



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
NÚCLEO DE ESTUDOS EM CIÊNCIA ANIMAL  
**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA –**  
AMAZÔNIA ORIENTAL  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**  
  
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL

Márcia Cristina Nylander Silva

**DINÂMICA POPULACIONAL DO CAMARÃO CASCUDO**  
*Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) DA ILHA DE  
COMBÚ – BELÉM-PA

Orientadora: Dra. Flávia Lucena Frédou  
Co-orientador: Dr. José Souto Rosa Filho

Belém  
2006



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
NÚCLEO DE ESTUDOS EM CIÊNCIA ANIMAL  
**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA –**  
AMAZÔNIA ORIENTAL  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**  
  
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL

Márcia Cristina Nylander Silva

**DINÂMICA POPULACIONAL DO CAMARÃO CASCUDO**  
*Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) DA ILHA DE  
COMBÚ – BELÉM-PA.

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em  
Ciência Animal da Universidade Federal do Pará, da  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia  
Oriental e da Universidade Federal Rural da Amazônia,  
como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em  
Ciência Animal. Área de concentração: Produção Animal.

Orientadora: Dra. Flávia Lucena Frédou  
Co-orientador: Dr. José Souto Rosa Filho

Belém

2006



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
NÚCLEO DE ESTUDOS EM CIÊNCIA ANIMAL  
**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA –**  
AMAZÔNIA ORIENTAL  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL

Márcia Cristina Nylander Silva

**ESTUDO DA DINÂMICA POPULACIONAL DO CAMARÃO  
CASCUDO *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) DA  
ILHA DE COMBÚ – BELÉM-PA.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em  
Ciência Animal da Universidade Federal do Pará, da  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia  
Oriental e da Universidade Federal Rural da Amazônia,  
como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em  
Ciência Animal. Área de concentração: Produção Animal.

Data: 28 de Abril de 2006.

Banca Examinadora:

Orientadora: \_\_\_\_\_

Dra. Flávia Lucena Frédou  
Professora do Centro de Geociências  
Departamento de Oceanografia - UFPA

\_\_\_\_\_  
Dra. Jussara Moretto Martinelli  
Pesquisadora do Programa de Manejo e Dinâmica  
de Manguezais (MADAM)

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Raimundo Aderson Lobão de Souza  
Instituto Sócio Ambiental e dos Recursos  
Hídricos da Universidade Federal Rural da  
Amazônia - UFRA

Belém

2006

*Dedico este trabalho a todos que contribuíram para seu início, meio e fim em especial meus pais Otoniel Nylander Silva Filho e Fátima Domingas Nylander Silva.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Nosso Pai “*Deus*” por ter me abençoado e permitido a presença de pessoas importantes ao meu lado (meus pais, minha família), assim como as especiais, *Flavia Lucena Frédou* que me concedeu esta oportunidade de avanço, possibilitando o meu aprimoramento profissional, tendo toda paciência em me ensinar perante minhas dificuldades e orientar-me, passo a passo, para melhor discernimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. *José Souto Rosa Filho* por colaborar em minha orientação dando dicas importantes para ressaltar o presente estudo.

Ao colega *Elpídio Farias de Azevedo* pela coleta das amostras e análises inicial por ele executado, que regeu parte importante deste trabalho.

Aos Doutores *Thierry Frédou* e *Cláudio Vieira* pela ajuda com as análises estatísticas.

A *Janildo da Silva Aviz*, meu grande amigo, que me deu força com suas palavras e se prontificou a me ajudar sempre que precisei.

À minha amiga *Érica Bandeira da Silva*, pelo incentivo inicial, sendo a principal responsável e incentivadora, que fez despertar meu interesse pelo mestrado.

Aos “Mestres Professores” do curso pela dedicação e incentivo, na qual propiciaram uma geração de conhecimentos para minha vida profissional.

A todos os meus colegas de turma, em especial *Rui Alves Chaves*, *Gicelli Farias* e *Elaine Queiroz* pela ajuda mútua e esforço contínuo na tentativa de aprender e aumentar nossos conhecimentos.

Aos colegas do Laboratório de Dinâmica, Avaliação e Manejo de Recursos Pesqueiros do Departamento de Oceanografia da UFPA, pela ajuda direta ou indireta a minha pessoa.

