, L. & MANTELATTO, F. 2011. Genetic variability of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). **Contributions to zoology** 80 (1): 67-83.

VIANA, A.P. 2006. Ictiofauna como indicadora da qualidade ambiental na Baía do Guajará (Belém-PA), estuário Amazônico. 2006. Universidade Federal do Pará.

WANDERLEY, C.M. S. 2008. Abundância e biodiversidade do ictioplâncton no rio Pará (Barcarena-PA). Universidade Federal do Pará.

CAPÍTULO V

DINÂMICA POPULACIONAL DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA – *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (DECAPODA:PALAEMONIDAE) – NO ESTUÁRIO GUAJARÁ - BELÉM - PA - BRASIL



Artigo elaborado para publicação no periódico **JOURNAL OF CRUSTACEAN BIOLOGY** publicado por: The Crustacean Society, ISSN: 1984-4670 (impresso) e 1984-4689 (online).

DINÂMICA POPULACIONAL DE *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (DECAPODA : PALAEMONIDAE) EM UM ESTUÁRIO AMAZÔNICO BRASILEIRO

Bianca Bentes^a, Jussara M. Martinelli^b and Victoria Isaac^b

(BB, correspondence: bianca@ufpa.br) Instituto de Estudos Costeiros, Universidade Federal do Pará. Alameda Leandro Ribeiro, s/n, Aldeia, CEP: 68600-000, Bragança, Pará, Brazil. (55) 91-3425-1209

(JMM, Jussara@ufpa.br) (VI, biologiapesqueira@yahoo.com.br) Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo de Recursos Aquáticos, Universidade Federal do Pará, Av. Perimetral, 2651, CEP: 66077-530, Belém, Pará, Brazil. (55) 91-3274-0599.

ABSTRACT

O camarão-da-Amazônia, *Macrobrachium amazonicum*, é uma espécie dulcícola de larga abundância nos rios da bacia amazônica e amplamente explorada pela pesca artesanal e pela aquicultura. Foi objetivo deste estudo obter os parâmetros de crescimento e mortalidade dos exemplares coletados de maio/2006 a agosto/2007 no estuário Guajará com auxílio do programa FISAT II. O comprimento máximo assintótico (L_{∞}) estimado foi quase sempre maior para as fêmeas e a constante de crescimento individual (K) maior para os machos na maioria dos casos. O L_{∞} variou de 36.5 a 46.9 mm e K de 0.2 a 0.44 ano⁻¹. O coeficiente de mortalidade total (Z) variou de 2.04 a 3.78 ano⁻¹ e por pesca (F) de 1.57 a 2.75 ano⁻¹. As taxas de exploração calculadas alertam para um estado de sobreexploração da espécie. O estudo do crescimento e mortalidade em crustáceos é de extrema importância, por fornecer informações básicas para subsidiar o ordenamento e manejo pesqueiro.

INTRODUÇÃO

Macrobrachium amazonicum (Heller, 1862) é um camarão de água doce de ampla distribuição em águas continentais e estuarinas brasileiras. Na Amazônia, está incluído entre as espécies mais abundantes e representa um importante recurso na pesca de subsistência e comercial do estuário amazônico. Mesmo assim, pouco se conhece sobre os volumes produzidos e/ou comercializados na região (Bentes et al., 2011, *no prelo*).

Os únicos dados de produção pesqueira de camarões no Estado do Pará são provenientes da estatística pesqueira do IBAMA, na qual são registrados os desembarques pesqueiros anuais em portos-chave da zona costeira correspondendo a várias espécies de forma conjunta, como os camarões marinhos (*Farfantepenaeus subtilis*, *Xiphopenaeus kroyeri*, *Litopenaeus schmitti*, entre outros) e os camarões dulcícolas (*M. amazonicum* e *M. surinamicum*) (IBAMA, 2011).

A biologia de *M. amazonicum* também é pouco conhecida. Entretanto, em pesquisas realizadas em cultivo, algumas características do ciclo de muda (Hayd et al., 2008; Hayd, 2007), fecundidade e fertilidade (Lobão et al., 1986), desenvolvimento larval (Maciel, 2007; Araújo e Valenti, 2005; Vetorelli, 2004; Araújo e Valenti, 2003; Rojas et al., 1990; Magalhães, 1985), crescimento relativo (Coelho et al., 1982; Roverso et al., 1990; Moraes-Riodades e Valenti, 2002) e da densidade do cultivo (Kimpapa, 2007; Moraes-Riodades et al., 2006; Moraes-Riodades, 2005; Kimpapa, 2004; Lobão et al., 1994) já foram estudadas, assim como o potencial econômico destes empreendimentos no Brasil (Brown et al., 2010; Kutty e Valenti, 2010; Moraes-Valenti e Valenti, 2010; New, 2005; Moraes-Riodades e Valenti, 2001; New et al., 2000; Odinetz-Collart e Moreira, 1996; Valenti, 1993; Valenti, 1985; Coelho et al., 1981) e na Venezuela (Romero, 1982). No ambiente natural, conhece-se a fecundidade e fertilidade da espécie (Da Silva et al., 2004), seu desenvolvimento ovocitário (Chaves e Magalhães, 1993), estratégias reprodutivas (Bentes et al., 2011 *no prelo*; Porto, 1998; Odinetz-Collart, 1991a; Odinetz-Collart e Rabelo, 1996), a estrutura populacional no complexo hidrelétrico de Tucuruí (Odinetz-Collart, 1991b), a genética (Vergamini et al., 2011) e a morfologia (Porto, 2004) da espécie em diferentes bacias, além da dinâmica na população da Ilha do Combu, Pará (Lucena-Frédou et al., 2010).

De acordo com a percepção dos ribeirinhos, que usam este recurso no estuário amazônico, o tamanho médio dos indivíduos capturados e a abundância dos camarões vêm diminuindo ao longo do tempo, provavelmente devido ao incremento do esforço na região insular da Baía de Guajará, onde este recurso sustenta as famílias que lá moram.

Como não existem trabalhos que avaliem as populações de *M. amazonicum* no estuário amazônico, excetuando-se o trabalho de Lucena-

Frédou et al. (2010) que afirma estado de sobreexploração da espécie na Ilha do Combu, o presente estudo aborda a dinâmica populacional da espécie em toda a região estuarina da Baía do Guajará, buscando estimar parâmetros de crescimento e mortalidade para a aplicação de modelos de avaliação do estado de exploração de *M. amazonicum*. Desta forma, pretende-se contribuir para o maior conhecimento da espécie e subsidiar iniciativas de manejo da pesca.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Baía do Guajará (Figura 1) é uma região do estuário amazônico submetida à mistura de águas continentais e sedimentos que drenam para o mar, carregados pelo rio Amazonas (Barthem, 1985). Apresenta fundo irregular composto por areia e lama (fluida e compacta), formando bancos de sedimentos que se distribuem de acordo com a ação das correntes fluviais e das marés (Gregório e Mendes, 2009).

Estas características conferem ao estuário um ambiente muito dinâmico, abrigando espécies marinhas e de água doce, cuja captura e comercialização representam para o Estado do Pará um importante rendimento econômico (Bentes et al., 2011 *no prelo*).

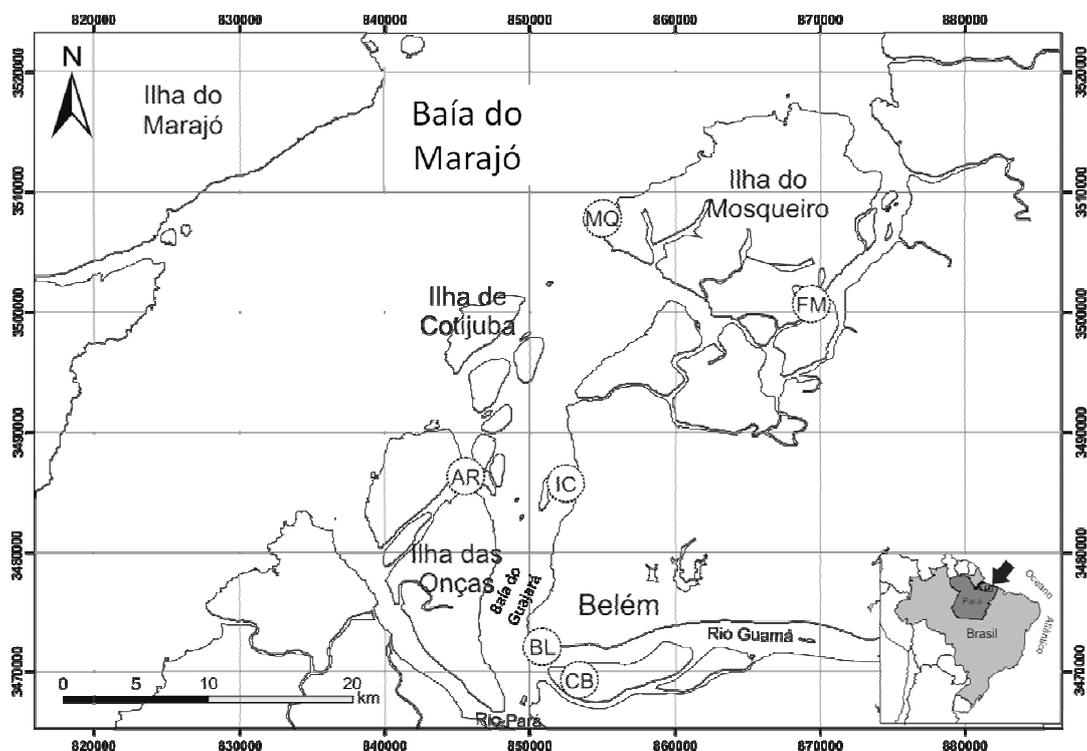


Figura 37: Localização dos locais de coleta de camarões no período de maio/2006 a agosto/2007 num estuário do estado do Pará. Os códigos se referem aos pontos de coleta,

sendo MQ = Ilha do Mosqueiro (porto do Pelé); FM = Furo das Marinhas (Ilha do Mosqueiro); AR = Ilha do Arapiranga; IC = Distrito de Icoaraci; BL = Orla de Belém; CB = Ilha do Combu.

Coleta e processamento das amostras

Exemplares de *M. amazonicum* foram obtidos através de coletas mensais de maio/2006 a agosto/2007 em seis sítios da Baía do Guajará (Figura 1) a saber: orla de Belém, Ilha do Combu, Distrito de Icoaraci, Ilha do Arapiranga, Ilha de Mosqueiro e Furo das Marinhas. As amostragens foram realizadas com armadilhas – localmente chamadas de *matapis*, colocadas aos pares. Três tipos de *matapis* foram utilizados com diferentes dimensões: P - pequeno, M – médio e G – grande. A descrição detalhada desta arte de pesca e suas dimensões está em Bentes et al. (2011, *no prelo*).

As armadilhas foram iscadas com farinha de babaçu (*Orbignya speciosa*) e pedaços de peixe. O conjunto de armadilhas foi colocado na baixa-mar do dia anterior à lua nova. Na primeira baixa-mar do dia seguinte, os *matapis* foram recolhidos, totalizando aproximadamente 12h de permanência na água.

Os espécimens capturados foram devidamente etiquetados e transportados ao Laboratório de Biologia Pesqueira da Universidade Federal do Pará onde tiveram o comprimento da carapaça - CC (medida da parte posterior da órbita até a extremidade posterior da carapaça sem incluir o rosto) - e o peso total (g) mensurados.

O sexo foi determinado pela observação da morfologia do endopodito do segundo par de pleópodes, como proposto por Ismael e New (2000).

Análise dos dados

A análise dos dados dos camarões para o estudo de dinâmica populacional foi realizada considerando-se os indivíduos em todas as armadilhas e locais agrupados mensalmente. Dos 9.118 indivíduos de camarão-da-Amazônia capturados, 9.077 foram identificados quanto ao sexo e tiveram o CC e a massa registrada. As médias de CC e peso corpóreo foram testados com ANOVA entre sexos e meses. Os estudos de dinâmica populacional foram realizados com o programa FISAT II (FAO/ICLARM Stock Assessment Tools, versão 1.1.2, disponível em <http://www.fao.org.br/fi/statist/fisoft/fisat/>, Gayanilo Jr. et al., 2000-2004). Ao final das análises, os resultados correspondentes aos valores de CC foram

convertidos em CT (comprimento total), segundo a equação linear de regressão $CT=11.158+3.8822CC$ (Equação 1) (Bentes et al., 2011 *no prelo*).

Crescimento

Para estimar o crescimento corpóreo para sexos separados foram utilizadas as distribuições mensais de comprimento da carapaça (CC – mm), agrupadas em intervalos de classe de 2 mm. Para o ajuste da curva de crescimento foi utilizado o modelo generalizado de von Bertalanffy (1934) (Equação 1), que estabelece a função entre o comprimento total (L_t) e a idade dos espécimes, a partir da fórmula:

$$L_t = L_\infty \left[1 - e^{\left\{ -k(t-t_0) - \frac{CK}{2\pi} \text{sen}(2\pi(t-t_s)) \right\}} \right] \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

L_t = comprimento total estimado na idade t (mm);

t = idade média no comprimento L_t (anos);

L_∞ = comprimento assintótico (mm);

K = constante de crescimento (ano^{-1}) – velocidade em que o indivíduo tende a alcançar L_∞ ;

C = amplitude de oscilação da taxa de crescimento (variando de 0 a 1);

t_0 = idade (ano) no comprimento $L_t = 0$ obtida pela equação empírica de Pauly (1979) (Equação 2):

$$\text{Log}_{10}(-t_0) = -0.392 - 0.275\text{Log}_{10}L_\infty - 1.038\text{Log}_{10}K \quad (\text{Equação 2})$$

t_s = ‘summer point’ - varia de 0 a 1 e corresponde à época do ano em que a taxa de crescimento é mais alta.

O t_s , é substituído pelo WP (*winter point*) em algumas rotinas, o qual designa o período do ano em que a taxa de crescimento é menor, este parâmetro também pode variar de 0 a 1, sendo ‘0’ equivalente a 1º de janeiro e ‘1’ a 31 de dezembro.

A partir das distribuições mensais de freqüência de CC, foi realizada a separação dos grupos etários e a determinação do comprimento médio por coorte, através do método de Bhattacharya (1967). Para o ajuste do modelo de von Bertalanffy, a partir destes dados de comprimento médio por classe etária,

foram utilizados os métodos de Appeldoorn (1987, 1989) e a rotina 'Length at age' do programa FISAT II . Adicionalmente, os mesmos dados de distribuição de freqüências de tamanho foram usados para outro ajuste da curva de crescimento pelo método ELEFAN I (Pauly e David, 1980, 1981), que identifica modas (picos) e valores intermodais (vales), após o cálculo de médias corridas em um processo denominado de 'reestruturação'. Em todos os casos, os ajustes foram realizados considerando o recrutamento de duas coortes distintas por ano, resultado de dois períodos diferentes de desova (Lucena-Frédou et al., 2010)

A longevidade ou idade máxima ($t_{m\acute{a}x}$) foi estimada a partir da observação dos gráficos da curva de crescimento obtidos no ELEFAN I.

Adicionalmente, as estimativas de K e L_{∞} foram utilizadas para o cálculo do índice de *performance* do crescimento (ϕ'), segundo Moureau et al.(1986) (Equação 3) e posteriormente comparados com outras estimativas de outras espécies de *Macrobrachium*, obtidas a partir de parâmetros de crescimento (L_{∞} e K) da literatura.

$$\phi' = \log K + 2*\log L_{\infty} \quad (\text{Equação 3})$$

Mortalidade

A taxa de mortalidade natural (M) de *M. amazonicum* foi estimada por cinco métodos utilizando os sexos separadamente:

- 1) Rikhter e Efanov (1976) (Equação 4) que relaciona M com a idade da primeira maturação (t_{50});

$$M = [(1.52/(t_{50})^{0.72}) - 0.16] \quad (\text{Equação 4})$$

Onde t_{50} corresponde à idade em que 50% da população está madura, que foi estimada pela equação inversa de von Bertalanffy, considerando $L_{50} = 11.5$ mm de CC, como obtido por Bentes et al. (2011, neste volume, capítulo II).

- 2) Pela fórmula de Pauly (1980) (Equação 5), que supõe que a mortalidade natural está relacionada com os parâmetros de crescimento de von Bertalanffy, K (ano^{-1}) e L_{∞} (mm), bem como com a temperatura superficial média da água, que para a área de estudo foi estabelecida em 28°C:

$$\ln(M) = -0,0066 - 0,27\ln(L_{\infty}) + 0,6543\ln(K) + 0,463\ln(T) \quad (\text{Equação 5})$$

3) Alverson e Carney (1975) (Equação 6), que estima M a partir de K e t_{\max}

$$; M = 3K / ((e^{0.38Kt_{\max}}) - 1) \text{ (Equação 6)}$$

4) Hoenig (1983) (Equação 7), que relaciona a mortalidade natural com a idade máxima (t_{\max}), indicando que o primeiro é inversamente proporcional ao segundo;

$$M = e^{1.44 - 0.982 \cdot \log_{10}(t_{\max})} \text{ (Equação 7)}$$

5) Roff (1984) (Equação 8) – que relaciona a mortalidade com a idade de 1ª maturação sexual (t_{50});

$$M = 3K / (e^{Kt_{50}} - 1) \text{ (Equação 8)}$$

Para obtenção da taxa de mortalidade total (Z) foram utilizados os seguintes métodos:

1) curva de captura de Ricker (1975) (Equação 9), convertida para comprimentos, através da equação inversa de von Bertalanffy (1934);

2) método de Beverton & Holt (1956) (Equação 10) que calcula Z a partir dos comprimentos médios na captura e dos parâmetros K e L_{∞} e ainda

3) método de Ault e Ehrhart (Equação 11) que é derivado da fórmula de Beverton & Holt (1956) adicionada dos fatores L_{\max} (maior classe de comprimento capturada).

$$\ln(C(L_1, L_2) / \Delta t(L_1, L_2)) = C - Z \cdot t((L_1 + L_2) / 2) \text{ (Equação 9)}$$

Onde: C = amplitude de oscilação da taxa de crescimento (variando de 0 a 1);

$$Z = K \frac{(L_{\infty} - L_{\text{médio}})}{(L_{\text{médio}} - L')} \text{ (Equação 10)}$$

$$\left(\frac{L_{\infty} - L_{\max}}{L_{\infty} - L'} \right)^{Z/K} = \left(\frac{Z(L' - L_{\text{med}}) + K(L_{\infty} - L_{\text{med}})}{Z(L_{\max} - L_{\text{med}}) + K(L_{\infty} - L_{\text{med}})} \right) \text{ (Equação 11)}$$

Sendo: L' = comprimento a partir do qual 100% dos indivíduos estão vulneráveis à arte de pesca;

$L_{\text{médio}}$ = comprimento médio da captura total;

A partir das taxas de mortalidade natural e total foram calculadas as taxas F (mortalidade por pesca) e E (taxa de exploração), segundo as equações 12 e 13.

$$F = Z - M \quad \text{(Equação 12)} \quad \frac{F}{Z} \quad \text{(Equação 13)}$$

Todos os parâmetros de mortalidade foram calculados para machos e fêmeas, separadamente, e posteriormente para sexos agrupados. Neste caso, os parâmetros da curva de crescimento utilizados foram as médias dos obtidos entre os dois sexos.