Aos amigos que sempre acreditaram em mim e deram força para nunca desisti em especial *Teresinha de Jesus de Sousa Silva Chaves* e *Shirley da Silva Leão*.

Ao colega *Edinaldo Ferreira da Silva* um colega esforçado que me ajudou na obtenção das fotos deste estudo.

Ao Sr. *João Rosa “Parau”*, pescador da Ilha do Combú e responsável pela pescaria dos camarões.

À *Coordenação do Curso de Mestrado em Ciência Animal* e a todos que fazem parte dela pelo esforço de tentar melhorar o nível do curso e pela paciência durante nossas cobranças.

À *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)*, pela bolsa de estudo concedida no ano de 2004.

Aos meus pais *Otoniel Nylander Silva Filho* e *Fátima Domingas Nylander Silva* que sempre me apoiaram durante toda minha vida e com muito sacrifício me deram a oportunidade de estudar (abrir meu horizonte), mostrando que com caráter, paciência e força de vontade conseguimos chegar mais longe.

*“Se deres um peixe a um homem, ele alimentar-se-á uma vez; se o ensinares a pescar, alimentar-se-á durante toda a vida”.*  
*(Kuan-Tsu)*

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. OBJETIVO GERAL</b> .....	19
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	20
3.1. ÁREA DE ESTUDO .....	20
3.2. COLETA DE DADOS .....	21
3.3. ANÁLISE DOS DADOS .....	23
<b>3.3.1. Relações biométricas</b> .....	23
<b>3.3.2. Composição da captura</b> .....	25
<b>3.3.3. Fecundidade</b> .....	26
<b>3.3.4. Crescimento</b> .....	27
<b>3.3.5. Mortalidade</b> .....	31
<b>3.3.6. Modelos de rendimento por recruta</b> .....	33
<b>4. RESULTADOS</b> .....	35
4.1. DESCRIÇÃO DA PESCA .....	35
4.2. RELAÇÕES BIOMÉTRICAS .....	36
4.3. COMPOSIÇÃO DA CAPTURA .....	39
4.4. FECUNDIDADE .....	42
4.5. CRESCIMENTO .....	43
4.6. MORTALIDADE .....	48
4.7. RENDIMENTO POR RECRUTA .....	52
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	55
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	66



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Equação de regressão para a relação CT = comprimento total (cm) e CC = comprimento do cefalotórax (cm) para sexos separados e agrupados.....	37
Tabela 2 – Equação de regressão para a relação CT = comprimento total (cm) e WT = peso total (g) para sexos separados e agrupados.....	39
Tabela 3 – Valores médios do comprimento total (cm) dos machos, fêmeas e sexos agrupados das amostras mensais.....	40
Tabela 4 – Relação do comprimento total médio dos indivíduos entre os meses analisada pela ANOVA.....	41
Tabela 5 – Distribuição de machos e fêmeas mensalmente e valores de P.....	41
Tabela 6 – Distribuição de machos e fêmeas por classes de comprimento e valores de P.....	42
Tabela 7 – Média de crescimento por coorte e taxa de crescimento estimado para machos, fêmeas e sexos agrupados a partir dos resultados do método de Bhattacharya.....	44
Tabela 8 – Parâmetros de crescimento $L_{\infty}$ (cm), K, C e $W_p$ , calculados pelas frequências de comprimento total de machos, fêmeas e sexos agrupados. ....	45
Tabela 9 – Estimativas de M para sexos agrupados pelo método de Rikhter e Efanov para os diversos conjuntos de parâmetros de crescimento e $t_{50}$ . ....	48
Tabela 10 – Estimativa de Z para machos, fêmeas e sexos agrupados pelo método da Curva de Captura. ....	50
Tabela 11 – Estimativa de Z para machos, fêmeas e sexos agrupados pelo método de Beverton e Holt a partir do $L'$ e L médio.....	51
Tabela 12 – Estimação da taxa de exploração máxima sustentável pelo modelo de rendimento por recruta de Beverton e Holt. ....	52