Para estimar o padrão de recrutamento à área de pesca, ou seja, a intensidade dos pulsos de recrutamento, também foram utilizadas as freqüências de comprimento e os parâmetros da equação de von Bertalanffy. Conhecendo-se os parâmetros de crescimento, foi possível calcular quanto teria demorado um determinado grupo de tamanho para chegar desde $L = 0$ mm até o tamanho atual. O acúmulo de freqüências (descontada a mortalidade) resulta na intensidade de recrutamento ao longo de um ano.

Rendimento por recruta

O modelo de rendimento por recruta (Beverton e Holt, 1956), utilizado supondo seletividade do tipo 'knife edge' (corte de faca), foi aplicado para sexos agrupados. Este método parte do pressuposto que a seleção dos indivíduos à pesca ocorre a partir de um determinado momento e que dado um certo padrão de crescimento (K e L^∞) e mortalidade natural, os rendimentos das capturas dependem do valor da mortalidade por pesca (F) e do tamanho ou idade de primeira captura (L_c ou t_c), respectivamente. Para a utilização deste método foi necessário estimar as razões dos parâmetros L_c/L^∞ e M/K . Adicionalmente, foi utilizado o tamanho médio de primeira captura (L_c), obtida para sexos agrupados dos dados da pesca comercial de Lucena-Fredou et al. (2010). Este valor de comprimento total foi convertido a comprimento da carapaça pela fórmula de Bentes *et al.* (2011, *no prelo*). Assim, obteve-se o comprimento total – CT- médio de primeira captura $L_c = 4.45\text{cm}$ ou 8.61mm de comprimento da carapaça [CC]. Calculou-se também o t_c , utilizando a equação inversa de crescimento de von Bertalanffy ($t_c = 0.5$) e os parâmetros de crescimento também médios por sexo.

A partir da média dos valores encontrados para a mortalidade por pesca (F) e mortalidade total (Z) foi calculada a taxa de exploração atual a qual foi comparada com as taxas fornecidas pela rotina do FISAT:

$E_{0.1}$ = taxa de exploração que corresponde ao ponto na curva de rendimento por recruta, onde a inclinação é de 10% do valor máximo;

$E_{sb50\%}$ = é a taxa na qual a biomassa desovante estaria a 50% da biomassa virgem;

$E_{máx}$ = é o valor da taxa de exploração obtida quando o rendimento é máximo;

RESULTADOS

Estrutura da população

O menor indivíduo capturado teve o comprimento de carapaça (CC) de 1.55mm e o maior de 44.72mm, sendo a média geral de 12.88mm que corresponde a 61.2mm de comprimento total. As amplitudes de tamanho e de massa, assim como as médias e os desvios para cada sexo e para os sexos agrupados estão listados na tabela 1.

Tabela 21: Variação do comprimento médio da carapaça e massa do camarão-da-Amazônia coletados na Baía do Guajará (PA). N = número de exemplares coletados em cada categoria, CC = comprimento da carapaça, DP = Desvio padrão, F= fêmea, M = macho, IND = sexo indeterminado e T = total de indivíduos.

Sexo	CC (mm)					Massa (g)			
	N	Mín	Máx	Média	DP	Mín	Máx	Média	DP
F	4471	2.57	44.72	14.80	2.84	0.04	13.80	2.88	1.37
M	4181	1.55	34.23	12.95	1.78	0.02	22.07	1.96	0.91
IND	465	3.09	30.22	11.36	3.39	0.02	12.37	1.27	1.09
T	9118	1.55	44.72	12.88	3.68	0.02	22.07	1.97	1.69

As médias de comprimento (CC) e massa diferem entre sexos, sendo as fêmeas maiores ($F=21.46$, $p<0.01$) e mais pesadas ($F=339.7$, $p<0.01$) que os machos. Os machos foram mais abundantes que as fêmeas, mas estas predominaram nas maiores classes de tamanho (Qui-quadrado: 910.99; $p<0,01$).

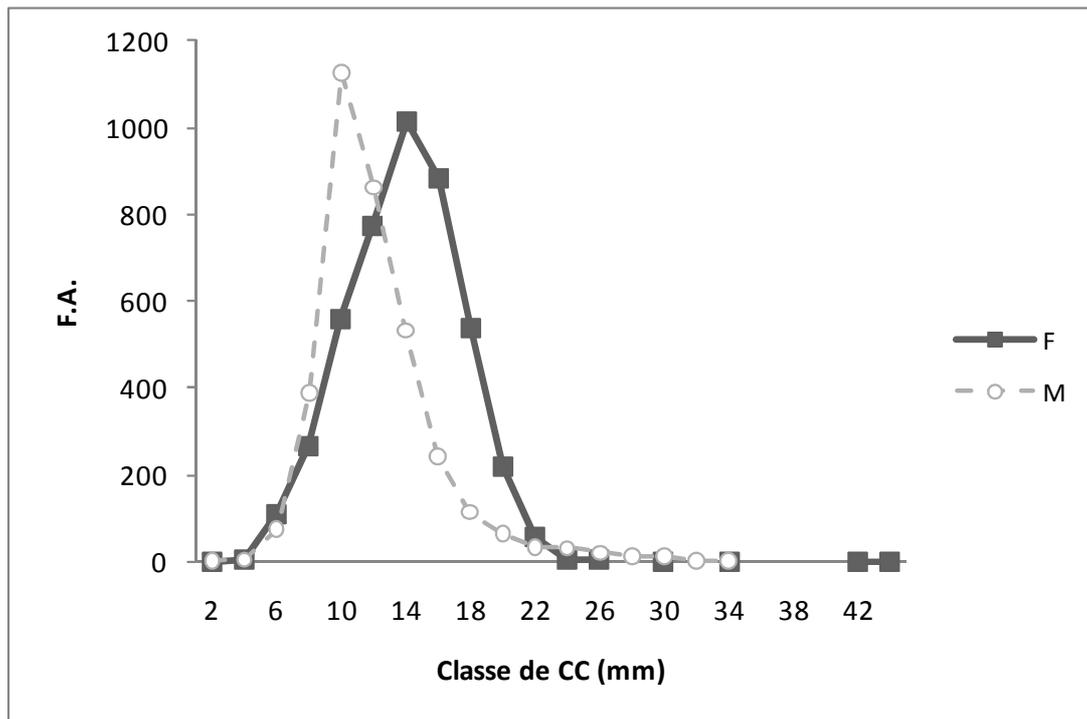


Figura 38: Frequência de comprimento da carapaça (CC – em mm) de *M. amazonicum* coletados no período de abril/2006 a agosto/2007. F = fêmeas, M = machos.

Crescimento corpóreo

Na decomposição da distribuição de freqüências de tamanho em curvas normais pelo método de Bhattacharya, *M. amazonicum* apresentaram duas modas ou uma moda evidente (Figuras 3 e 4) .

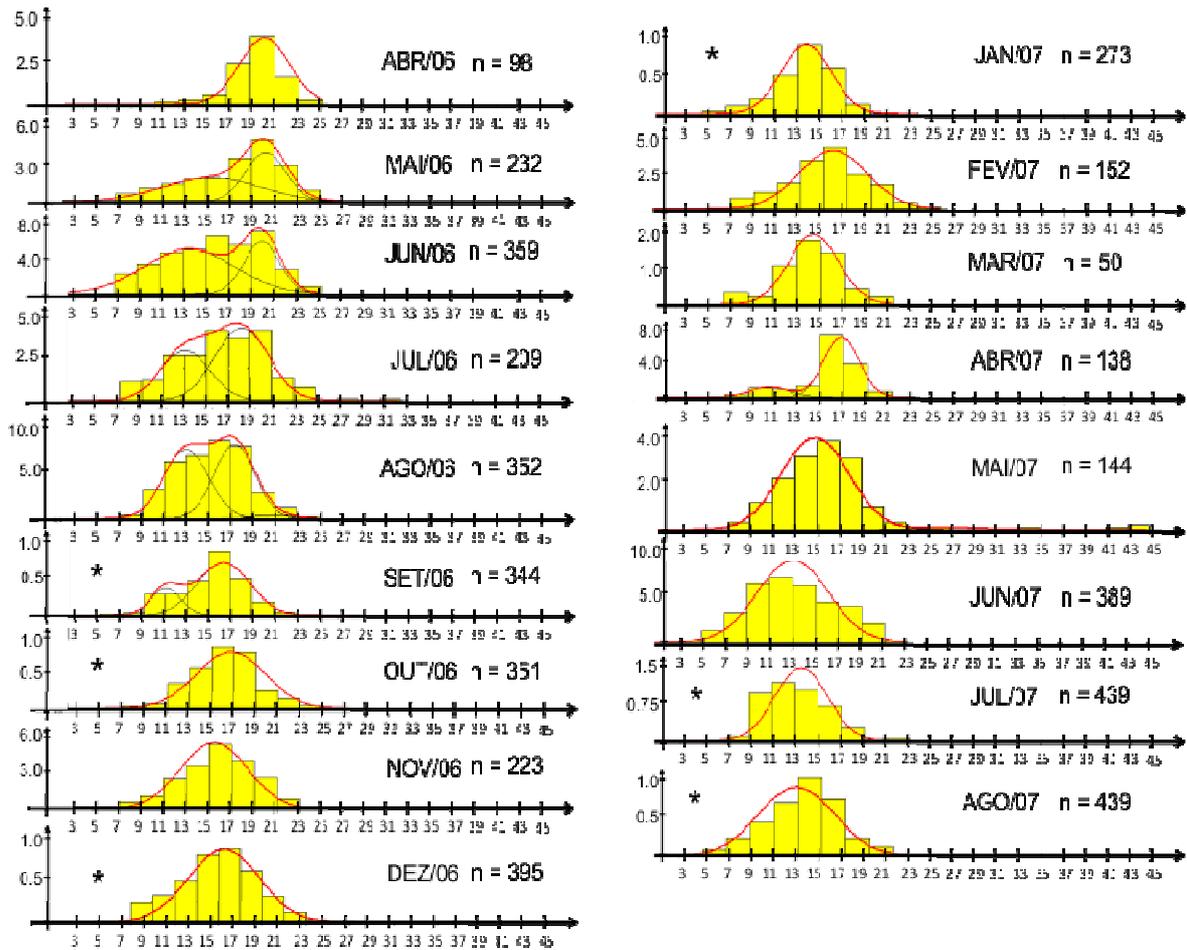


Figura 39: Frequências mensais de comprimento da carapaça (CC –mm) por classe de comprimento de fêmeas de *M. amazonicum* calculadas pelo método de decomposição das modas de Bhattacharya. Os espécimes foram coletados na Baía do Guajará e Ilha do Mosqueiro no período de abril de 2006 a agosto de 2007. As frequências calculadas do eixo Y estão representadas como potência de 10 (10¹) sendo que os destacados com * tem escala de Y = frequência de 10².

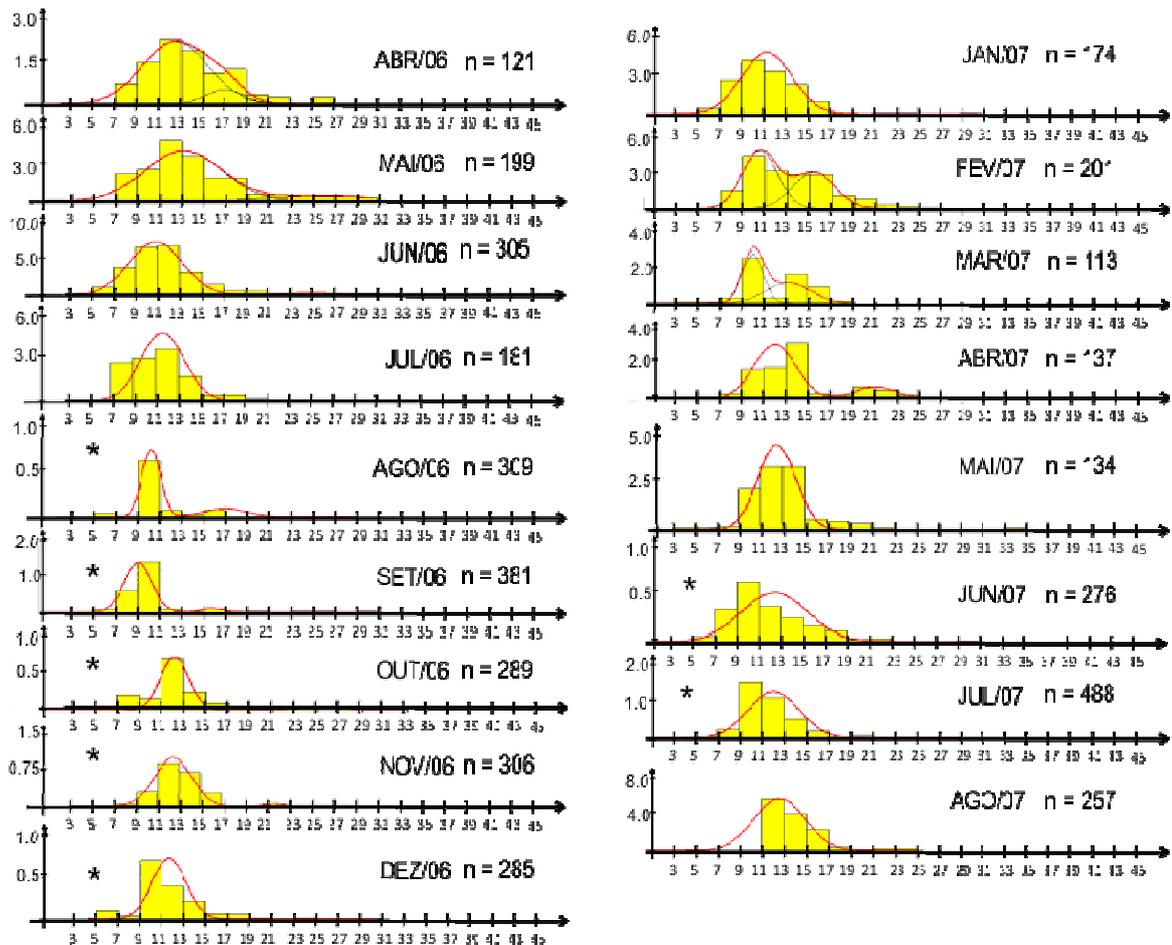


Figura 40: Frequências mensais de comprimento da carapaça (CC—mm) por classe de comprimento de machos de *M. amazonicum* calculadas pelo método de decomposição das modas de Bhattacharya. Os espécimes foram coletados na Baía do Guajará e Ilha do Mosqueiro no período de abril de 2006 a agosto de 2007. As frequências calculadas do eixo Y estão representadas como potência de 10 (10^1) sendo que os destacados com * tem escala de $Y = \text{frequência de } 10^2$.

A partir da observação seqüencial dos valores modais foi possível confirmar o recrutamento de 2 coortes anuais para machos (Figura 3, Figura 5) e fêmeas (Figura 4, Figura 6), que provavelmente nasceram nos meses de abril (coorte 1) e agosto-setembro (coorte 2), no caso dos machos, e maio-junho (coorte 1) e agosto-setembro (coorte 2) no caso das fêmeas. Os camarões jovens foram recrutados com comprimentos da carapaça que variaram de 11.44 a 13.64mm.

O seguimento das modas correspondentes e posteriores ajustes forneceram parâmetros de crescimento bastante similares para estas duas coortes recrutadas por ano em cada sexo. As análises das seqüências de CC realizadas pelo ELEFAN também confirmam este padrão (Figuras 5 e 6).

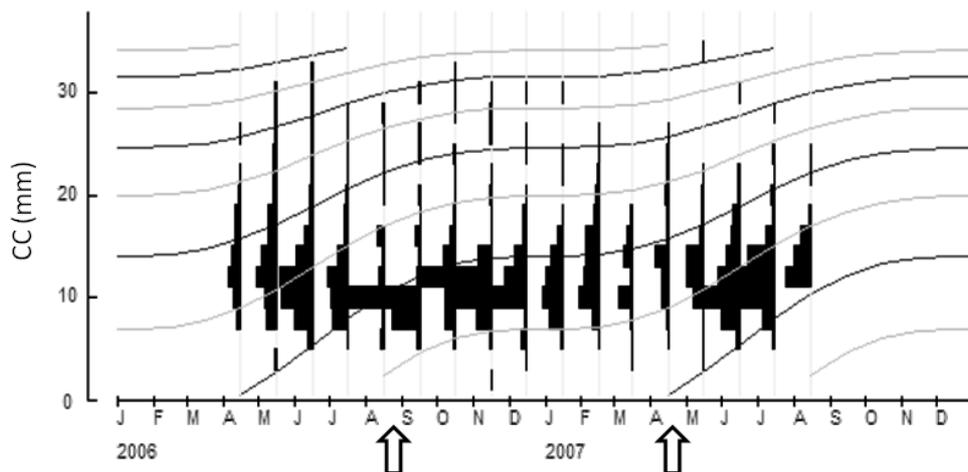


Figura 41: Curvas de crescimento das duas coortes anuais (linhas cinza e preta) estimada pelo ELEFAN 1 para dados de freqüência de comprimento da carapaça (CC em mm) para machos de *Macrobrachium amazonicum* capturadas na Baía do Guajará entre os meses de abril/06 a agosto/07. As setas indicam os recrutamentos.

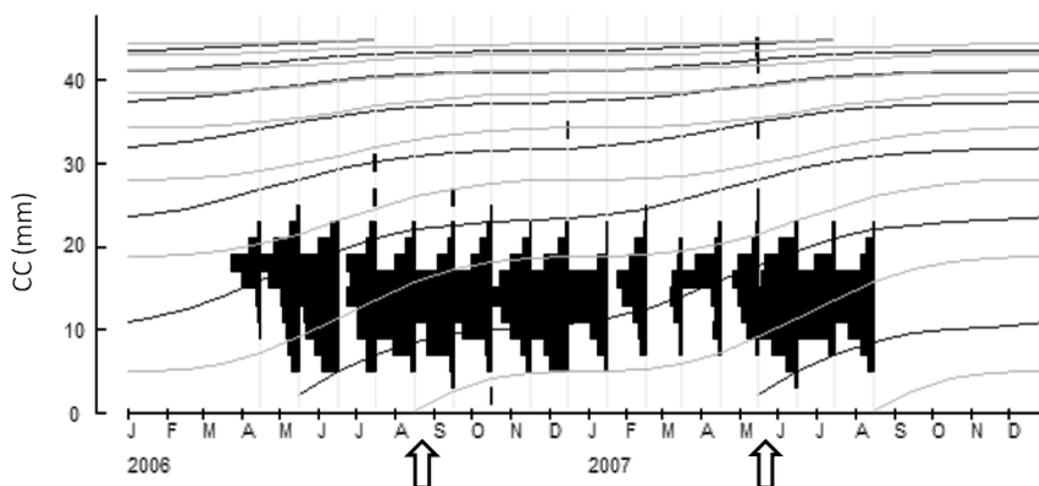


Figura 42: Curvas de crescimento das duas coortes anuais (linhas cinza e preta) estimada pelo ELEFAN 1 para dados de freqüência de comprimento da carapaça (CC em mm) para fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* capturadas na Baía do Guajará e Ilha de Mosqueiro entre os meses de abril/06 a agosto/07. As setas indicam os recrutamentos.

Da mesma forma, os parâmetros de crescimento da curva de von Bertalanffy estimados foram similares entre os métodos utilizados. O comprimento máximo assintótico (L^∞) estimado pelos métodos foi quase sempre maior para as fêmeas, sendo a constante de crescimento individual (K) maior para os machos, na maioria dos casos (Tabela 2). L^∞ variou de 36.5 a 46.9mm de CC ou 152.8 a 193.23mm de CT; e K de 0.20 a 0.44 ano⁻¹ tanto para as duas coortes como entre os diferentes métodos utilizados para obter as

estimativas. Dentre todos os métodos trabalhados, ELEFAN pareceu o mais ajustado aos dados e por isso foi o utilizado para obtenção das estimativas de mortalidade e do índice de performance de crescimento.

A intensidade da oscilação da curva de crescimento, representadas pelos valores de C e WP, foram estimadas nas rotinas onde estes valores puderam ser calculados. O crescimento é mais lento quase sempre no segundo semestre do ano, exceto pela rotina de Appeldoorn onde WP foi menor (Tabela 2).

Os valores de t_0 encontrados para as fêmeas foi de -0.139 anos e de -0.12 anos para os machos, calculados admitindo-se o uso dos parâmetros de crescimento obtidos pelo ELEFAN. Pela observação dos gráficos, conclui-se que a longevidade foi de aproximadamente 4 anos para os machos e de 6 anos para as fêmeas. Os índices de desempenho do crescimento (ϕ) variaram entre 7.75 e 8.20.

Tabela 22: Estimativa dos parâmetros de crescimento da curva de von Bertalanffy e da performance de crescimento (ϕ') de *Macrobrachium amazonicum*, coletados na Baía do Guajará no período de abril/06 a agosto/2007 para as duas coortes identificadas e para machos (M) e fêmeas (F). L_∞ = comprimento assintótico (mm); CC – comprimento da carapaça (mm) convertido em CT – comprimento total (cm) pela regressão linear $CT=3.8822*CC+11.158$ (BENTES *et al.*, 2011, *no prelo*); k = constante de crescimento (ano^{-1}); C = amplitude de oscilação da taxa de crescimento; WP – *winter point*.

Método	Coorte	Sexo	L_∞ (CC – mm)	L_∞ (CT – cm)	K (ano^{-1})	C	WP (ano)	ϕ'
Appeldoorn	1	M	42.14	17.47	0.23	1	0.4	7.846
		F	40.5	16.84	0.2	0.5	0.5	7.754
	2	M	44.8	18.51	0.21	1	0.34	7.857
		F	43.0	17.81	0.4	0.5	0.5	8.103
Length at age	1	M	-	-	-	-	-	-
		F	45.0	18.59	0.31	0.5	0.5	8.029
	2	M	-	-	-	-	-	-
		F	45.0	18.59	0.3	0.5	0.5	8.015
ELEFAN I	1	M	44.8	18.51	0.4	0.8	0.7	8.137
		F	46.6	19.21	0.31	0.7	0.9	8.058
	2	M	36.5	15.29	0.44	0.77	0.7	8.012
		F	46.9	19.32	0.4	1	1	8.174

Mortalidade e padrão de recrutamento

As taxas de mortalidade natural (M) estimadas variaram de 0.77 (método de Pauly) até 2.12 (Equação de Roff) e foram aproximadamente similares entre os sexos (Tabela 3).

Tabela 23: Taxas de mortalidade natural (M) do camarão-da-Amazônia – *Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862 – calculadas utilizando métodos indiretos de análise, cuja descrição e os parâmetros utilizados para as estimativas são discutidos ao longo do texto.

Método	Machos	Fêmeas	Sexos agrupados
Rikhter e Efanov	2.03	1.93	1.98
Alverson e Carney (1975)	1.68	1.25	1.44
Pauly (1980)	0.85	0.8	0.77
Hoenig (1983)	2.34	1.96	2.12
Roff (1984)	2.31	2.07	2.10
Média	1.79	1.52	1.66

A mortalidade total (Z) foi maior para os machos na maioria dos casos, exceto quando estimada pela curva de captura, que foi maior para fêmeas, variando de 2.37 a 3.78 ano⁻¹ para machos, de 2.04 a 3.55 ano⁻¹ para fêmeas e de 2.86 a 3.74 ano⁻¹ para sexos agrupados (Tabela 4; Figuras 7,8 e 9). A taxa de mortalidade por pesca variou de 0.39 a 2.75 para os dois sexos, e a taxa de exploração variou de 0.19 a 0.77 .

Tabela 24: Estimativa da mortalidade total (Z) para machos (M), fêmeas (F) e sexos agrupados (S.A.) de *M. amazonicum* obtidos através de diferentes. F# = mortalidade por pesca; E = taxa de exploração atual; L médio = comprimento médio das capturas experimentais; L' (mm) = comprimento mínimo onde 100% dos indivíduos são capturados.

Método	Sexo	Z ano⁻¹	F# ano⁻¹	E	Lmédio (mm)	L'(mm)
Curva de captura	M	2.37	1.57	0.66	12.95	10
	F	3.55	2.75	0.77	14.8	10
	S.A.	2.86	2.06	0.72	12.88	10
Beverton & Holt	M	3.78	2.12	0.56	12.95	10
	F	2.05	0.39	0.19	14.8	10
	S.A.	2.92	1.26	0.43	12.88	10
Ault & Ehrhart	M	3.77	2.11	0.56	12.95	10
	F	2.04	0.38	0.19	14.8	10
	S.A.	3.74	2.08	0.56	12.88	10

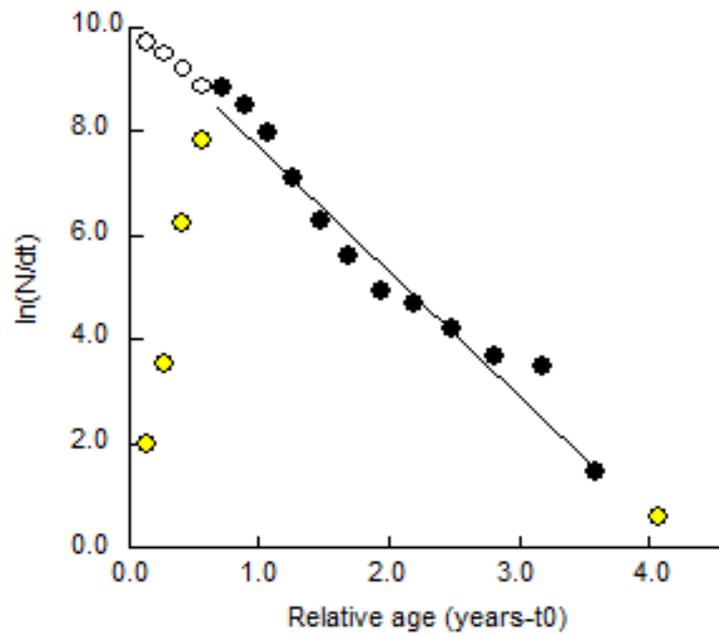


Figura 43: Curva de captura convertida em comprimentos segundo Ricker (1975) para machos de *M. amazonicum* capturados num estuário amazônico no período de abril/06 a agosto/07. Os pontos brancos representam as classes que não foram utilizadas no cálculo.

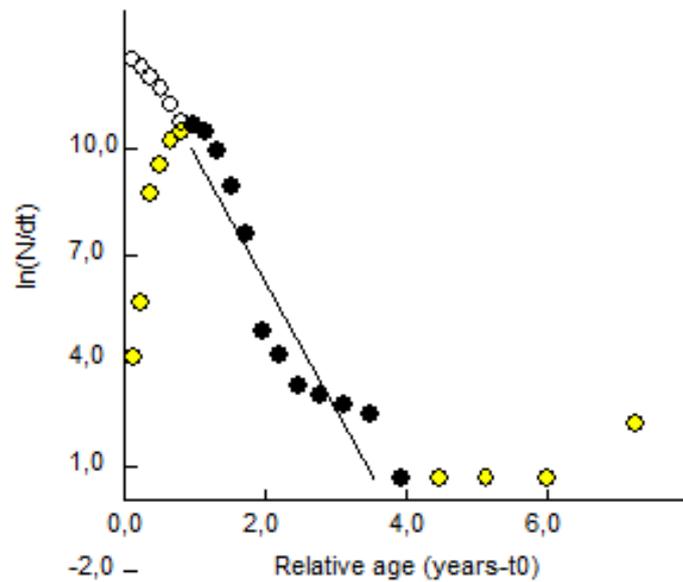


Figura 44: Curva de captura convertida em comprimentos segundo Ricker (1975) para fêmeas de *M. amazonicum* capturadas num estuário amazônico, no período de abril/06 a agosto/07. Os pontos brancos representam as classes que não foram utilizadas no cálculo.

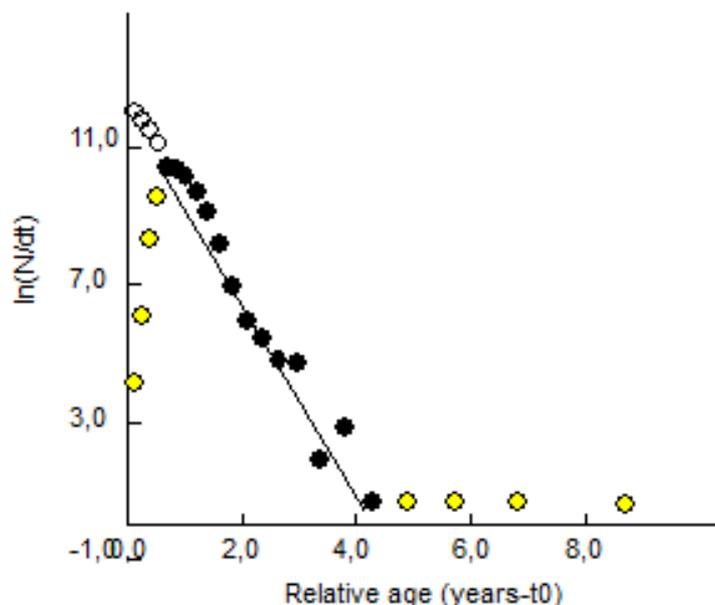


Figura 45: Curva de captura convertida para comprimentos segundo Ricker (1975) para sexos agrupados de *M. amazonicum*, capturados num estuário amazônico, no período de abril/06 a agosto/07. Os pontos brancos representam as classes que não foram utilizadas no cálculo.

O padrão de recrutamento para *M. amazonicum* através da projeção das freqüências de todas as classes de comprimento evidenciou dois picos anuais, sendo um dos picos sempre mais intenso que o outro, confirmando a entrada de dois grupos de jovens por ano na população adulta, em dois momentos distintos (Figura 10).

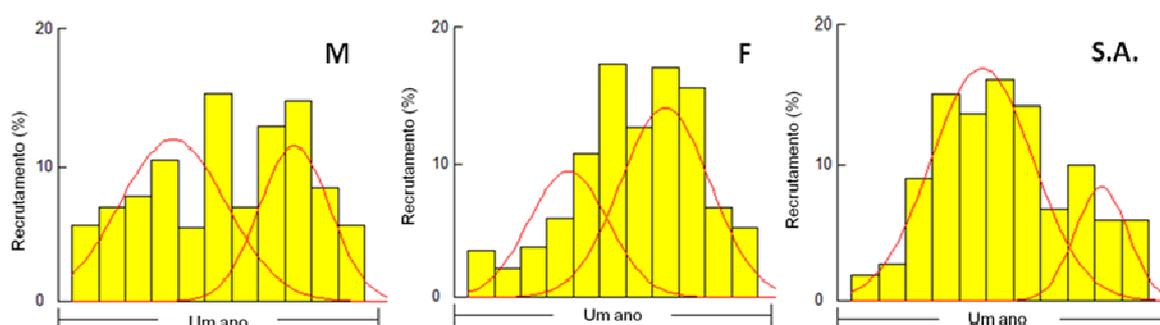


Figura 46: Padrão de recrutamento de *M. amazonicum* capturados num estuário amazônico (Baía do Guajará) no período de abril/06 a agosto/07 mostrando dois pulsos de recrutas em um ano. M = machos; F = fêmeas; S.A. = sexos agrupados.

Rendimento por recruta

Na situação atual, com $L_c=8.65\text{mm}$ o que corresponde a 0.5 anos e $E=0.50$, a pesca encontra-se no máximo de rendimento possível (aproximadamente 0.51 g por recruta) para um E_{Max} de 0.5 e um $E_{0.10} = 0.41$.

Nesta situação a biomassa de camarões na natureza é apenas 26% da biomassa virgem, ou seja pouco mais de 1/4 da biomassa que havia antes que a exploração pesqueira tivesse começado (Figura 11). Apesar de que o esforço se encontra no valor do ótimo, esta situação é muito perigosa, pois qualquer aumento do esforço irá comprometer o estoque. Aumentos do esforço devem ocorrer naturalmente nos próximos anos, considerando a proximidade da cidade de Belém e as crescentes pressões pelo recurso.

Por isso, para manter uma situação mais sustentável haveria que aumentar o tamanho da primeira captura, permitindo um rendimento maior, sem ameaçar o estoque com uma sobre-pesca de crescimento, devido ao excesso de indivíduos pequenos na captura. Se o aumento fosse para $L_c=10$ mm, que corresponde a um $t_c=0.62$ anos, e mantendo o padrão de mortalidade por pesca atual, o $E_{\text{ótimo}}$ passa a ser 0,5, sendo que nossa taxa atual de exploração é de 0,5. Nesse caso teremos um aumento do rendimento de quase 9%, sendo previsto 0,54 g por recruta, após obtido o novo equilíbrio. Nessa nova situação, a biomassa explorada irá representar 28% da biomassa virgem (Figura 11).

Em uma situação ainda mais sustentável, o L_c poderia ser ajustado para 11.5 mm ou seu equivalente: $t_c=0.75$ anos. Esta idade corresponde à estimativa da primeira maturação sexual (t_{50}). Nesse caso, a taxa máxima de exploração resulta em 0,61 e nossa taxa atual de 0,50 coincidiria com o valor estimado para $E_{0,10}$. Considerado que o $E_{0,10}$ corresponde a um parâmetro mais conservador e muito recomendado para a regulamentação das pescarias, esta situação é extremamente recomendada. Nestas condições, o esforço pesqueiro não precisa ser alterado e o rendimento de equilíbrio passaria a 0.57 g por recruta, representando um aumento de quase 9%, em relação à situação atual. A biomassa explorada iria para 31% da biomassa virgem. Esta nova situação permitirá um aumento do estoque desovante na natureza e portanto, do potencial reprodutivo da espécie. Esta situação pode ser considerada ideal, para o manejo deste recurso.

Tabela 25: Parâmetros da análise de rendimento por recruta de Beverton & Holt para sexos agrupados do camarão-da-Amazônia capturado num estuário amazônico no período de abril/06 a agosto/07. L_c = comprimento médio da captura comercial (mm-comprimento da carapaça) de acordo com Lucena-Frédou et al., (2010); $E_{0,1}$ = ponto da curva onde o rendimento por recruta é de 10% da biomassa virgem; E = taxa atual de exploração a partir de t_c da pesca comercial.

Parâmetro	tc=0,50	tc=0,62	tc=0,75
F ano ⁻¹	1,6	1,6	1,6
E	0,5	0,5	0,5
Lc	8,65	10,00	11,50
E _{max}	0,503	0,557	0,617
E _{0,10}	0,408	0,455	0,505
Rendimento por recruta (g)	0,62	0,66	0,69
Biomassa por recruta (g)	0,39	0,41	0,43
Proporção da biomassa virgem	0,26	0,28	0,31
Peso médio de indivíduos na captura (g)	1,0	1,3	1,7
Idade média dos indivíduos na captura (anos)	0,8	0,9	1,1

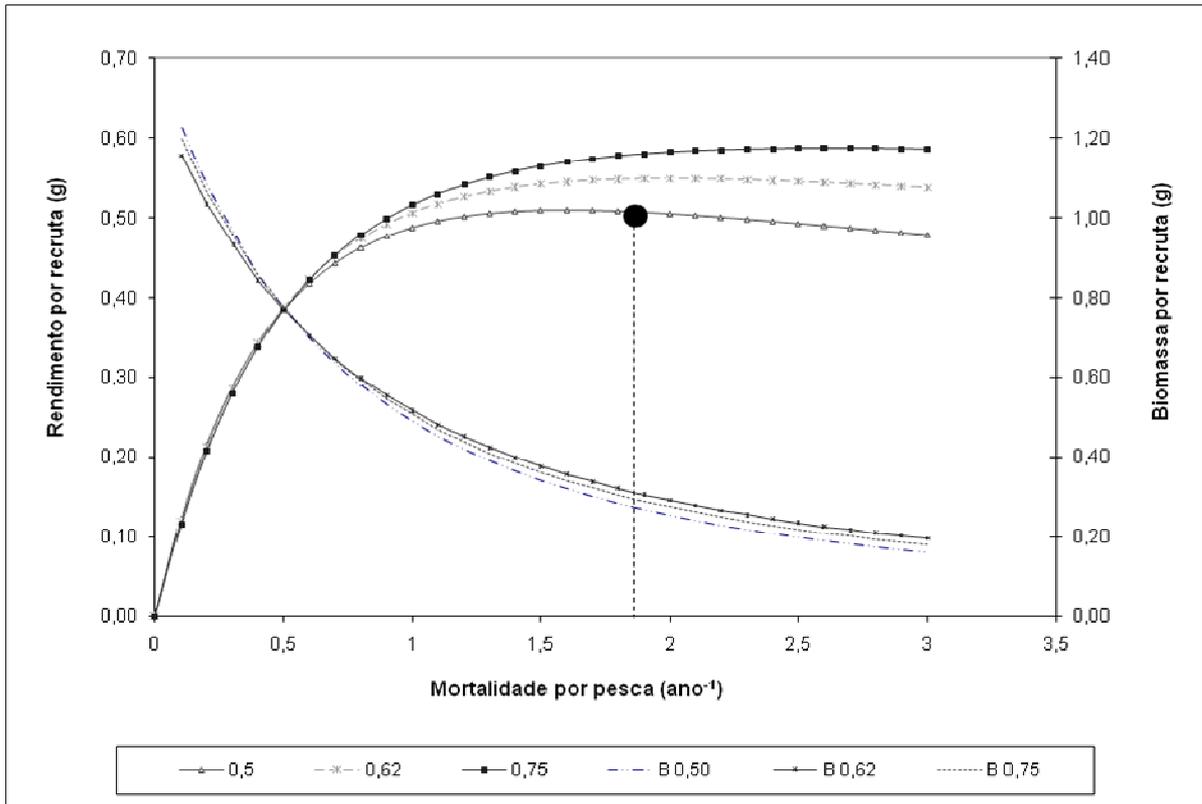


Figura 47: Rendimento e biomassa por recruta para *M. amazonicum* em função da mortalidade por pesca (F), para três diferentes idades de primeira captura, 0,50; 0,62 e 0,75, respectivamente.