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Características morfológicas de <i>M. amazonicum</i> segundo Cervigón <i>et al.</i> (1992).	14
Figura 2 – Aerofoto da Ilha do Combú – Pará (Modificado de CODEM, 2004).....	20
Figura 3 – Desenho esquemático da característica de diferenciação sexual no segundo par de pleópodos de machos e fêmeas no camarão do gênero <i>Macrobrachium</i> . Fonte: Valenti, 1996.....	22
Figura 4 – Características biométricas externas analisadas no camarão <i>M. amazonicum</i> .....	23
Figura 5 – Separação da massa ovígera aderida aos pleópodos do camarão <i>M. amazonicum</i> .	27
Figura 6 – Ovos do camarão <i>M. amazonicum</i> dispersos em solução para contagem.....	27
Figura 7 – A armadilha “matapí” utilizada para pesca do camarão <i>M. amazonicum</i> na Ilha do Combú (PA).....	35
Figura 8 – Relação comprimento total e comprimento do cefalotórax de machos de <i>M. amazonicum</i> na Ilha do Combú (PA). .....	36
Figura 9 – Relação comprimento total e comprimento do cefalotórax de fêmeas de <i>M. amazonicum</i> na Ilha do Combú (PA). .....	37
Figura 10 – Relação comprimento total e comprimento do cefalotórax para sexos agrupados de <i>M. amazonicum</i> na Ilha do Combú (PA). .....	37
Figura 11 – Relação do comprimento total e peso total de machos de <i>M. amazonicum</i> na Ilha do Combú (PA).....	38
Figura 12 – Relação do comprimento total e peso total de fêmeas de <i>M. amazonicum</i> na Ilha do Combú (PA).....	38
Figura 13 – Relação do comprimento total e peso total de sexos agrupados de <i>M. amazonicum</i> na Ilha do Combú (PA).....	39
Figura 14 – Relação fecundidade x comprimento total de fêmeas ovígeras de <i>M. amazonicum</i> na Ilha do Combú (PA).....	43
Figura 15 – Curva de crescimento estimada pelo ELEFAN I para dados de freqüências de comprimento para machos de <i>M. amazonicum</i> na Ilha do Combú.....	46
Figura 16 – Curva de crescimento estimada pelo ELEFAN I para dados de freqüências de comprimento para fêmeas de <i>M. amazonicum</i> na Ilha do Combú.....	46
Figura 17 – Curva de crescimento estimada pelo ELEFAN I para dados de freqüência de comprimento de sexos agrupados de <i>M. amazonicum</i> na Ilha do Combú.....	47
Figura 18 – Curva de captura de Ricker (1975) e estimativa de Z para machos de <i>M. amazonicum</i> na Ilha do Combú. ....	48

Figura 19 – Curva de captura de Ricker (1975) e estimativa de $Z$ para fêmeas de <i>M. amazonicum</i> na Ilha do Combú. ....	49
Figura 20 – Curva de captura de Ricker (1975) e estimativa de $Z$ para sexos agrupados de <i>M. amazonicum</i> na Ilha do Combú. ....	49
Figura 21 – Curva de captura relativa por recruta ( $Y/R$ ) de Beverton e Holt para machos de <i>M. amazonicum</i> na Ilha do Combú (PA). ....	53
Figura 22 – Curva de captura relativa por recruta ( $Y/R$ ) de Beverton e Holt para fêmeas de <i>M. amazonicum</i> na Ilha do Combú (PA). ....	53
Figura 23 – Curva de captura relativa por recruta ( $Y/R$ ) de Beverton e Holt para sexos agrupados de <i>M. amazonicum</i> na Ilha do Combú (PA). ....	54