Em uma situação ainda mais sustentável, o Lc poderia ser ajustado para 11.5 mm ou seu equivalente, tc=0.75 anos, que corresponde à estimativa do tamanho e idade médios da primeira maturação sexual (L₅₀ e t₅₀). Nesse caso, a taxa máxima de exploração resulta em 0,60 e nossa taxa atual de 0.50 coincidiria com o valor proposto para E_{0,10}. Considerado que o E_{0,10} é um valor mais conservador e muito recomendado para a regulamentação das pescarias, esta situação é extremamente recomendada. Nestas condições, o esforço pesqueiro não precisa ser alterado e o rendimento de equilíbrio passaria a 0,69 g por recruta, representando um aumento de 11%, em relação à situação atual.

A biomassa explorada iria para 31% da biomassa virgem, o que permitirá um aumento do estoque desovante e portanto, do potencial reprodutivo da espécie. Esta situação pode ser considerada ideal, para o manejo deste recurso.

DISCUSSÃO

O estuário amazônico é notadamente um local de grande produtividade de *M. amazonicum* sendo que as capturas comerciais desta espécie neste ambiente suprem o volume de camarão-da-Amazônia consumido na capital, onde os espécimes são vendidos por categoria de tamanho (pequeno, médio ou grande) a preços diferenciados. A média de tamanho dos espécimes coletados é maior que a maioria registrada em demais estudos na Amazônia e em outros locais do Brasil (em ambiente natural). A maior média do comprimento da carapaça foi registrado na Ilha do Combu (13.75mm), sendo que o maior espécime coletado foi uma fêmea de 44.72mm de comprimento da carapaça ou 18.45cm de comprimento total. Notadamente, esse foi o maior camarão da espécie já registrado na literatura (Tabela 6).

Tabela 26: Variação de tamanho de *M. amazonicum* em diferentes localidades. Células em branco = informação não registrada no trabalho.

Local	Ambiente	CT máx	CT méd	Autores
Rio Pará (Pará-Brasil)	Natural (lótico)	18.45cm	6.2cm (machos) 6.8cm (fêmeas)	Presente estudo
Rio Guamá (Pará-Brasil)	Natural (lótico)	14.1cm	-	Lucena-Frédou, 2010
Rio Tocantins (Pará-Brasil)	Natural (lótico)	13.2 cm	-	Odinetz Collart, 1987
Lago Tucuruí (Pará-Brasil)	Reservatório (lêntico)	8.0 cm	5.5cm	Odinetz Collart, 1987
Rio Guajará-Mirim (Pará-Brasil)	Mangue	14.4 cm	7cm (machos) 7.6cm (fêmeas)	Silva, 2002
Açude Rômulo Campos (Bahia)	Reservatório (lêntico)	17.8 cm	-	Borges, 2003
Ilha do Careiro (Amazonas-Brasil)	Natural (lótico)	10.6 cm	6cm	Odinetz Collart e Moreira, 1993
Amazônia Central	Natural (lótico)	6,0 cm	-	Odinetz Collart e Enriconi,
Colômbia	Cultivo	6,8 cm (machos) 7,7 cm (fêmeas)	-	Vargas e Paternina, 1977
Ceará	Cultivo	10 cm	6cm	Guest, 1979
Ceará	-	11 cm	-	Davant, 1963
Pernambuco	Cultivo	-	8cm	Coelho et al., 1982

	(lêntico -viveiros)		(comercial)	
Venezuela	Cultivo (lêntico -viveiros)	-	6cm	Romero, 1982

De modo geral, os indivíduos capturados em águas correntes dos grandes rios apresentam comprimentos maiores que os camarões coletados em águas mais calmas dos lagos de várzea e das represas (Odinetz Collart, 1993). O maior tamanho dos indivíduos observado neste estudo pode estar relacionado à maior produtividade da baía do Guajará, com grande disponibilidade de alimento e refúgio, onde os indivíduos podem otimizar o crescimento e a fecundidade (Paiva et al., 2006).

A estrutura populacional variou em função do sexo dos espécimes, sendo que as fêmeas foram sempre maiores e mais pesadas que os machos. Hartnoll (1982), Mantelatto e Martinelli (2001) afirmam que os padrões de crescimento corporal entre os crustáceos é similar entre os sexos até quando o indivíduo atinge a maturidade sexual, a partir daí, a taxa de crescimento torna-se menor nas fêmeas, que normalmente atingem tamanhos inferiores aos dos machos, na maioria das espécies. Entretanto, Souza et al. (2004) e Lourenço et al. (2004) explicam que essa característica não é muito comum entre os camarões Palaemonidae, grupo em que as fêmeas atingem tamanhos maiores, o que contribui para a formação de mais quantidade de vitelo, corroborando com o presente estudo e com Odinetz Collart (1993), Valenti e Riodades, 2002 e Preto et al.(2010), dentre outros.

Para se obter parâmetros de crescimento de peixes ou outros organismos aquáticos, podem ser utilizados métodos diretos – através da leitura de anéis etários conformados em partes duras como escamas, otólitos e espinhos - e indiretos – através de dados de freqüência de comprimento ou de experimentos em captura e recaptura (Etim e Sankare, 1998). A aplicabilidade do primeiro método é vedada para os camarões, uma vez que são organismos que não desenvolvem estruturas calcáreas. Neste caso, somente a análise com base freqüências de comprimento pode ser utilizada para esse fim. Muitas ferramentas de análise computacional têm sido desenvolvidas para o trabalho com este tipo de dados. A aplicabilidade de seus resultados tem sido discutida (Isaac, 1990; Defeo et al., 1992). Contudo, Tomalin (1995) afirma que o ELEFAN é o mais amplamente utilizado, por não requerer conhecimentos

avançados de estatística. O método não requer a normalidade na distribuição dos dados a serem utilizados, o que pode ser considerado como vantagem. Estudos sobre precisão desenvolvidos por Isaac (1990) demonstram que este método é muito mais preciso para espécies de vida curta, como é o caso dos camarões.

Os parâmetros de crescimento da curva de von Bertalanffy foram similares entre os métodos utilizados, entretanto, o comprimento máximo assintótico (L_{∞}) estimado foi quase sempre maior para as fêmeas diferentemente do encontrado por Silva (2006). De todas as espécies de *Macrobrachium*, *M. fellicinum* (Inyang, 1984), comum na região oeste do continente africano, é a que apresenta o menor tamanho máximo assintótico (comprimento total) já estimado : $L_{\infty} = 9.1\text{cm}$ (Etim e Sankare, 1998).

O maior tamanho atingido pelas fêmeas favorece a sobrevivência e a reprodução através de uma maior fecundidade. Além disso, a mortalidade delas pode estar diminuindo por terem hábito críptico, em função de incubarem os ovos e buscarem proteção à ninhada.

O crescimento de *M. amazonicum* revelou situações comuns entre a maioria dos crustáceos – crescimento rápido, baixa longevidade e mais de um pulso de recrutamento por ano, conforme já atestado por Lucena-Frédou et al. (2010). O recrutamento durante dois picos no ano corrobora com Silva (2002) que encontrou recrutas nos períodos chuvoso e menos chuvoso, em capturas realizadas em Vigia (PA) e Lucena-Frédou et al. (2010) na Ilha do Combu.

Guest (1979), em laboratório estimou o comprimento assintótico teórico para a espécie em 102.5 mm de comprimento total, sendo que, na época, o maior espécime registrado media 100mm. Esta diferenciação na estimativa de L_{∞} neste trabalho e nos demais com a espécie provavelmente está relacionado à captura de espécimes maiores no estuário amazônico, valendo-se do fato de ser um ambiente rico em nutrientes, o que justifica um maior crescimento dos espécimes capturados na área. A influência do aumento da densidade no crescimento é manifestada através do aumento da competição intraespecífica por alimento e espaço, e outras formas de interação entre os animais. Quando o alimento ou o espaço se tornam limitados, possivelmente o crescimento será reduzido como forma de poupar a energia acumulada (New e Singholka, 1982; Sandifer e Smith, 1985).

A intensidade da oscilação da curva de crescimento, representadas pelos valores de C e WP sugerem que o crescimento diminua em razão da reprodução, corroborando o resultado de menores valores da constante catabólica para fêmeas. Sazonalidade do crescimento em animais aquáticos é um fenômeno bastante conhecido principalmente em ambiente de clima temperado. Nos trópicos, as variações do crescimento estão mais relacionadas ao padrão sazonal das chuvas e/ou à reprodução (Etim e Sankare, 1998; Bentes et al., 2011 *no prelo*).

O índice de desempenho do crescimento variou entre 1.0 e 2.6. O valor obtido neste manuscrito, foi o maior dentre os trabalhos com *M. amazonicum* e demais espécies do gênero que demonstram os parâmetros da curva de crescimento de von Bertalanffy, o que também pode ser interpretado como resultado da grande produtividade do estuário Guajarino (Tabela 7).

Tabela 27: Valores do índice de desempenho do crescimento (ϕ) de espécies de *Macrobrachium*. SX = sexo dos indivíduos; M = machos; F = fêmeas; Mn = mínimo; Mx = máximo; S.A. = sexos agrupados; CT = comprimento total; k = constante de crescimento (ano⁻¹).

Espécie	Local	SX	L [∞] (CT-cm)		K		ϕ		Fonte
			Mn	Mx	Mn	Mx	Mn	Mx	
<i>M. amazonicum</i>	Baía do Guajará - Brasil	M	12.4	17.7	0.7	1.4	2.0	2.6	Silva et al., 2006 e Lucena-Frédou et al. 2010
		F	12.7	14.1	0.7	0.9	2.0	2.3	
<i>M. rosenbergii</i>	Cultivo - Brasil	S.A.	18.4	23.4	0.2	0.4	1.9	2.3	Sampaio e Valenti, 1996
<i>M. vollenhovenii</i>	Reservatório - África	S.A.	18.0		0.9		2.5		Etim e Sankare, 1998 Alhassan e Armah, 2011
<i>M. vollenhovenii</i>	Reservatório - África	S.A.	14.2		1.0		2.3		
<i>M. macrobrachium</i>	Riachos - Nigéria	S.A.	8.3		2.0		2.1		Deekae e Abowei, 2010
<i>M. macrobrachium</i>	Estuário - Nigéria	S.A.	12.9		1.8		2.5		Enim, 1995
<i>M. malcolmsonii</i>	Reservatório - Índia	S.A.	20.3		0.6		2.4		Khan et al., 2004
<i>M. hainanensis</i>	Riachos - China	S.A.	3.6		0.7		1.0		Mantel e Dudgeon, 2004
<i>M. acanthurus</i>	México	S.A.	21.2		0.2		2.0		Román-Contreras e Campos-Lince, 1993

Quanto às estimativas das taxas de mortalidade admite-se que são valores difíceis de obter, face à complexidade dos dados necessários e ainda porque os métodos são bastante imprecisos, especialmente no que diz respeito à mortalidade natural (ISAAC et al., 1992). Assim, reconhece-se a incerteza nos valores da taxa de mortalidade natural (M). Na tentativa de reduzir esta incerteza, optou-se por utilizar vários métodos indiretos, comumente utilizados

para caranguejos e siris. Muitos modelos empíricos foram desenvolvidos inicialmente para peixes e incluem poucos dados de invertebrados. Entretanto, o uso de múltiplos métodos pode garantir a melhor aproximação do parâmetro.

Os coeficientes de mortalidade natural (M) foram semelhantes entre os sexos, entretanto, a mortalidade total (Z) obtida pela curva de captura foi maior para as fêmeas. Observando que a curva de captura obteve um formato convexo, admite-se que a taxa de mortalidade das fêmeas para as menores classes de comprimento seja maior. Entretanto, o tamanho médio de captura dos machos foi menor que o de fêmeas, fato que pode estar relacionado à vulnerabilidade dos machos à captura em tamanhos menores que o das fêmeas, uma vez que a proporção de machos é sempre maior em relação às fêmeas, nas menores classes de comprimento.

Resultados similares para machos foram encontrados por Silva (2006). Outros trabalhos com espécies do mesmo gênero citam altas taxas de mortalidade como $Z=10.6 \text{ ano}^{-1}$, $M=3.36 \text{ ano}^{-1}$ e $F=7.24 \text{ ano}^{-1}$ para *M. macrobrachium* (Enim, 1995); $Z=3.4 \text{ ano}^{-1}$, $M = 3.61 \text{ ano}^{-1}$, e $F = 0.26 \text{ ano}^{-1}$ (Gabche e Hockey, 1995); $Z=3.69 \text{ ano}^{-1}$, $M=1.97 \text{ ano}^{-1}$ e $F=1.72 \text{ ano}^{-1}$ (Etim e Sankare, 1998) ambos para *M. vollenhovenii*. Discute-se que os métodos empregados para obtenção destes parâmetros consideram os valores de M constantes para todas as classes etárias, fato completamente irreal. É evidente que um indivíduo menor está exposto a uma maior mortalidade por predação que um indivíduo maior, simplesmente pelo fato de que animais menores têm mais predadores do que animais maiores e esta diferença na mortalidade por predação (que é talvez a maior causa de mortalidade natural em animais aquáticos pequenos) deve ser relativamente alta (Sparre e Venema, 1992).

Considerando que as fêmeas maturam primeiro que machos (Bentes et al., 2011, neste volume – capítulo II), é aceitável a hipótese de que quando vulneráveis à pesca, já tenham realizado alguma desova, aumentando as chances de sobrevivência do estoque subsequente.

O recrutamento tem dois picos sazonais anuais, sendo um deles sempre mais intenso que o outro. O número de picos de recrutamento de certa forma compensa as altas taxas de mortalidade registradas para a espécie. Em toda população, há uma certa quantidade de indivíduos que se reproduzem a cada período e são estes os responsáveis de produzir a quantidade suficiente de

novos espécimes para que cada época ingresse um número suficiente de novos indivíduos que permita repovoar a população.

As taxas de exploração ótima sustentável calculadas ($E_{Máx}$) foram bastante próximas das estimativas de exploração atual de *M. amazonicum*, ou seja, a taxa atual de exploração encontra-se no máximo de sustentabilidade. Nesta situação, qualquer aumento do esforço poderá ocasionar sobre-exploração ou sobrepesca de crescimento. As capturas, mesmo artesanais, incidem sobre os juvenis, cujo comprimento de primeira captura foram inferiores ao de primeira maturação. Este resultado é mais evidente para os machos da espécie. Admite-se que machos maiores não foram capturados porque não estão mais disponíveis na população. Essa captura é caracterizada por altos valores da mortalidade por pesca e por uma captura em peso reduzida. Por conta dessa diminuição aparente do estoque, sugere-se a captura de espécimes com tamanho maior que 4.5cm ($t_c > 0.75$ ano) de comprimento total. Ou seja, diante deste dados, aumentando o tamanho de primeira captura, teríamos melhores rendimentos pesqueiros (aumento de até 14% se comparado ao rendimento atual).

A diminuição do tamanho médio de captura de *M. amazonicum* deverá ser alvo de pesquisa, tendo em vista a denúncia por parte de muitos pescadores de aumento exponencial no número de pescadores e armadilhas nesta modalidade de pesca. Discute-se ainda a predação do camarão-da-Amazônia pelo camarão carnívoro Gigante-da-Malásia (*M. rosenbergii*) também introduzido na região de estudo (Barros e Silva, 1997). Adicionalmente, o aumento do esforço pesqueiro empregado nas capturas vem ocorrendo gradativamente, fato observado pela quantidade de armadilhas utilizadas pelas famílias de pescadores durante o tempo de realização do presente trabalho, isto é, a mortalidade por pesca, parece ser a de maior interferência na continuidade dos estoques. Lucena-Frédou et al. (2010) já alertava para essa situação na Ilha do Combu. Iniciativas de co-manejo poderiam ser discutidas com as populações ribeirinhas no sentido de aumentar a seletividade das artes empregadas, evitando assim a captura cada vez maior de camarões que ainda não se reproduziram.

Iniciativas de co-manejo parecem ser bem aceitas na Amazônia, a julgar pelos resultados obtidos pelo projeto '*Manejo comunitário dos recursos*

florestais e da pesca em áreas de várzea' no município de Gurupá (PA). Com apoio do Pró-Várzea (IBAMA) e da Federação de órgãos para assistência social e educacional (FASE), houve um incremento significativo da renda das famílias do município que obtinham seu sustento da pesca do camarão-da-Amazônia. Através de ações de educação ambiental, noções de finanças e de cooperativismo, os pescadores passaram a comercializar camarões maiores com lucro três vezes maior que anteriormente. Esta forma de manejo trouxe muitos benefícios aos moradores de Gurupá que são agora membros de uma associação, têm mais facilidade pra conseguir créditos e conseguem vender o seu produto a preços bem melhores.

Recomendar o número máximo de artes de pesca por família no estuário amazônico ainda é uma estratégia muito arbitrária, uma vez que não se conhece o esforço empregado nestas capturas. Sugere-se a contagem do número de pescadores diretamente dependentes deste recurso e, conforme estudos de seletividade, informar a população para os efeitos nocivos da utilização de matapis de pequenas aberturas confeccionados com garrafas 'pet', amplamente utilizados nos dias atuais. A orientação feita no âmbito pro projeto citado acima foi de um espaçamento de pelo menos 1cm em as talas das armadilhas. Sugere-se também, a partir dos resultados da análise de rendimento por recruta, que estudos de seletividade sejam realizados para a espécie, no intuito de reduzir a captura de indivíduos jovens.

A difusão de técnicas para o cultivo da espécie também parece ser uma iniciativa promissora face à diminuição dos estoques naturais. Moraes-Riodades e Valenti (2001) discutem os potenciais para desenvolvimento econômico e social do cultivo da espécie na Amazônia, tendo em vista a facilidade de obtenção e manejo de pós larvas e ainda às condições climáticas e hidrológicas serem ideais para o desenvolvimento desta atividade. O suprimento de água doce é ilimitado e a temperatura é alta ao longo do ano, estas condições suportariam mais de três ciclos anuais de crescimento além destes camarões serem muito bem aceitos no mercado local. A tecnologia empregada é de baixo custo e a produtividade de 4,5 t por hectare ao ano poderia ser aumentada com o cultivo intensivo.

Todos os projetos de cultivo, entretanto, devem ser concebidos sobre a ótica da sustentabilidade. Segundo Valenti (2008), durante os últimos 20 anos, vários projetos foram implantados e faliram. Frequentemente, a atividade é financiada por recursos que vêm de outros setores, as cadeias produtivas são fracas, e muitos cultivos não são concebidos de forma harmoniosa com o meio ambiente, com a degradação de áreas naturais e a atividade sendo baseada no monocultivo intensivamente arraçados de espécies exóticas. Muitos empregos têm sido gerados, mas os salários são baixos e os programas de valorização de mão-de-obra são escassos. A maioria dos empreendimentos busca reduzir mão-de-obra e não se preocupa com as comunidades locais.

A priori, sugerem-se análises acuradas para avaliar a sustentabilidade do cultivo do camarão-da-Amazônia no Estado do Pará. Cada empreendimento, antes de ser estabelecido deve passar por uma análise minuciosa dos prováveis impactos gerados e que detenha uma garantia de sustentabilidade econômica e social. No Pará, possivelmente esta seria uma saída imediata para a diminuição da pressão pesqueira nos estoques naturais, entretanto, deve haver a garantia do acesso ao crédito para os pequenos produtores locais em especial, para que a meta seja alcançada e efetivamente haja uma melhoria das condições de vida destes trabalhadores.

No entanto, segundo Martinelli (2005), referindo-se aos camarões marinhos das espécies *Farfantepenaeus subtilis* (camarão-rosa), *Xiphopenaeus kroyeri* (camarão-sete-barbas) e *Litopenaeus schmitti* (camarão-branco), preservar os estuários, impedindo que a pesca artesanal atue de forma intensa na captura dos camarões mais jovens e também garantir a integridade de suas águas sem poluentes de qualquer natureza, é imprescindível para a manutenção e sobrevivência dos camarões.

CONCLUSÃO

- Há uma grande variedade de comprimento de *M.amazonicum* no estuário amazônico e a média de tamanho dos espécimes coletados é maior que a maioria registrada nos demais estudos realizados na área e em outros locais do Brasil (em ambiente natural);
- A estrutura populacional variou em função do sexo dos espécimes, sendo que as fêmeas foram sempre maiores e mais pesadas que os machos;
- Os parâmetros da curva de crescimento de von Bertalanffy foram similares entre os métodos utilizados, sendo que o tamanho máximo assintótico (L_{∞}) foi quase sempre maior para as fêmeas;
- O índice de desempenho do crescimento obtido foi o maior dentre os estimados para a espécie;
- Os coeficientes de mortalidade natural (M) foram semelhantes entre os sexos, entretanto, a mortalidade total (Z) foi maior nas fêmeas;
- O recrutamento tem dois picos sazonais anuais, um deles sempre mais intenso que o outro. As fêmeas recrutam em maior porcentagem na segunda metade do ano (agosto-setembro) e os machos no primeiro semestre (abril);
- As taxas de exploração máxima ($E_{m\acute{a}x}$) estimadas alertam para a necessidade de cautela no manejo pesqueiro;
- Recomenda-se um tamanho médio e primeira captura de 11.5 mm de CC.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem aos pesquisadores Danielle Cavalcante, Leiliane Souza M.Sc., Morgana Almeida M.Sc., Roberto V. Espírito-Santo M. Sc., Antônio Sérgio Carvalho M. Sc., Priscila Amorim Carmona, M.Sc., Allan Jameson Silva de Jesus M.Sc., Charles Michel Oliveira, Leocyvan Nunes, Gilberto Meireles e aos acadêmicos João Segundo, Renata, Beatriz e Emílio Bentes pelo suporte nas amostragens, transporte e triagem do material biológico, aos pescadores Sr. João Rosa ('Parau') e Marinaldo; e ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiamento desta pesquisa (processo nº 553125/2005-2). Todo o processo de execução deste trabalho foi conduzido mediante autorização dos órgãos ambientais competentes (Protocolo IBAMA/MMA nº02018.00729/06-36).

REFERÊNCIAS

Alhassan, E.H. and A.H. Armah. 2011. Population dynamics of the African River Prawn, *Macrobrachium vollehovenii* in Dawhenya Impoundment. Turkish journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 11: 115-121.

Alverson, D.L. and M.J. Carney. 1975. A graphic review of the growth and decay of population cohorts. Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer 36: 133-143.

Araujo, M. C. and W. C. Valenti. 2003. Effects of temperature on *Macrobrachium amazonicum* reared in primary nursery. In: Abstracts of World Aquaculture. World Aquaculture Society1: 43.

Araujo, M. C. and W. C. Valenti. 2005. Manejo alimentar de pos-larvas do camarão-da-amazonia, *Macrobrachium amazonicum* em berçário I. Acta Sientiarium, Animal Sciences 27(1): 67-72.

Barros, M. P. and L. M. A. Silva. 1997. Registro da introdução da espécie exótica *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) (Crustacea, Decapoda, palaemonidae, em águas do estado do Pará, Brasil, Pará, Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi 13.

Barthem, R. B. 1985. Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da baía de Marajó, estuário amazônico. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi 2(1): 49-69.

Bentes, B.S., J. M. Martinelli, D. V. Cavalcante, L. S. Silva, M.C. Almeida and V.J. Isaac. 2011. Spatial distribution of the Amazon River shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, PA). Brazilian Journal of Biology. *No prelo*.

Borges, M. S. 2003. Distribuição, abundância e biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) e *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) (Crustácea, Decapoda, Palaemonidae) no Açude público de Rômulo Campos, Itiúba – Bahia. Universidade Federal da Bahia, Brasil.

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, (eds) Freshwater prawns:biology and farming. Oxford, Wiley-Blackwell 18-39.

Chaves P. T. C. and C. Magalhães. 1993. O desenvolvimento ovocitario em *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae), camarão dulcícola da Região Amazônica. Acta Amazônica 23(1):17-23.

Coelho, P.A., M.R. Porto, A.V. Barreto. and V.E. Costa. 1982. Crescimento em viveiro de cultivo do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda:Palaemonidae). Revista Brasileira de Zoologia 1(1): 45-49.

Coelho, P. A.; M. Ramos-Porto and C. M. A. Soares. 1981. Cultivo de camarões do gênero *Macrobrachium* Bate (Decapoda, Palaemonidae) no Brasil. EMPARN, 6:1-66.

Csirke, J. 1980. Introduccion a la dinàmica de poblaciones de peces. FAO. Documentos técnicos de pesca 192: 82.

Da Silva, R. R., C. M. S. Sampaio and J. A. Santos. 2004. Fecundity and fertility of *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae). Brazilian Journal of Biology 64(3A):489-500.

Davant, P. 1963. Clave para la identification de los camarones marinos y de rio con importancia economica en el Oriente de Venezuela. Instituto Oceanografico, Universidade de Oriente. Cumana.

Deekae, S.N. and J.F.N. Abowei. 2010. Some Growth Parameters of *Macrobrachium macrobrachium* (Herklots, 1851) from Lubara Creek in Ogoni Land, Niger Delta, Nigeria. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 2(6): 558-567.

Defeo, O., F. Arreguin-Sanchez and J. Sanchez. 1992. Growth study of the yellow clam *Mesoderma mactroides*: a comparative analysis of three length-based methods. Scientia Marina 56(1): 53 – 59.

Enin, U.I. 1995. First estimate of growth, mortality and recruitment parameters of *Macrobrachium macrobrachium* Herklots, 1851 in the Cross River estuary. Dana 11(1): 29-38.

Etim, L.; Y. Sankare. 1998. Growth and mortality, recruitment and yield of the fresh-water shrimp, *Macrobrachium vollenhovenii*, Herklots 1851 (Crustacea, Palaemonidae) in the Fahe reservoir, Côte d'Ivoire, West Africa. Fisheries Research 38: 211-223.

Gregório, A. M. S. and A.C. Mendes. 2009. Characterization of Sedimentary deposits at the confluence of two Tributaries of the Pará River Estuary (Guajará Bay, Amazon). Continental Shelf Research 29: 609-618.

Gabche, C.E. and H.Hockey. 1995. Growth and mortality of the giant African prawn *Macrobrachium vollenhovenii* (Herklots:Crustacea: Palaemonidae) in the Lobe River, Cameroun: A preliminary evaluation. Journal of Shellfish 14(1): 185-190.

Guest, W. C. 1979. Laboratory life history of the shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana 37(2): 141-152.

Hartnoll, R.G. 1982. Growth. In: The Biology of Crustacea: Embriology, Morphology and Genetics 2: 440.

Hayd. L. A. 2007. Ciclo de muda e metabolismo durante o desenvolvimento larval do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). Universidade Estadual Paulista. Brasil.

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(2):55-63.

Hoening, J. M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. U.S. National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin 82:898-903.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Estatística da pesca. Documentos disponíveis em: <http://www.ibama.gov.br/recursos-pesqueiros/documentos/estatistica-pesqueira>.

Acesso em 1º de março de 2011.

Inyang, N.M. 1984. On the biology of *Macrobrachium fellicinum* Holthuis in the lower Niger River of South eastern Nigeria (Crustacea:Palaemonidae). Revista de Zoologia Africana 98(2): 440-449.

Isaac, V.J. 1990. The accuracy of some length-based methods for fish population studies. ICLARM. Tech. Rep 27.

Isaac, V. J., J. Dias Neto and F.G. Damasceno. 1992. Camarão rosa da costa Norte. Biologia, dinâmica e administração pesqueira. Brasília, IBAMA – Coleção Meio Ambiente. Série Estudos Pesca 1:187.

Ismael, D. and M.B. New. 2000. Biology. In: FreshwaterPrawn Culture: the Farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell, Oxford. 18-40.

Khan S., H. Singh and A.M. Ranade. 2004. Freshwater pearl culture development in India. Agriculture Magazine.

Kimpara, J. M. 2004. Efeito da densidade de estocagem sobre a qualidade dos efluentes de viveiros de engorda de *Macrobrachium amazonicum*. Universidade Estadual Paulista.

Kimpara, J. M. 2007. Intensificação do cultivo de *Macrobrachium amazonicum*: efeito das estratégias de estocagem e despesca na água dos viveiros, efluentes e sedimentação em viveiros de crescimento final. Universidade Estadual Paulista.

Kutty, M. N. and W. C. Valenti, W. C. 2010. Culture of other freshwater prawn species. In: Freshwater prawns: biology and farming. Oxford, Wiley-Blackwell.

Lobão, V. L., N.E.T Rojas and W.C. Valenti. 1986. Fecundidade e fertilidade de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda) em laboratório. Boletim do Instituto de Pesca 13(2):15-20.

Lobao, V. L., E. A. Roverso and J.V. Lombardi. 1994. Influência da densidade inicial de estocagem no desenvolvimento de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) e *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) em laboratório. Boletim do Instituto de Pesca 21:11-17.

Lourenço, G., G.L. Hirode; D.C. Pipino and G.G. Taddei. 2004. Maturidade gonadal do camarão de água-doce *Macrobrachium jelskii* (Decapoda, Palaemonidae) no córrego Talhado. Sociedade Brasileira de Zoologia 25.

Lucena-Frédou, F., J.S. Rosa-Filho, M.C. N. Silva and E.F. Azevedo. 2010. Population dynamics of the river prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Heller,

1862) (Decapoda:Palaemonidae) on Combu island (Amazon Estuary). *Crustaceana* 83(3): 277-290.

Mantelatto, F.L. and J.M. Martinelli. 2001. Relative growth and sexual dimorphism of the South Atlantic hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Anomura, Diogenidae) from Ubatuba, Brazil. *Journal of Natural History* 35(3):429-437

Mantel, S. K. and D. Dudgeon. 2005. The palaemonid shrimp *Macrobrachium hainanense* in Hong Kong streams. *Journal of Crustacean Biology* 25: 450-459.

Martinelli, J. M. 2005. Estrutura populacional dos camarões Penaeidae no estuário do Rio Caeté, litoral Norte do Brasil. Universidade Federal do Pará.

Maciel, C. R. 2007. Alimentação do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* durante a fase larval. Universidade Estadual Paulista.

Magalhães, C. 1985. Desenvolvimento larval obtido em laboratório de palaemonídeos da Região Amazônica. I. *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda). *Amazoniana* 2(9): 247-274.

Moraes-Riodades, P. M. C. 2005. Cultivo do camarão-da-Amazonia. *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em diferentes densidades: fatores ambientais, biologia populacional e sustentabilidade econômica. Universidade Estadual Paulista.

Moraes-Riodades, P. M. C., J.M. Kimpara and W.C. Valenti. 2006. Effect of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* culture intensification on ponds hydrobiology. *Acta Limnologica Brasiliensia* 18(3): 311-319.

Moraes-Riodades, P. M. C. and W.C. Valenti. 2001. Freshwater prawn farming in Brazilian Amazonia shows potential for economic, social development. *Global Aquaculture Advocate* 4(5):73-74.

Moraes-Riodades, P. M. C. and W.C. Valenti. 2002. Crescimento relativo do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em viveiros. *Revista Brasileira de Zoologia* 19(4):1169-1176.

Moraes-Valenti, P. and W.C. Valenti, W. C. 2010. Culture of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. In: *Freshwater prawns: biology and farming*. Oxford, Wiley-Blackwell.

Moreau, J., C. Bambino and D. Pauly. 1986. A comparison of four indices of overall fish growth performance, based on 100 tilapia populations (Fam. Cichlidae). In: *The First Asian Fisheries Forum*. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines.

New, M.B. and S. Singholka. 1982. Freshwater prawn farming. A manual for the culture of *Macrobrachium rosenbergii*. FAO. Fisheries Technical Paper 225:1 - 116.

New, M. B. 2005. Freshwater prawn farming: global status, recent research and a glance at the future. *Aquaculture Research* 36:210-230.

New, M. B., S. Singholka and M.N. Kutty. 2000. Prawn capture fisheries and enhancement. In: Freshwater prawn culture: the farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Oxford, Blackwell Science.

Odinetz Collart, O. and A. Enriconi. 1993. Estratégia Reprodutiva e alguns aspectos demográficos do Camarão *Palaemonetes carteri gordon*, 1935 na Amazônia Central, Rio Negro. Acta Amazonica 23(2-3): 227-243.

Odinetz Collart, O. and L. C. Moreira. 1993. Potencial pesqueiro de *Macrobrachium amazonicum* na Amazônia Central (Ilha do Carneiro) variação da abundância e do comprimento. Amazoniana 3(4): 399-413.

Odinetz-Collart, O. and H. Rabelo. 1996. Variation in egg size of the fresh-water prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae). Journal of Crustacean Biology 16(4):684-688.

Odinetz-Collart, O. 1987. La pêche crevettière de *Macrobrachium amazonicum* (Palaemonidae) dans le Bas-Tocantins, apres la fermeture du barrage de Tucuruí (Brésil). Revista de Hydrobiologia Tropical 20(2): 134-144.

Odinetz-Collart, O. 1991a. Strategie de reproduction de *Macrobrachium amazonicum* en Amazínie Centrale. Crustaceana 61(2):253-270.

Odinetz-Collart, O. 1991b. Tucuruí dam and the populations of the prawn *Macrobrachium amazonicum* in the lower Tocantins (PA, Brasil): a four year study. Archive für Hydrobiologie 122(2):213-227.

Paiva, R.S, Eskinazi-Leça, E., Passavante, J.Z.O and Silva-Cunha, M.G.G. 2006. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi 1(1): 133-146.

Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. Journal du Conseil International pour l'Exploration de Mer 39:175-192.

Porto, L. A. C. 1998. Estrutura populacional e biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda), na bacia hidrográfica do rio Meia-Ponte, Bela Vista de Goiás-GO, Brasil. Universidade de São Paulo.

Porto L. A. C. 2004. Estudos morfológicos em populações do complexo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em diferentes bacias hidrográficas brasileiras. Universidade de São Paulo.

Preto, B. L.; J. M. Kimpara, P. Moraes-Valenti and W.C. Valenti. 2010. Population structure of pond-raised *Macrobrachium amazonicum* different stocking and harvesting strategies. Aquaculture 307: 206-211.

Roff, D. A. 1984. The evolution of life story parameters in teleosts. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 41:989-1000.

Rojas, N. E. T., V.L. Lobão and H.P. Barros.1990. Métodos de manutenção de larvas de *Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862 (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). Boletim do Instituto de Pesca 17:15-26.

Román-Contreras, R. and L.S. Campos-Lince. 1993. Aspectos reproductivos y proximación a un modelo de crecimiento para una población de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en el Rio Palizada, Campeche, México. Boletim de Ciencias Del Mar y Limnología 1.

Romero, M. E. 1982. Preliminary observations on potential of culture of *Macrobrachium amazonicum* in Venezuela. In: Giant Prawn Farming. Amsterdam, Elsevier.

Roverso, E. A., V.L. Lobão and M.T. Horikawa. 1990. Arraçoamento intensivo de pós-larvas de *Macrobrachium amazonicum* (Heller) e *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (Decapoda, Palaemonidae) até a fase juvenil. Boletim do Instituto de Pesca 17:91-98.

Sampaio, C.M.S. and W.C. Valenti. 1996 Growth curves for *Macrobrachium rosenbergii* in semi-intensive culture in Brazil. Journal of the World Aquaculture Society 26(3):353-358.

Sandifer, P. A. and T.I.J. Smith. 1985. Freshwater prawn. In: Crustacean and Mollusk aquaculture in United States. AVI Publishing , Connecticut, USA.

Silva, K. C. A. 2002. Aspectos da biologia do camarão cascudo *Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862 (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no município de Vigia/PA. Universidade Federal do Pará.

Silva, M. C. N., F.L. Frédoú and J. Souto-Filho. 2007. Estudo do crescimento do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) da Ilha de Combu, Belem, Estado do Pará. Amazônia: Ciência e Desenvolvimento 2(4):85-104.

Silva, G. M. F., M. A. P. 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.

Souza, I. G., G.L. Hirode, A. Fransozo and F.G. Taddei. 2004. Proporção sexual do camarão *Macrobrachium brasiliensi* Heller, 1868 do córrego Talhadinho, Distrito de Talhado - SP.Sociedade Brasileira de Zoologia 25.