## RESUMO

Os camarões do gênero *Macrobrachium*, pertencentes à família Palaemonidae, são muito utilizados tanto na aquicultura como explorados através da pesca comercial. Dentre as espécies do gênero, *M. amazonicum* destaca-se por ser largamente consumido, apresentar carne saborosa e possuir larga distribuição geográfica. Considerando a importância sócio-econômica deste recurso para o Estado do Pará, este trabalho tem o objetivo de descrever a dinâmica populacional e avaliar o estoque do camarão cascudo *M. amazonicum* da Ilha do Combú (Pará). A coleta de dados ocorreu entre os meses de março de 2002 a fevereiro de 2003 (exceto agosto) onde aproximadamente 500 gramas de camarão eram obtidos mensalmente. Em laboratório, os indivíduos eram medidos (comprimento total e comprimento da carapaça) e pesados (peso total). Para a determinação da fecundidade, depois de removida a massa ovígera, os ovos foram transferidos para uma solução com água na qual foram retiradas alíquotas para a contagem dos ovos sob um microscópio estereoscópio. Para a determinação dos parâmetros populacionais foi utilizado o Programa FISAT (Fish Stock Assessment Tools). As fêmeas alcançam comprimento máximo menor que os machos, porém seus comprimentos médios mensais foram superiores ao longo de todo o ano. Ocorreu uma proporção significativa favorável, às fêmeas nos meses de julho, setembro, janeiro e fevereiro e nas classes de comprimento 2,5-2,9 cm e 6,5 a 9,4 cm. A fecundidade mostrou uma relação linear com o comprimento total onde o número de ovos variou de 40 a 3.375 ovos/fêmea. Evidenciou-se 3 coortes para a espécie que nascem entre dezembro-janeiro/02, setembro-outubro/02 e abril-maio/03. Considerando diversas metodologias, os parâmetros de crescimento foram similares entre si, na qual o K para os machos foi maior e variou entre 0,7 a 1,36 cm/mês e nas fêmeas variou entre 0,66 a 0,91 cm/mês. O  $L_{\infty}$  (para a maioria das metodologias) também foi superior para os machos (12,37 a 17,66 cm) quando comparado com as fêmeas (12,66 a 14,14 cm). Os valores estimados da mortalidade total Z pela curva de captura foram maiores nos machos (valores entre 3,15 e 6,13) quando comparado com as fêmeas (valores de 3,86 a 6,89) o mesmo ocorreu para o método de Beverton e Holt, para machos (valores entre 5,43 a 9,31) e fêmeas (valores de 4,43 a 4,92). O tamanho de primeira captura ( $L_c$ ), foi maior nas fêmeas (5,88 cm) quando comparados com os machos (4,25 cm). A  $E_{MSY}$  (taxa de exploração para a obtenção do rendimento máximo sustentável) de machos e fêmeas está abaixo de E (taxa de exploração atual) indicando uma sobrepesca dos estoques de *M. amazonicum* na Ilha do Combú.

Palavras chaves: Crustáceos, Palaemonidae, *Macrobrachium amazonicum*, Dinâmica populacional, crescimento, mortalidade, fecundidade.

## ABSTRACT

Shrimps of genus *Macrobrachium*, family Palaemonidae, are largely utilized for aquaculture and also are explored by commercial fisheries. Amongst the species of this genus, *M. amazonicum* is largely consumed, shows valued meat and is largely distributed. Considering the social-economic importance of this resource in the State of Pará, this study has the objective of describing the population dynamics and assesses the stock of barky shrimp *M. amazonicum* in island of the Combú (Pará). Data was collect from March 2002 to February 2003 (except august) where approximately 500 grams of shrimp were monthly obtained. In laboratory, individuals were measured (total length and length of carapace) and weighted (total weight). For determining the fecundity, after removed the eggs mass, were transferred to a water solution were they were counted under a microscopy. For the determination of the population parameters, it was utilized the Program FISAT (Fish Stock Assessment Tools). Females showed smaller maximum length when compared to males, although their average mensal lengths through all year were superior to those of males. It was registered a significant positive sexual proportion to females in July, September, January and February and for the length classes 2.5-2.9 cm and 6.5 to 9.4 cm. The fecundity showed a positive linear relation with the total length and the number of eggs varied from 40 to 3375 eggs/female. It was registered 3 cohorts for the species which were born in December-January/02, September-October/02 and April-May/03. Considering the different methodologies, growth parameters were similar between them and K for males was superior when compared to females and varied from 0.7 to 1.35 cm/month. For females K varied from 0.66 to 0.91 cm/month.  $L_{\infty}$  (for most methodologies) was also superior for males (12.37 to 17.66 cm) when compared to females (12.66 to 14.14 cm). Estimated values of total mortality Z for the capture curve had been bigger in the higher for males (values from 3.15 to 6.13) than for females (values from 3.86 to 6.89) the same occurred for method of Beverton and Holt, males (values between 5.43 to 9.31). The length at first capture ( $L_c$ ) was superior for females (5.88 cm) than for males (4.25 cm). The  $E_{MSY}$  (explotation rate for the maximum sustainable yield) for males and females is below the E (exploitation rate) indicating that *M. amazonicum* of island of the Combú is over-exploited.