Sparre, P., S.C. Venema. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. Part I – Manual. FAO. Fisheries Technical Paper 306/1.

Tomalim, B.J. 1995. Growth and mortality rates of brown mussels *Perna perna* (Linnaeus) in Kwazulu-Natal: a comparison between sites and methods using non-parametric length-based analysis. South Africa Journal Marine Science 16: 241-254.

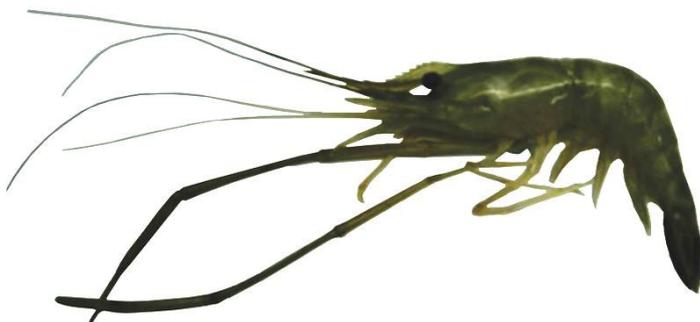
Valenti, W. C. 1985. Cultivo de camarões de água doce. São Paulo, Nobel.

Valenti, W. C. 1993. Freshwater prawn culture in Brazil. World Aquaculture 24(1):30-34.

- Valenti, W. C. and P.M.C. Riodades. 2002. Crescimento relativo do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em viveiros. *Revista Brasileira de Zoologia* 19(4): 1169-1176.
- Valenti, W.C. 2008. A aquicultura brasileira é sustentável? Palestra apresentada durante o IV seminário internacional de Aqüicultura, maricultura e pesca, Aquafair 2008. Florianópolis. 13 a 15 de maio de 2008. Disponível em www.avesui.com/anais
- Vargas, R. M. and A.S. Paternina. 1977. Contribucion a La ecologia y cultivo de larvas en laboratorio del camaron de agua dulce *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda: Palaemonidae). *Ecologia Tropical* 1(3):1-36.
- Vergamini, F.G., L.G. Pileggi and F.L. Mantelatto. 2011. Genetic variability of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). *Contributions to Zoology* 80 (1): 67-83.
- Vetorelli, M. P. 2004. Viabilidade técnica e econômica da larvicultura do camarão-da-amazonia, *Macrobrachium amazonicum* em diferentes densidades de estocagem. Universidade Estadual Paulista.

CAPÍTULO VI

DESCRIÇÃO SOCIOECONÔMICA DA PESCA DO CAMARÃO *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (DECAPODA: PALAEMONIDAE) EM UM ESTUÁRIO DA COSTA NORTE DO BRASI: O CASO DA ILHA DO MOSQUEIRO (PA)



Artigo elaborado e aceito para publicação (exceto fonte Times new Roman tendo em vista a padronização do *layout* de apresentação desta tese) no periódico **BOLETIM DO LABORATÓRIO DE HIDROBIOLOGIA** ISSN: 1981 (impresso). Carta de aceite no anexo 4.

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)

Bianca Bentes¹

Voyner Ravena Cañete²

Jussara M. Martinelli³

Victoria Isaac³

¹ Instituto de Estudos Costeiros IECOS - Universidade Federal do Pará (UFPA) – Campus de Bragança.

Alameda Leandro Ribeiro, s/n CEP: 68600-000 Bragança – Pará – Brazil. E-mail: bianca@ufpa.br

^{2, 3} Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo de Recursos Aquáticos. Av. Perimetral, nº 2651 CEP:

66077-530 Belém – Pará – Brazil; E-mail: , jussara@ufpa.br; biologiapesqueira@yahoo.com.br

RESUMO

Semelhante ao que acontece na pescarias artesanais do Pará, o sistema de captura do camarão-da-Amazônia, preserva características típicas das tipologia de pesca muito artesanais do Estado: o envolvimento de uma parcela significativa e pouco conhecida de trabalhadores que vivem em situação de pobreza e cujo esforço vem aumenta nos últimos anos, sinalizando uma provável situação de sobrepesca. Na Ilha do Mosqueiro, a atuação da gestão compartilhada poderia surtir efeito tendo em vista o sucesso do manejo em outros locais no estado e a demonstração de preocupação com a continuidade do recurso por parte dos seus principais atores.

Palavras-chave: *Macrobrachium*, Ilha de Mosqueiro, rendimentos da pesca;

ABSTRACT

According majority artisanal fisheries of Pará, Amazon shrimp catches preserves typical local characteristics: the involvement of significant and little-known workers who live in poverty and whose effort has increased in recent years, signaling a probable

overfishing. In Mosqueiro Island, the performance of cooperative management would take effect in view of the success of management in other places in the state and demonstration of concern about the continuing appeal by principal people involvement.

Key-words: *Macrobrachium*, Mosqueiro Island, fishing income.

INTRODUÇÃO

Nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, a captura de camarões dulcícolas em ambientes naturais remete a uma atividade tradicionalmente praticada pelos pescadores. A pesca de camarões *Macrobrachium* é singular nestas duas regiões do Brasil e admite-se pouco ou nenhum conhecimento científico sobre o estado atual desta exploração em ambientes naturais. A relevância desta atividade para os ribeirinhos vai além daquela essencialmente econômica, sendo principalmente de importância cultural e social, envolvendo uma parcela significativa de famílias em todos os elos de sua cadeia produtiva.

No Brasil ocorrem dezenove espécies do gênero *Macrobrachium* (Porto, 1998) (das 33 que ocorrem no continente americano), das quais três, o *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (camarão-da-Amazônia, regional, cascudo ou canela), e os camarões-pitús - *Macrobrachium acanthurus* (WIEGMANN, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (LINNAEUS, 1758), apresentam interesse comercial e são também indicadas para o cultivo, por apresentarem fácil manutenção, alta fecundidade, rápido crescimento e rusticidade (Valenti, 1985; 1987).

O camarão *M. amazonicum* é o Palaemonidae mais comumente encontrado no Brasil (Lima & Odinetz-Collart, 1997) e largamente explorado pela pesca artesanal no Pará, onde encontra um mercado significativo. *M. amazonicum* é

utilizado em cultivos extensivos principalmente nos Estados da região Nordeste do Brasil, atendendo às necessidades alimentícias e econômicas de populações de regiões ribeirinhas, além de requerer um baixo investimento e reduzido impacto ambiental. A sua carne apresenta textura mais firme e sabor mais acentuado que a do camarão gigante da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*), que foi introduzido em águas brasileiras e é comum nos cultivos. Tal fato pode justificar a presença freqüente desta espécie nos pontos comerciais e feiras de todo o Estado do Pará.

O manejo de recursos pesqueiros deve ser feito de forma colaborativa e integrando todos os atores e setores de interesse, isto é, tanto do governo, como do setor produtivo.

O sucesso de medidas de ordenamento depende do envolvimento desses atores e da adequação dessas medidas à realidade local e regional, bem como aos tensões e conflitos em torno desses recursos. Dentro dessas tensões, as condições socioeconômicas dos pescadores são um importante fator para determinar níveis de governança. A avaliação dos níveis destas tensões reflete, indiretamente, a situação do recurso. Segundo Glaser & Diele (2005), as muitas situações de pobreza dos atores envolvidos em determinadas pescarias, referindo-se à pesca do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) no litoral paraense, pode levar à depleção de recursos economicamente e socialmente importantes.

Diante da lacuna de informações sobre as condições de vida dos pescadores de camarão-da-Amazônia e da necessidade de um levantamento geral sobre a situação sócio econômica desta parcela da população, sob iniciativa dos próprios pescadores face à aparente diminuição de *M.*

Entrevistas foram realizadas em dois momentos do ano maio/junho de 2009 e setembro/outubro/2009, que corresponde a dois períodos sazonais locais (chuvoso e seco, respectivamente). A coleta de dados foi realizada através de entrevistas semi-estruturadas feitas com pescadores e comerciantes (atravessadores) nos locais-chave de captura e comercialização de camarões na Ilha do Mosqueiro.

Foram realizadas 25 entrevistas onde foram enfatizados aspectos da sazonalidade da atividade pesqueira e o usufruto de outras formas de geração de renda. Adicionalmente, foram obtidos dados sobre as dimensões físicas das embarcações, capacidade de armazenamento, pesqueiros freqüentados, número de tripulantes, composição e custos de aquisição dos apetrechos de pesca, custos de expedição de pesca, capturas e comercialização da produção e critérios de divisão das despesas e receitas. Todas as informações foram digitalizadas em planilhas eletrônicas e foram tratados com estatística descritiva para a obtenção de médias e intervalos de confiança de 95% e com análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para as comparações múltiplas, através do pacote estatístico STATSOFT 7.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sociologia dos pescadores

Segundo estimativas, existem pelo menos 600 pescadores na Ilha do Mosqueiro que se dedicam total ou sazonalmente à captura de *M. amazonicum* e peixes, alternando esporadicamente com a coleta do açai (*Euterpe oleracea*). Destes, quase 100% vivem em áreas próximas aos locais de captura e boa parte possui uma embarcação do tipo canoa à remo ou canoa com pequenos motores centrais ou de popa como 'rabetas'.

Todos os pescadores entrevistados são homens (as mulheres não atuam diretamente na pesca) com média de 44 anos ($DP\pm 19.1$; $IC\pm 12.5$) sendo pais de famílias numerosas com média de 4 filhos ($DP\pm 3$; $IC\pm 2.5$) e detentores de baixa escolaridade (70% ensino fundamental incompleto – até 4ª série; 20% analfabetos; 10% ensino médio incompleto), ocasionada, quase sempre, pela necessidade de envolvimento integral no trabalho da pesca.

Geralmente, eles mantêm uma união estável, mas não formalizada, com mulheres que normalmente participam de alguma etapa do processo de comercialização dos camarões. Contudo, as mulheres atuam mais comumente no trabalho agrícola destinado à subsistência familiar. No caso de Mosqueiro, elas atuam principalmente na manutenção das hortas e pequenas lavouras de quintal cuja produção, esporadicamente é vendida entre vizinhos e amigos próximos. Nas pequenas roças são cultivados quase sempre tubérculos como a macaxeira (*Manihot esculenta* Crantz) e a batata-doce (*Ipomoea batatas*, Lam., 1793). Segundo Morán (1990), raízes como a macaxeira são cultivadas há milênios pelas populações humanas da Amazônia e o seu uso é considerado fator de adaptabilidade à pobreza de nutrientes dos solos pobres em florestas tropicais.

Estes pescadores em geral são os principais responsáveis na geração da renda familiar mensal que oscila em torno de R\$ 700,00 ($IC\pm 175.3$), sendo aproximadamente R\$ 400,00 mensais (mínimo de R\$ 300,00) oriundos somente da comercialização direta de camarões, seja *M. amazonicum* ou em menores proporções *M. rosenbergii* (Gigante da Malásia ou 'Malasiano'), espécie exótica introduzida por acidente no meio natural que obteve sucesso

reprodutivo na área e que garante em muitos casos, uma parcela significativa da renda dos pescadores uma vez que chega a custar R\$ 2,00 por unidade.

Em algumas situações, os filhos, também atuam nesta modalidade de pesca, principalmente quando ainda menores de 14 anos. Quando não atuam nas pescarias, fazem serviços eventuais como ajudante de pedreiro, carpintaria, ou mesmo na confecção de matapis para outros pescadores locais sob encomenda. Segundo Blandtt & Sousa (2005), o trabalho infanto-juvenil nas áreas costeiras do Estado do Pará, implica em dois fatores negativos: de um lado, as perdas sociais, consequência do abandono total ou parcial da escola, situação responsável pelo aumento do número de pessoas analfabetas, fadadas ao envolvimento no sistema comercial de dependência, que, por sua vez, gera mais pobreza; de outro, as perdas econômicas, reveladas pela queda da produção familiar, ocasionada pela presença das crianças e jovens nas atividades.

A baixa renda das famílias pode também estar associada ao baixo nível de educação dos moradores. Segundo Fontalvo-Herazo *et al.* (2007), problemas como a falta de facilidades e de recursos para a educação, os programas incompletos nas escolas mais próximas, a capacidade insuficiente da escola e o número baixo de professores qualificados são responsáveis pelo número ínfimo de moradores que terminam o ensino médio e são qualificados para ingressar nas universidades. Adicionalmente, a falta de programas de treinamento tecnológico nas escolas como administração agrícola, engenharia de pesca, noções de contabilidade etc., minimiza ainda mais suas oportunidades de desenvolver habilidades e de procurar alternativas ocupacionais.

Da pesquisa, evidenciou-se a existência de sazonalidade na dedicação dos pescadores à pesca. Muitos alternam a captura de camarão com o extrativismo do açaí e da pupunha (*Bactris gasipaes*) e na coleta do 'turu' (*Goniopsis cruentata* : Mollusca). Isto é particularmente notável na maioria dos pescadores que moram nas ilhas no entorno de Belém (Bentes, 2011, *no prelo*). Segundo Leme e Begossi (2004), o extrativismo de frutos silvestres para fins de consumo e/ou comércio é uma atividade mais intensa no período chuvoso em quase toda a região amazônica. Comenta-se que nesse período, a capturabilidade do camarão diminui.

Klose *et al.*(2005) afirma que esta pluralidade é comum em toda a costa paraense – a maioria dos domicílios rurais paraenses, possui as estruturas *multiocupacionais* típicas de regiões de pobreza rural em todo o mundo, e participa simultaneamente de diversas ocupações, além de aproveitar oportunidades sazonais para a geração de renda. Cerca de 68% dos domicílios rurais obtêm uma receita financeira direta do ecossistema (Glaser, 2003; Berger *et al.*, 1999) e mais de 42% têm renda derivada da agricultura, constituindo uma importante fonte de renda suplementar (Krause *et al.*, 2001; Klose *et al.*, 2005).

Bayley & Petrere (1989) e Petrere (1990) classificam os trabalhadores da pesca em quatro categorias: pescador-lavrador, pescador-morador, pescador profissional e pescador itinerante. Excluindo-se a última categoria, que corresponde aos pescadores profissionais de grande escala ou industriais, todas as demais categorias são facilmente identificadas na Ilha do Mosqueiro e particularmente, entre os pescadores artesanais de camarões.

Mesmo diante desta pluralidade de categorias que denotariam uma organização social e política mais estruturada, a representação de classe é quase inexistente para estes trabalhadores. A colônia de pescadores, que é uma instituição jurídica, apoiada pelo governo federal, apesar de possuir um total de 1162 cadastros de pescadores, informa que apenas 150 são efetivamente 'camaroeiros', sendo cerca de 70 mulheres 'marisqueiras', assim denominadas às que atuam na coleta de turus e no processamento de camarões. A problemática de representação de classe entre esta categoria de pescadores retoma a de todos os pescadores no Estado do Pará, ou seja, a carência de representações fortes que falem pela categoria ainda é muito deficiente em toda a costa brasileira, sendo que o setor pesqueiro, particularmente o que congrega os trabalhadores do mar, é considerado o mais desorganizado do Brasil, por motivos ainda não muito claros (Isaac *et al.*, 2006).

Esta é apenas uma face do problema. A falta de credibilidade da colônia de pescadores poderia ser a justificativa para o impasse citado do parágrafo anterior. Entretanto, estas questões remontam a época das capatazias, onde as colônias tinham mais uma função de controle por parte do Estado, do que uma fidedigna representação de classe. Estes antecedentes (Isaac *et al.* 2006), aliados à utilização das colônias como instrumento do poder político ou de benefício econômico de seus dirigentes, vem desacreditando essas entidades como representantes legítimos da classe.

Tecnologia e esforço pesqueiro

O camarão-da-Amazônia é capturado de várias maneiras no Estado do Pará. Entretanto, a utilização de armadilhas popularmente conhecidas como "matapis" parece ser a forma mais comum. Este petrecho é confeccionado com varetas finas de talas das palmeiras "juba" (*Astrocaryum* spp e *Atrix* spp) ou "jupati" (*Raphia vinifer*), amarradas com um traçado de cipó, formando uma armação cilíndrica que é fechada em cada extremidade em forma de funil.



Figura 49: Imagens das três tipologias de armadilhas 'matapis' utilizadas na Ilha do Mosqueiro – Estuário Paraense.

Na região das ilhas de Belém, a captura de camarão-da-Amazônia também é tradicionalmente realizada com matapis e, esporadicamente, com puçás de arrasto manual. Vale ressaltar que tais técnicas mostram-se extremamente tradicionais entre as populações ribeirinhas. Entretanto, nos últimos anos,

essas tecnologias vêm sendo modificadas gradativamente. Hoje, são facilmente encontrados matapis confeccionados com garrafas de polietileno ('pet') e polipropileno (garrafão de água de 20L) e até mesmo de outros materiais alternativos como restos de pneus e emborrachados em geral que, quando se tornam inúteis por alguma avaria na sua estrutura, são comumente encontrados 'boiando' nas margens dos rios e igarapés de toda a Baía do Guajará e Ilha do Mosqueiro. Camargo *et al.* (2009) propuseram a utilizarem de matapis de plástico em substituição ao matapi tradicional de talas, onde o apelo se baseou na possibilidade de diminuição da abundância da palmeira *juba* tradicionalmente utilizada para confecção das armadilhas. Mesmo considerando a vida útil das armadilhas pet ser de aproximadamente 4 anos, em comparação aos 3 meses de vida útil das feitas com *juba* (Camargo *et al.*, 2009), deve-se ter cautela ao incentivar a substituição da forma de captura destes camarões, tendo em vista a quantidade relativamente grande de garrafas pet inutilizadas após a confecção das armadilhas, que são diretamente jogadas no rio. Caso seja optado por esta técnica, há necessidade de um trabalho de educação não formal voltado à conscientização do destino deste tipo de 'lixo', e esse processo deve acontecer antes do incentivo à fabricação de matapis de polietileno e polipropileno.

A isca utilizada para a pesca é o fruto da palmeira "babaçu" (*Orbignya speciosa*), vendida na forma de farinha nos mercados regionais (Azevedo, 2004). Outras iscas também são utilizadas, como a farinha "puba" (mandioca), pedaços de peixes ou arroz cozido e unidos em grumos.

Odinetz-Collart (1993) descreve a captura de *M. amazonicum* na bacia Amazônica com matapis "(...) o procedimento de captura é feito da seguinte

forma: os matapis são colocados ao anoitecer na beira do rio e amarrados a uma corda fina que fica no fundo, a 1 – 1,5 m da superfície. Ao amanhecer eles são retirados, sendo que em época de safra, os matapis são revisados várias vezes por noite”.

Normalmente, os matapis são colocados na frente das residências dos pescadores, em áreas um pouco mais profundas da zona intertidal. Isto evita o uso de embarcações para o acesso às armadilhas. Porém, em alguns casos esporádicos, algumas famílias têm pequenas canoas até barcos motorizados com ‘rabetas’ para o acesso às armadilhas mais distantes (Tabela 28) e aos pontos de comercialização, normalmente localizados nos Furos do Pelé e das Marinhas.