Keys words: Crustaceans, Palaemonidae, *Macrobrachium amazonicum*, Population Dynamics, growth, mortality, fecundity.

## 1. INTRODUÇÃO

O gênero *Macrobrachium* contém mais de 120 espécies e apresenta ampla distribuição geográfica ocorrendo nas regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo (VALENTI, 1987). Para a América do Sul, Holthuis (1952) relatou 26 espécies. Neste continente, o gênero apresenta uma larga distribuição, nas bacias do rio Orinoco, do rio Amazonas e do rio Paraguai. Sua localidade típica é a bacia central do rio Amazonas na região de Manaus, onde é muito abundante nas águas brancas, ricas em sedimentos e sais dissolvidos, tendo pouca ocorrência nas águas pretas, ácidas e pobres em nutrientes. Nos lagos de várzea, ele chega a representar cerca de 80% da biomassa de macrocrustáceos (ODINETZ COLLART e MOREIRA, 1993).

*M. amazonicum* (Heller, 1862), é um camarão de água doce pertencente à ordem Decapoda (Latreiller, 1802) e família Palaemonidae (Rafinesque, 1815). Os camarões desta família, se caracterizam por apresentar o primeiro par de antenas, com três apêndices filiformes terminais, sendo os dois externos, via de regra, reunidos na base; mandíbulas distintamente bipartida e quase sempre munida de palpo; segundo par de pereópodos mais comprido e, geralmente, mais robusto que o primeiro; com ausência de epipoditos em todos os pereópodos (SAWAYA, 1946).

De acordo com Cervigón *et al.* (1992), a espécie *M. amazonicum* caracteriza-se por apresentar o rosto longo, divergindo para cima e sobre passando o escafocerito, com borda dorsal apresentando de nove a doze dentes e na borda ventral com oito a doze; télson com dois pares de espinhos postero-laterais. Esta espécie apresenta coloração clara a transparente (Figura 1).

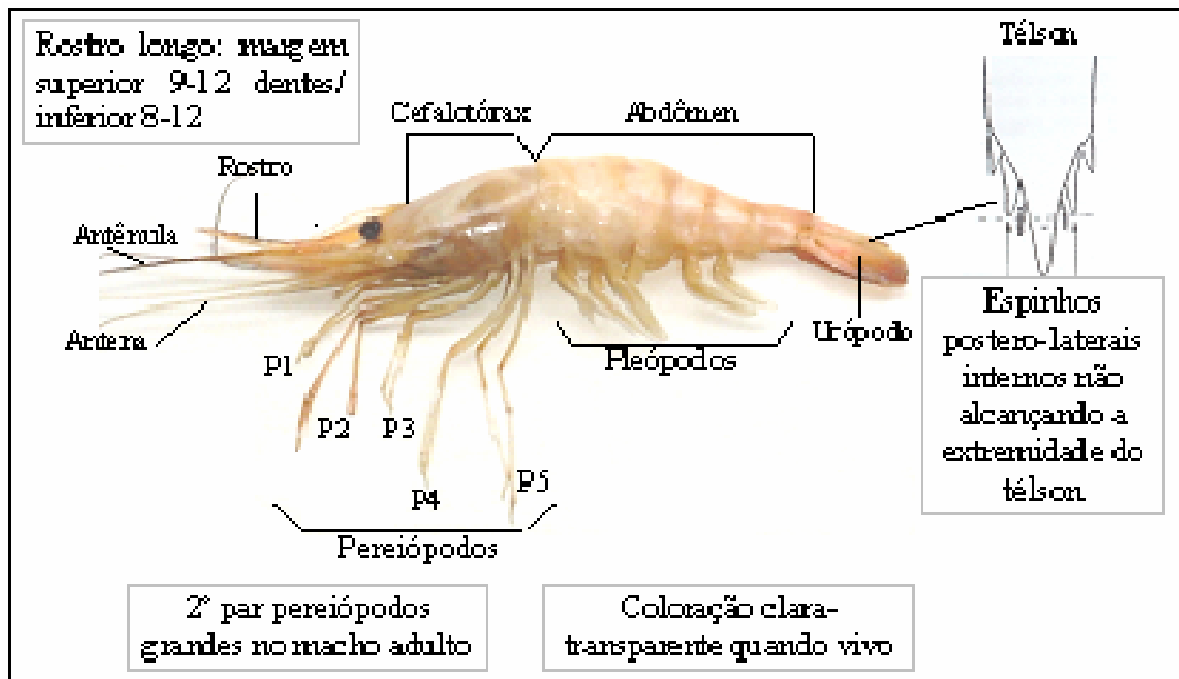


Figura 1 – Características morfológicas de *M. amazonicum* segundo Cervigón *et al.* (1992).