Em média, cada pescador tem 43 armadilhas ($IC \pm 12.8$) sendo que a quantidade está diretamente relacionada à capacidade de carga da embarcação que ainda leva em média 2 pescadores, sempre ou quase sempre com algum parentesco familiar. Em Mosqueiro, a maior parte das pescarias são realizadas entre parentes (irmãos, primos, cunhados, sobrinhos), entretanto, a produção é individual, cada um responsável pelo seu volume de camarões produzidos. Esta prática do envolvimento de parentes na pesca denota a tradicionalidade desta atividade em toda a Amazônia. Diegues (2005) explica que a atividade de produção do pescador amazônida é, em geral, familiar, incluindo na tripulação conhecidos e parentes próximos ou mais longínquos.

Os ambientes dos pesqueiros visitados são dos mais variados, mas, dependendo do alvo da pesca, têm-se locais específicos sendo que o pitu (*M. carcinus*) e o Gigante da Malásia são preferencialmente capturados em ambientes de fundos de cascalho, diferente de *M. amazonicum* que são mais capturados sob fundos lamosos.

Tabela 28: Principais pesqueiros, tipos de fundo e frequência de visita pelos pescadores de *M. amazonicum* da Ilha do Mosqueiro – PA – Brasil.

Nome do pesqueiro	Tipo de fundo	Frequência de visita	Espécie – alvo
Baía do Sol	Lama	21.4%	<i>M. amazonicum</i>
Rio Santana	Lama e pedra	21.4%	<i>M. amazonicum</i> ; <i>M. rosenbergii</i> <i>M. carcinus</i>
Vigia	Lama e pedra	14.3%	
Colares	Pedra	14.3%	<i>M. rosenbergii</i> <i>M. carcinus</i>
Igarapés (vários)	Lama	21.4%	<i>M. amazonicum</i>
Ilha da Andorinha	Pedra	7.1%	<i>M. rosenbergii</i> <i>M. carcinus</i>

O número de viagens varia obedecendo a um ritmo sazonal notadamente marcado pela abundância ou escassez do recurso (1 por dia; 1 de 1 dia a cada 3 dias). No caso de Mosqueiro, o período chuvoso e as transições são os de maior esforço empregado, tendo em vista a menor capturabilidade do recurso nesta época do ano.

Os custos por expedição também obedecem à variação sazonal, refletindo uma resposta do esforço diante da demanda comercial. Assim, os custos fixos (combustível, gelo, rancho e iscas) somam no período chuvoso um investimento de aproximadamente R\$ 15,00 por viagem e no verão de pouco mais de R\$ 20,00. Vale ressaltar que esses custos aumentam quando as viagens são para os pesqueiros mais distantes como os municípios de Colares e Vigia.

O período seco é o de maior abundância do recurso, e ainda o de maior rentabilidade para os pescadores, tendo em vista que a Ilha do Mosqueiro é uma região de veraneio e frequentemente visitada por turistas nesta época do

ano. Assim, os valores de primeira comercialização de *M. amazonicum* saltam de R\$ 2,00 – 3,00/L para R\$ 4,00 – 5,00/L neste período.

Mesmo reconhecendo que o custo empregado nas pescarias é alto, tendo em vista os poucos recursos e rendimentos de muitos destes pescadores, esta parece ser uma atividade rentável e que em longo prazo compensa o montante investido. Uma grande parte destes pescadores fabrica suas próprias armadilhas, desvinculado o custo adicional para essa etapa da pesca. No mais, graças ao trabalho coletivo de famílias inteiras, no processo de salga e venda do recurso, o lucro obtido se torna uma das principais fontes de renda destas famílias.

Estatística e cadeia produtiva

Os dados de produção de crustáceos dulcícolas nas suas diversas categorias são muito falhos para o Estado do Pará. A comercialização de *M. amazonicum*, não acontece nos portos de desembarque do Estado como ocorre para os peixes. A estrutura de sua cadeia produtiva é extremamente difusa porque a venda acontece diretamente entre os pescadores e seus intermediários, dificultando o registro de dados mais precisos de produção.

Segundo as estatísticas oficiais, certamente subestimadas, das 720t de crustáceos dulcícolas produzidas no Estado do Pará pela pesca artesanal, 134t estão na categoria ‘camarão’, o que provavelmente indica a produção de *Macrobrachium amazonicum* na região, face à sua abundância. Esta captura gerou pouco mais de R\$549.000 (IBAMA, 2008) na primeira comercialização.

Ainda não se conhece o real ‘caminho’ do recurso até a chegada no consumidor final, entretanto, dos intermediários (atravessadores) entrevistados

percebeu-se a movimentação de uma média aproximada de R\$ 250,00 por semana por pessoa. Estimando-se a existência de 50 atravessadores somente na área do Furo das Marinhas, admite-se a movimentação de R\$ 12.500 para este local de comercialização, contando apenas com a receita dos intermediários mais conhecidos. Um dos atravessadores entrevistados afirmou ter obtido entre R\$ 5.000 e R\$ 6.000 na comercialização de camarões somente no mês de julho.

Ressalta-se que a estimativa do número de intermediários é uma tarefa difícil a julgar pelo simples conceito de um intermediário/atravessador. De acordo com Silva (1982) trata-se de um (...) *agente econômico, que age neste processo, atuando como financiador/fornecedor de insumos com garantia da compra da produção do pescado – um processo espoliativo dos pescadores, tendo como objetivo a manutenção das vantagens do poder econômico dos intermediários / atravessadores frente a incerteza da pesca para os produtores.*

O seguimento da produção de *M. amazonicum* é complexo e o volume desembarcado ainda é desconhecido. Um esboço do trajeto da produção está esquematizado na figura 3. O Porto do Pelé, segundo os entrevistados, é o principal ponto de desembarque de camarões no local, seguido do Furo das Marinhas. Quase a totalidade da produção daquele porto é direcionada aos marreteiros patrões, que, depois de comprar a produção dos pescadores, ‘contratam’ pessoas para venda na estrada principal de acesso à Ilha e nas praias. Na baía do Sol, não é percebido um desembarque propriamente dito como nos demais locais especificados. Como são moradores das margens do rio, capturam a produção logo em frente as suas residências e confeccionam viveiros onde os camarões capturados diariamente são acondicionados até

serem vendidos. Quase sempre o comprador é sempre um marreteiro local que normalmente já encomenda previamente toda a produção.

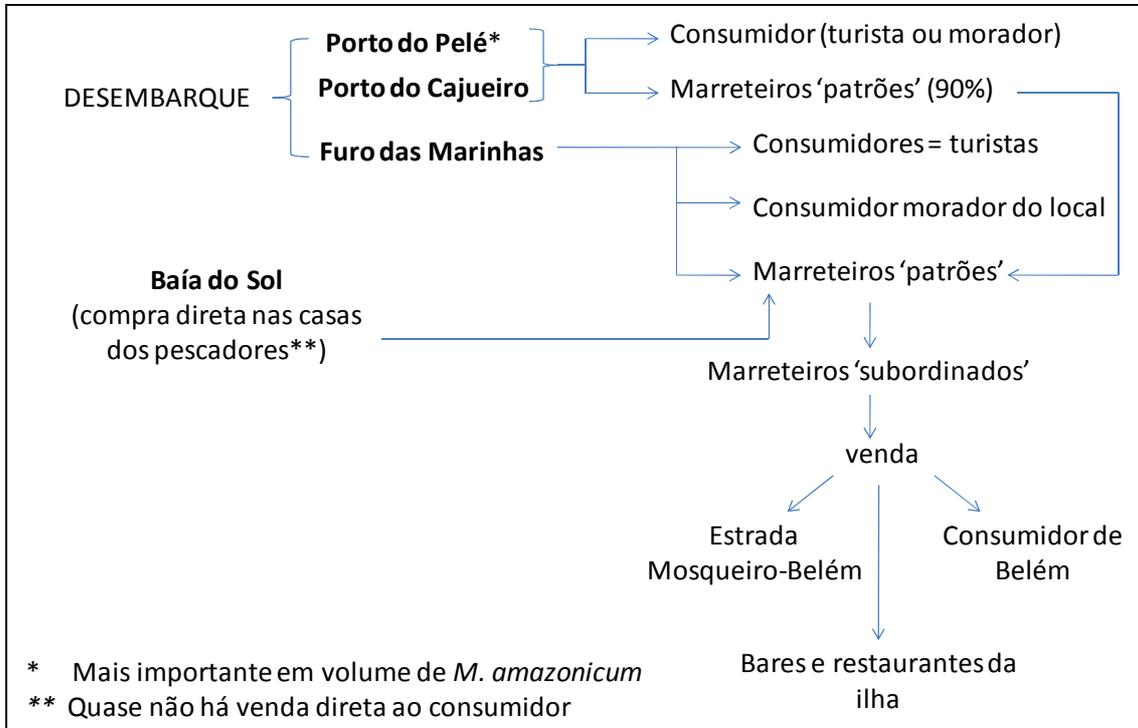


Figura 50: Esquema do trajeto da produção de camarão-da-Amazônia (*M. amazonicum*) na Ilha do Mosqueiro – PA segundo entrevistas diretas realizadas com pescadores e intermediários. Os locais destacados em negrito são os de referência de produção e comercialização desta espécie na ilha.

Os dados de avaliação do estoque pesqueiro do camarão-da-Amazônia demonstrados no capítulo V (neste volume), alerta para o estado de exploração que encontra-se no seu máximo. Analisando a cadeia produtiva e a carência de estatísticas confiáveis, parece evidente a necessidade de iniciativas que propiciem uma avaliação do *status* da produção de *M. amazonicum* e demais espécies de camarões dulcícolas da Ilha de Mosqueiro. A sinalização de sobreexploração já havia sido feita por Lucena-Frédou (2010) em estudo na

Ilha do Combu, onde a espécie é também grandemente capturada pelos pescadores locais. Além disso, percebeu-se que a população de pescadores vem aumentando exponencialmente ao longo dos anos, fato que possivelmente vem excedendo a capacidade de suporte da espécie.

Entraves para o manejo e perspectivas

Para alguns entrevistados, o aumento do número de pescadores ainda é traduzido de forma superficial como um indício da abundância da espécie – ‘.. *se tem muito, vem muita gente atrás...*’. Em outras situações, principalmente dos pescadores mais antigos, o discurso remete à diminuição gradativa e ininterrupta do volume de camarões capturado e ainda a diminuição do tamanho médio dos indivíduos; estes fatos juntos vêm gerando conflitos de diversas ordens.

Neste estudo, as informações coletadas sobre os conflitos associados à pesca e aos recursos pesqueiros são bem gerais, como forma de um entendimento inicial desta parcela da sociedade. Assim, foram identificados os principais tipos de conflitos e os atores que estão diretamente associados à estes, buscando o envolvimento do leitor e a sugestão de pesquisas futuras para um aprofundamento de cada tópico.

Nas pescarias artesanais de camarões da Ilha do Mosqueiro, foram identificadas três razões principais de conflito relacionados (i) ao uso diferencial do mesmo recurso (pesca artesanal comercial e de subsistência ou de uso familiar). Notadamente, por ser uma localidade comumente procurada no veraneio, a pesca de camarões no período das férias escolares ganha uma abordagem não somente de consumo familiar, mas de geração de renda

‘adicional’, uma vez que a procura favorece a venda a preços melhores. Entretanto, em alguns casos, especificamente de muitos pescadores da Baía do Sol, que utilizam a produção como única fonte de renda, é motivo de conflito muitas vezes corporal entre (ii) os moradores locais e os de outros locais, que vêm em busca de áreas que garantam a ‘manutenção’ da mercadoria nesta época e conseqüentemente o ganho adicional. O crescimento da pesca tem aumentado os conflitos entre pescadores locais e comerciais em diversas regiões da Amazônia (Furtado, 1993; 1994; Hartman, 1989). Por último, estes mesmos pescadores imigrantes, atuam (iii) com maior esforço pesqueiro que o dos pescadores locais, o que remete a uma ‘captura exacerbada’ do recurso e ao comprometimento da sustentabilidade.

‘(...) eles vêm pegar o camarão que é da gente, e levam tudo de uma vez só.. (...) tem pescador que chega com mais de 200 matapis, assim não sobra nada pra gente..’

A.O.A., 44 anos, Pescador de camarão residente na comunidade Baía do Sol Mosqueiro.

Os conflitos não são facilmente observados, porém já se percebem iniciativas de alguns pescadores em difundir o uso comunal dos recursos. Embora de forma incipiente, alguns pescadores já citam a experiência do município de Gurupá (Ilha do Marajó) que através do treinamento dos pescadores conseguiram aumentar, em muito, a renda dos pescadores locais a partir do manejo das armadilhas e da organização da produção.

Sem dúvida este já é o início de um processo de modificação da conduta de alguns pescadores, essencialmente os mais jovens, que ainda vêm na pesca uma forma promissora de sobrevivência. Tal forma de pensar das populações pesqueiras locais demonstra o papel fundamental desta categoria de trabalhadores como sujeitos políticos (Leme & Begossi, 2004). Porém, há necessidade de atuação coadjuvante e não menos importante dos órgãos das mais diversas esferas institucionais. Esta conduta empolgante de muitos pescadores ainda é um tanto ineficiente por conta, por exemplo, da falta de níveis adequados de escolaridade entre estes pescadores, cujo trabalho de educação é dificultado.

A ausência de um manejo eficiente ou mesmo de qualquer forma de manejo para a pesca de camarões dulcícolas na Ilha do Mosqueiro, em muito contribui para a degradação do recurso e de toda a atividade pesqueira no seu entorno. A falta de políticas coerentes e correlacionadas com a realidade destes pescadores contribui para um descaso claro e evidente deste sistema pesqueiro, mesmo que este envolva uma parcela significativa da população de pescadores. A ausência de manejo talvez reflita, em parte, a deficiente atuação das entidades de classe em representar a categoria, dificultando, por exemplo, a obtenção de algum financiamento para a compra de petrechos e/ou embarcações.

O manejo pesqueiro é uma ferramenta chave no processo da gestão das pescarias de *M. amazonicum* na ilha do Mosqueiro, tendo em vista a tendência de decréscimo da produção e ao aumento do esforço pesqueiro em algumas épocas do ano. Segundo Kalikoski *et al.* (2009), 'os recursos que começam abundantes e livremente disponíveis, tendem a se tornar escassos, do ponto

de vista ecológico. A menos que o seu uso seja regulado de alguma forma no interesse comum, o resultado de longo prazo será a ruína ecológica para todos (Hardin, 1968)'. Acredita-se que o *co-manejo* ou o compartilhamento de responsabilidade, seja muito promissor neste caso, onde os pescadores poderiam atuar também como gestores.

È importante salientar que o co-manejo não é definido somente como um conjunto de regras coletivas, mas como uma forma mais abrangente de práticas para o controle da atividade da pesca, que leva em consideração o potencial de suporte biológico e econômico da espécie-alvo. Mas, até que ponto os pescadores de camarão da ilha do Mosqueiro podem ser verdadeiramente atuantes? Ao longo das últimas décadas, dividimos muitas experiências e lições no que tange à gestão de recursos como este caso em particular, onde ainda existe a idéia de ser ilimitado por alguns pescadores.

Regimes de propriedade comum, bem como sistemas coletivos de gestão de recursos, se desenvolvem quando um grupo de indivíduos for muito dependente de um recurso e quando o recurso for limitado (Ostrom, 1990; Bromley, 1993). Os sistemas de propriedade comum não se desenvolvem se o recurso for superabundante (mesmo que essa seja a errônea idéia dos pescadores de M. amazonicum da Ilha do Mosqueiro!). Muitas vezes, são necessárias experiências repetidas de um problema com um recurso, como pouco pescado ou a sua falta, para que haja uma resposta (...) a natureza do problema é tal que respostas individuais não conseguirão resolver o problema (...) a solução somente funcionará se todos os pescadores concordarem em aderir a regras que garantam o pescado de amanhã (Kalikoski et al., 2009).'

Um dos grandes desafios da gestão pesqueira é articular a comunidade envolvida a compreender a reciprocidade do processo de gestão. O grupo deverá ser capaz de criar as suas próprias regras e estabelecer as suas práticas de uso. No caso das pescarias de camarão na Ilha do Mosqueiro, a integração dos usuários com a colônia de pescadores poderia ser o primeiro passo.

Com a integração institucional, intuitivamente são formadas lideranças que servirão como porta-voz dos ideais da comunidade. Estas lideranças terão que buscar junto às instituições de capacitação e fomento, ferramentas de apoio ao processo de organização da pesca e de monitoramento dos resultados obtidos. A capacitação, neste sentido, servirá para aumentar a base de conhecimento para facilitar a tomada de decisão e aperfeiçoar práticas e técnicas de gestão.

O desenvolvimento de atividades alternativas de geração de renda pode 'desafogar' a pressão pesqueira de *M. amazonicum* até o estabelecimento das normas de uso do recurso alvo.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, E. F. 2004. *Biologia reprodutiva do camarão regional Macrobrachium amazonicum (Heller, 1862) (Decapoda; Palaemonidae), na ilha do Combu (Belém, PA)*. Universidade Federal do Pará. Trabalho de conclusão de curso.

BAYLEY, P. & PETRERE, M. 1989. Amazon fisheries: assessment methods, current status and management options. *Canadian special publications fisheries and aquatic science* 106: 385-98.

BENTES, B.S., J. M. MARTINELLI, D. V. CAVALCANTE, L. S. SILVA, M.C. ALMEIDA & V.J. ISAAC. 2011. Spatial distribution of the Amazon River shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palamonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, PA). *Brazilian Journal of Biology*. No prelo.

BERGER, U.; GLASER, M.; KOCH, B.; KRAUSE, G.; LARA, R.; SAINT-PAUL, U.; SCHORIES, D. & WOLFF, M. 1999. An integrated approach to mangrove dynamics and management. *Journal of Coastal Conservation*, v. 5: 125-134.

BLANDTT, L.S. & SOUSA, O.N.B., 2005. Trabalho infante juvenil no uso do manguezal e a educação fundamental. In: *Gente, ambiente e pesquisa: manejo transdisciplinar no manguezal*. Glaser, M.; Cabral, N. & Ribeiro, A. (Orgs.). 129-138.

BROMLEY, D. W. 1991. Environment and economy: Property rights and public policy. Cambridge, Mass. Basil Blackwell.

CAMARGO, M.Z. 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): 91-99.

FONTALVO-HERAZO, M.; GLASER, M. & LOBATO-RIBEIRO, A. 2007. A method for the participatory design of an indicator system as a tool for local coastal management. *Ocean and Coastal Management*, 50: 779-795.