Em várias regiões do Brasil, o *M. amazonicum* (Heller, 1862) é conhecido popularmente como “camarão-sossego” ou “camarão-canela” (COELHO *et al.*, 1982). No Estado do Pará em particular é conhecido como “camarão-cascudo” ou camarão regional. Chaves e Magalhães (1993) relatam que esta espécie tem ampla ocorrência em lagos e rios da Amazônia Central e vivem em águas interiores e estuarinas. Segundo Holthuis (1952), *M. amazonicum* é uma espécie endêmica da América do Sul, ocorrendo nos rios que drenam para o Oceano Atlântico, desde a Venezuela até a Bacia do Rio Paraguai.

A aquicultura sofreu um crescente desenvolvimento na década de 80, pois muitas espécies foram submetidas à criação em cativeiro na tentativa de atender uma demanda global de alimentos para a população. Dentre estas espécies, os crustáceos se destacaram pelo seu alto valor protéico, sendo considerados uma iguaria fina, apresentando consumo cada vez mais elevado, principalmente entre as populações de países desenvolvidos (CAVALCANTE *et al.*, 1986).

A maioria das espécies de camarão de água doce que possui interesse comercial pertence ao gênero *Macrobrachium*. Algumas espécies atingem poucos centímetros de

comprimento e outras mais de 30 cm (incluindo os quelípodos) (VALENTI, 1985). Coelho *et al.* (1982) relata que na fauna brasileira, *M. amazonicum*, *M. acanthurus* (Wiegman, 1836) e *M. carcinus* (Linnaeus, 1758), são as três espécies que podem ser utilizadas em cultivo, pois segundo Valenti (1996) são espécies de camarões que possuem características adequadas para o cultivo, tais como, fácil manutenção e reprodução em cativeiro, alta fecundidade, rápido crescimento, alimentação simples e barata, rusticidade e boa aceitação no mercado consumidor.

Em decorrência da boa alimentação, rápido crescimento e facilidade de reprodução em cativeiro, *M. amazonicum* despertou um interesse crescente para o cultivo comercial, passando a constituir importante fonte de alimentação humana e objetivo de larga comercialização tanto pela aquicultura quanto pela exploração de seus estoques naturais (GUEST, 1979; VALENTI, 1985).

Esta espécie foi introduzida no nordeste do Brasil há mais de 60 anos, mais precisamente no ano de 1939, pelo Departamento Nacional de Obras contra as secas (DNOCS) para atender a um programa de pesca e piscicultura. Foi inicialmente introduzido em açudes para servir como alimento para algumas espécies de peixes. Depois de aproximadamente trinta anos, após sua introdução no nordeste, chegou a ocupar em 1973, o primeiro lugar na produção total de pescado capturado nos açudes do nordeste. Na década seguinte, a espécie também se mostrou em destaque, como uma das de maior produtividade para o nordeste brasileiro, principalmente quando submetido ao cultivo intensivo (GURGEL e MATOS, 1983).

No Brasil, a carcinicultura de água doce iniciou em meados da década de 80 e, no Pará oficialmente em julho de 1989 (MORAES-RIODADES *et al.*, 1999). No Pará, *M. amazonicum* vem sendo cultivado experimentalmente desde 1996. Esta espécie apresenta carne de textura mais firme e sabor mais acentuado que *M. rosenbergii* e, por isso, é mais aceito nos mercados da Amazônia (MORAES-RIODADES *et al.*, 1999).