FURTADO, L. G. 1993. Conflits Sociaux et Environment les Pecheurs du Moyen Amazonas. *Cahier des Sciences Humaines* 29(1):153-163.

FURTADO, L. G. O. 1994. Processo de Ocupação Humana na Amazônia: considerações e perspectivas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 9 (1): 30-54, 1994.

GLASER, M. 2003. Interrelations between mangrove ecosystem, local economy and social sustainability in Caeté Estuary, North Brazil. *Wetlands Ecology and Management* 11 (4) : 265-272.

GLASER, M. & DIELE, K. 2005. Resultados assimétricos: avaliando aspectos centrais da sustentabilidade biológica, econômica e social da pesca de caranguejo, *Ucides cordatus* (Ocypodidae). In: Gente, Ambiente e Pesquisa: manejo transdisciplinar no manguezal. Glaser, M.; Cabral, N. & Ribeiro, A. (Eds). NUMA/UFPA. 51-68.

HARTMANN, W. 1989. Conflitos de pesca em águas interiores da Amazônia e tentativas para sua solução, p. 103-118. In: *Pesca Artesanal: Tradição e Modernidade. III. Encontro de Ciências Sociais e o Mar*. Programa de Pesquisa e Conservação de Áreas Úmidas no Brasil. São Paulo.

IBAMA-Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2008. Estatística pesqueira 2006. Disponível em www.ibama.gov.br. Acesso em 14 de novembro de 2008.

ISAAC, V.J.; FRÉDOU, F.L.; HIGUCHI, H.; BENTES, B.S.; ESPÍRITO-SANTO, R.V.; MOURÃO, K.R.; OLIVEIRA, C.M. & ALMEIDA, M.C. 2006. Diagnóstico da atividade pesqueira no município de Augusto Corrêa. Universidade Federal do Pará.

KALIKOSKI, D.C., SEIXAS, C.S. & ALMUDI, T. 2009. Gestão compartilhada e comunitária da pesca no Brasil: Avanços e desafios. *Ambiente & Sociedade* XII(1): 151-172.

KLOSE, F.; KRAUSE, G.; GLASER, M.; DA SILVA OLIVEIRA, R.; BOCK, M. & HANATSCHEK, R. 2005. Manguezais como uma zona econômica de tampão: Dinâmica espacial e socioeconômica num estuário no Norte Brasileiro. In: Glaser, M.; Cabral, N.; Ribeiro, A. L. (Eds). *Gente, ambiente e pesquisa. Manejo transdisciplinar no manguezal*. 87-103.

KRAUSE, G.; SCHORIES, D.; GLASER, M. & DIELE, K. 2001. Spatial patterns of mangrove ecosystems: The Bragantian mangroves of North Brazil (Bragança; Pará). *Ecotropica* 7: 93-107.

LEME DA SILVA & BEGOSSI, 2004. Uso de recursos por ribeirinhos no médio Rio Negro. In: BEGOSSI, A. (org.) *Ecologia de Pescadores da Mata Atlântica e da Amazônia*. São Paulo: Editora Hucitec, NEPAN- UNICAMP. 89-148

LIMA, J.S.G & ODINETZ COLLART, O. 1997. Ecologia do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Palaemonidae) no açude Poço da Cruz (Ibimirim). In: *Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 10, Guarapari. Anais eletrônicos do Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, Guarapari: Associação dos Engenheiros de Pesca do Espírito Santo*. Cd ROM.

LUCENA-FRÉDOU, F.; ROSA-FILHO, J. S.; SILVA, M. C. N. & AZEVEDO, E. F. 2010. Population dynamics of the river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (DECAPODA, PALAEMONIDADE) on Combu island (Amazon Estuary). *Crustaceana* 83 (3):277-290.

MORAN, E. F. 1990. *A Ecologia humana das populações da Amazônia*. Petrópolis: Vozes,

ODINETZ-COLLART O. & MOREIRA L. C.1993. Potencial pesqueiro de *Macrobrachium amazonicum*, na Amazônia Central (Ilha do Carneiro) variação da abundância e do comprimento. *Amazoniana* 3:399-413.

OSTRUM, E. 1990. *Governing the commons*. Cambridge University Press, Cambridge.

PETRERE, J.R.M. 1990. Nota sobre a pesca dos índios Kayapó da aldeia Garotire, Rio Fresco, Pará. *Boletim do Museu Paranaense Emilio Goeldi, série Antropologia* 6: 5-17.

PORTO, L. A. C. 1998. Estrutura populacional e biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda), na Bacia Hidrográfica do rio Meia-Ponte, Bela vista de Goiás – GO. Brasil. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.

SILVA, A. F. 1982. *O homem e a pesca: as atividades pesqueiras no estuário e no litoral de Goiânia*. Recife, 1982. Dissertação, UFPE/departamento de Ciência Geográfica.

StatSoft Inc. (2007). STATISTICA (data analysis software system), version 7.

URL: www.statsoft.com .

VALENTI, W. C. 1985. Cultivo de camarões de água doce. Editora Nobel. São Paulo.

VALENTI, W. C. 1987. Comportamento reprodutivo de camarões de água doce. In: *Anais de Ecologia* 5:195-202.

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A atividade de captura e comercialização de *Macrobrachium amazonicum* no estado do Pará remonta a tradicionalidade econômica e cultural da Amazônia. Desde a colonização, o processo capitalista vem reforçando a necessidade imediatista e exponencial de aumento da produção extrativista de recursos para suprir o aumento populacional.

O estuário Guajará é um exemplo desta disjuntiva. O camarão-da-Amazônia é um recurso abundante que habita uma área bastante produtiva da região Norte do Brasil. Isto parece mais evidente considerando o intenso esforço pesqueiro sobre este estoque. Entretanto, avaliando os parâmetros biológicos e sócio econômicos levantados com esta pesquisa, admite-se que não existe sustentabilidade na atividade.

Na situação atual evidenciada neste trabalho, temos que algumas condutas têm que ser revistas e avaliadas para que a sustentabilidade do ponto de vista ecológico, econômico e social da atividade de captura de *M. amazonicum* seja efetivamente alcançada.

Os resultados aqui apresentados permitiram uma avaliação geral da situação deste recurso. O fornecimento de parâmetros populacionais, da pesca e dos atores envolvidos nesta atividade, forneceram informações que culminaram na delimitação de sugestões realísticas para o manejo.

Sumarizando as conclusões de cada capítulo desta tese tem-se que:

- 1) A espécie habita toda a região de estudo, sendo mais abundante no período seco, quando há maior capturabilidade dos recursos pesqueiros.
- 2) A ilha do Combu é o local onde os espécimes são mais abundantes e ainda de maiores tamanhos.
- 3) As fêmeas são significativamente maiores e mais pesadas que os machos, denotando metabolismo diferenciado, provavelmente devido à reprodução.
- 4) A proporção de machos é maior nas menores classes de comprimento, o que pode indicar um aumento na predação de machos de menores tamanhos devido ao seu comportamento mais agressivo.

- 5) O tamanho de primeira maturação para ambos os sexos resultou em 11,5mm (11,5 mm nos machos e 11,2mm nas fêmeas) para o comprimento da carapaça, o que corresponde a 45 mm de comprimento total e aproximadamente 9 meses de idade.
- 6) A reprodução em *M. amazonicum* é contínua, porém picos com maior intensidade de desova foram detectados, um entre maio e julho e o outro entre outubro e novembro de cada ano.
- 7) Os locais mais abrigados, como regiões mais internas de canais de maré ou furos (comuns no estuário amazônico) são locais preferencialmente procurados por fêmeas maduras para a desova e crescimento dos juvenis.
- 8) Os parâmetros de crescimento da curva de von Bertalanffy obtidos, por diferentes métodos resultaram nas seguintes médias: $L_{\infty}=44,8\text{mm}$ e $K=0,35$ (ano^{-1}) para os machos e $L_{\infty}=46,5$ e $K=0,31$ (ano^{-1}) para as fêmeas. O valor médio estimado para a mortalidade natural foi de $1,6$ (ano^{-1}).
- 9) A pesca pode ocorrer com os dois tipos de isca: farelo de babaçu ou peixes, sendo que a estrutura populacional da captura é similar em ambos os tipos de isca, mas o rendimento nas armadilhas com farelo de babaçu é maior.
- 10) A taxa de mortalidade por pesca e a taxa de exploração obtidas na análise apontam para um estado limítrofe de exploração do recurso, neste sentido, o manejo deverá ser tratado com bastante cuidado, já que qualquer pequeno aumento do esforço deve conduzir à sobrepesca de crescimento.
- 11) Aliado a isso, a situação sócio econômica dos pescadores é precária. Baixos níveis de escolaridade e de renda, dificuldade de obtenção e/ou administração dos financiamentos para a compra de petrechos e/ou embarcações; falta de representação das entidades de classe, e cadeia de comercialização difusa e pouco eficiente, são os principais entraves da atividade.
- 12) Uma forma mais sustentável da pesca poderia ser obtida a partir de uma mudança na forma de captura, sendo recomendado que as armadilhas sejam modificadas para que somente indivíduos maiores

do que 45 mm de comprimento total sejam capturados. Isto evitaria a captura de jovens que ainda não desovaram e ainda permitiria um aumento em 11% dos rendimentos, após obtido o equilíbrio.

O manejo de *M. amazonicum* deve ser considerado prioritário diante da sua importância ecológica, econômica e cultural local para grande parte das populações ribeirinhas da Amazônia.

Ainda não existem políticas públicas voltadas ao ordenamento pesqueiro do camarão-da-Amazônia, entretanto, algumas iniciativas, com algum sucesso, têm sido realizadas com intuito de se começar a pensar nesta questão. O camarão-da-Amazônia é, acima de tudo, mais um recurso tratado com descaso e cujo estoque encontra-se no seu limite máximo de produção. A atividade de captura descontrolada e o aumento do número de pescadores artesanais, pode comprometer o estoque.

Acredita-se que em função da relativa abundância do camarão-da-Amazônia nas águas dos rios da região, e ainda à sua flexibilidade adaptativa, este recurso tenha grande possibilidade de gerar bons rendimentos econômicos a médio e longo prazo para os pescadores.

Os trabalhos científicos realizados, inclusive o presente, contribuem para a geração de conhecimento sobre a espécie, os quais devem ser utilizados para planejar políticas de desenvolvimento para o pescador e formas sustentáveis de pesca.

Adicionalmente, investimentos devem ser realizados com urgência para melhorar a coleta de informações sobre a produção de camarão, bem como otimizar a cadeia de comercialização.

A necessidade de um controle mais eficiente da produção do camarão-da-Amazônia parece evidente. Isto deve acontecer na forma de um levantamento estatístico diário da produção. Dados econômicos das pescarias além de medições biométricas 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.

Adicionalmente, a delimitação de um tamanho mínimo de captura em 4.5cm ($t_c > 0.75$ ano) de comprimento total aliviaria a pressão pesqueira e

estimularia melhores rendimentos pesqueiros. Esta medida deve ser incentivada e controlada através de educação e fiscalização, para que seja efetivamente implantada pelos pescadores.

A proibição da pesca comercial com matapis em áreas de cabeceiras de furos ou canais de marés, poderia também garantir uma proteção aos indivíduos em desova.

Um controle mais rigoroso do esforço empregado, impedindo o aumento do mesmo, poderá servir para manter os níveis de sustentabilidade. Um cadastramento dos pescadores usuários do recurso seria, neste caso, interessante para efetivar esta medida. Alternativamente, a estimativa do número de armadilhas por área, poderia ser realizada, através das médias da quantidade por família. A delimitação de cotas de uso de petrechos por família, poderia ser outra medida de controle do esforço.

Em detrimento ao uso de armadilhas confeccionadas com talas de palmeira, cujas espécies parecem estar em risco, poderiam ser reciclados produtos industriais, até mesmo as garrafas tipo *pet*, desde que haja um tratamento específico para o destino final destas armadilhas, para que não sejam acumuladas em algumas áreas da baía.

Um importante fator para a otimização das pescarias e conseqüentemente de todo o sistema pesqueiro, é o da administração das pescarias que, segundo Isaac *et al.* (1992) deve se apoiar primeiramente na conservação, a longo prazo, dos recursos; a maximização da produção e da receita total das capturas ou da entrada de divisas, a maximização do lucro, a diminuição dos custos de produção, a melhoria da condição econômica e social da mão-de-obra, o incremento das oportunidades de emprego e redistribuição dos benefícios devem ser objetivos desta gestão.

Certamente, estes seriam os princípios básicos para uma administração pesqueira ideal, entretanto, é sabido que, no caso específico de camarões como ressaltam Garcia & Le Reste (1987), existem algumas peculiaridades que dificultam esse processo, dentre os que se destacam a facilidade de captura e o valor econômico do recurso. A falta de uma adequada administração da atividade, deve possibilitar um incremento do esforço de pesca, conduzindo à rentabilidade nula e à redução da produção. Fortalece-se a necessidade da

administração destas pescarias que pode ser viabilizada utilizando-se algumas das recomendações supracitadas.

O estuário Guajará indica ser um ambiente de fácil acesso à fiscalização e monitoramento da atividade, tendo vista a proximidade desta com a capital e a temporalidade dos desembarques que seguem o ritmo das marés. Sendo assim, a normatização das capturas de camarão-da-Amazônia certamente teria sucesso.

Uma alternativa favorável à diminuição da pressão dos estoques naturais seria o incentivo ao cultivo da espécie, o que já vem sendo observado entre os próprios pescadores, que fazem um certo 'controle' do pescado, mantendo os menores indivíduos em viveiros. Esta iniciativa indica que se corretamente orientados os pescadores poderiam ajudar no manejo do recurso. Esta idéia talvez ainda não tenha ganhado força por parte dos governos locais devido à experiência com o Gigante-da-Malásia - *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) - que teve impactos ecológicos e econômicos negativos para o estado do Pará, com muitos investidores falidos e o escape desta espécie para o ambiente natural, ocasionando mudanças na estrutura trófica da comunidade local,

Desta forma, pensar no manejo de *M. amazonicum* na baía do Guajará é, acima de tudo, pensar em investimentos para a agregação de valor ao produto, *in natura* ou beneficiado, que garanta melhores rendimentos e melhoria na qualidade de vida dos pescadores. Estas estratégias não devem ser associadas a um aumento do esforço, mas, necessariamente, à otimização das capturas que já existem, seja pelo aumento do tamanho do produto comercializado através do incentivo às associações de base comunitária - seguindo a experiência do município de Gurupá (PA) – ou pela ampliação dos mercados consumidores, e melhorando o acesso deste produto a mercados alternativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GARCIA, S. The management of coastal penaeidae fisheries, p. 281-306. In: Caddy, J.F. (Ed.) **Marine invertebrate fisheries: Their assessment and management**. J. Wiley & Sons, Inc. 1989.

GARCIA, S.; LE RESTE, L. Life cycles, dynamics, exploitation and management of coastal penaeid shrimp stocks. **FAO Fisheries Technology Papers** 203. 1981.

ISAAC, V.J., DIAS NETO, J., DAMASCENO, F.G. Camarão rosa da costa Norte. Biologia, dinâmica e administração pesqueira. Brasília, **IBAMA – Coleção Meio Ambiente. Série Estudos de Pesca** V. 1, 1992.

ANEXOS

ANEXO 1: Estádios de maturação gonadal para fêmeas segundo Carvalho & Pereira (1981).

Estádio de maturação gonadal	Características
ESTÁDIO I (Imaturo)	Ovários pequenos, incolores e transparentes; consistência gelatinosa; são de difícil remoção e não apresentam cromatóforos na cápsula ovárica. Não são visíveis por transparência da carapaça. Localizam-se no cefalotórax, recobrimdo o hepatopâncreas em seus 2/3 anteriores; o terço posterior passa sob o coração e sobre o intestino, alcançando o 1º somito.
ESTÁDIO II (Em maturação)	Marcado pelas fases de pré-vitelogênese e vitelogênese. Há profundas modificações de cor, tamanho e textura. As gônadas são maiores do que no estágio anterior e começam a recobrir o estômago. Tornam-se opacas, esbranquiçadas e, às vezes, apresentam-se ligeiramente esverdeadas. Surgem os primeiros cromatóforos e os ovários são visualizados através da carapaça.
ESTÁDIO III (Maduro)	Ovários volumosos, túrgidos, de coloração verde escura. Em se tratando de uma espécie cuja desova é do tipo parcial, o tamanho dos ovários varia de acordo com estas. A cavidade cefalotorácica dorsal é totalmente preenchida quando os ovários se encontram totalmente cheios, distendendo-se da base do rostro até a metade do primeiro segmento abdominal.
ESTÁDIO IV (Com ovos)	Observa-se nitidamente a presença de ovos nos pleópodos.
ESTÁDIO V (Reorganização)	Fase de reorganização com ovários esbranquiçados e pobres em cromatóforos; microscopicamente observam o espessamento do tecido conjuntivo e o epitélio folicular parenquimatoso.

ANEXO 2: Estádios de maturação gonadal para machos segundo Ribeiro & Filho (1988).

Estádio de maturação gonadal	Características
ESTÁDIO I (Imaturo)	Testículos não são bem visíveis, com textura gelatinosa.
ESTÁDIO II (Maduro)	Neste estágio os testículos são bem visíveis e constam como duas massas alongadas de coloração esbranquiçada e simetria bilateral. Acham-se localizados no cefalotórax, sobre o hepatopâncreas, ficando a sua porção terminal abaixo do coração.

**ANEXO 3: Comprovante de aceite de artigo no periódico *Brazilian Journal of Biology*
– capítulo IV.**

Aceitação BJB-084/10 - Yahoo! Mail

Página 1 de 1



Aceitação BJB-084/10

Terça-feira, 26 de Outubro de 2010 16:28

De: "Brazilian Journal of Biology" <bjb@bjb.com.br>

Para: "bianca@ufpa.br" <bianca@ufpa.br>

Cc: "Bianca BS" <bianca_bl@yahoo.com.br>

Prezado(a) Autor(a) Dr.(a) **Bianca Bentes da Silva**

Pela presente, vimos informar-lhe que seu manuscrito (artigo científico) intitulado "**SPATIAL DISTRIBUTION OF THE AMAZON RIVER SHRIMP *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (DECAPODA, CARIDEA, PALAEMONIDAE) IN TWO PERENNIAL CREEKS OF AN ESTUARY ON THE NORTHERN COAST OF BRAZIL (GUAJARÁ BAY, BELÉM, PARÁ)**" foi aceito em 19/10/10 no Brazilian Journal of Biology.

Data prevista para publicação: novembro de 2011, ou seja, volume 71.4
Atenciosamente.

Profa. Dra. Takako Matsumura Tundisi
Editora Chefe
Brazilian Journal of Biology

ANEXO 4: Comprovante de aceite de artigo no periódico *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia* – capítulo VI.