Em relação ao extrativismo, a produção de pescado da região Norte brasileira é constituída principalmente por capturas efetuadas pela pesca artesanal em áreas estuarinas e marinhas, sendo uma região de grande destaque neste tipo de pesca frente às outras regiões do Brasil. No ano de 2004, o Estado do Pará, contribuiu com cerca de 153.806 t na produção de recursos pesqueiros. Este montante colocou o Pará em primeiro lugar em volume de pescado capturado entre os estados brasileiros (IBAMA, 2004). Deste total, 19.647 t (12,8%) de pescado é proveniente da pesca industrial (marinho e estuarino), 131.857,5 t (85,7%) da pesca artesanal e 2.283,50 t (1,5%) da aquicultura. No mesmo ano a pesca extrativista no estado produziu 88.980 t de pescado em águas marinhas e estuarinas e 62.547,00 t em águas interiores. O Estado do Pará possui 40% e 62% das águas interiores do Brasil e da Amazônia, respectivamente. Considerando a pesca extrativa continental, os Estados do Pará e Amazonas, são os maiores produtores de pescado da região Norte, sendo que o Pará obteve uma produção de 62.542,5 t, com um crescimento de 5,9% em 2004, quando comparado a 2003. Em relação ao total produzido pela aquicultura, 242,00 t são provenientes da aquicultura efetuada em águas marinha e estuarina e 2.041,50 t de águas continentais (IBAMA, 2004).

Em relação à pesca extrativa continental, dos 62.542,00 t do total de pescado capturado, os camarões de água doce representaram 121,5 t. Acredita-se haver uma subestimação desses dados, tendo em vista a importância da pesca para autoconsumo no Estado do Pará, porém esta dificuldade de estimação, que provavelmente atingiriam valores superiores, ocorre em decorrência do difícil controle da pescaria que é difusa e bastante utilizada em várias comunidades da região. Por sua vez, na pesca marinha os crustáceos representaram 10.335,5 t (11,62%), sendo 3.655,00 de camarão-rosa (*Farfantepenaeus subtilis*) com 3.528,50 t provenientes da pesca industrial e 126,50 t da pesca artesanal. Já das 2.283,50 t, provenientes do cultivo, 35 t são camarões de água doce (*M. rosenbergii* e *M. amazonicum*) (IBAMA, 2004).

Na Amazônia, *M. amazonicum* é o principal camarão de água doce explorado comercialmente nos Estados do Pará e Amapá, pela pesca artesanal (ODINETZ-COLLART, 1987). Segundo Moraes-Riodades *et al.* (1999) *M. amazonicum* é largamente explorado pela pesca artesanal no Pará, onde há um mercado significativo. Mourão (2003) e Pinheiro (2004) relatam que no município de Vigia há a ocorrência da pesca do *M. amazonicum* pela pesca artesanal, utilizando como petrecho de pesca o matapí e o puçá de arrasto. Devido à importância comercial que *M. amazonicum* representa, particularmente para a região Amazônica, torna-se necessário estudos sobre sua dinâmica populacional e avaliação do estoque. A dinâmica populacional baseia-se no conhecimento da composição por idade e tamanho dos indivíduos. É a partir destes dados que se estimam os parâmetros de crescimento, e posteriormente a taxa de mortalidade e a abundância relativa das classes de idade de uma população (GULLAND, 1955). Todos os parâmetros investigados pela dinâmica de populações (reprodução, crescimento e mortalidade), constituem ferramentas básicas para os modelos de avaliação de estoques, como por exemplo, para o uso do modelo de captura por recruta de Beverton e Holt (1956), que além de avaliar o estado atual da exploração pesqueira, faz previsões sobre os limites sustentáveis da produção, reações das populações à pesca e riscos de sobrepesca.

Na dinâmica populacional de uma espécie, a reprodução contribui para avaliar e equilibrar os estoques. Esta informação é muito útil para estudos populacionais (LOBÃO *et al.*, 1986). Dentre os vários estudos que envolvem a reprodução, o conhecimento da fecundidade, que em camarões corresponde ao número de ovos aderidos aos pleópodos e que são desovados por fêmea (LOBÃO *et al.*, 1985), representa uma das etapas de relevante interesse na reprodução e pode fornecer indicações do desempenho do potencial reprodutivo de uma espécie.

O estudo do crescimento que faz a relação do comprimento do corpo do animal em função de sua idade é considerado um dos fundamentos básicos em biologia pesqueira, uma

vez que é usado como entrada de dados para modelos mais complexos que descrevem a dinâmica de populações e, avalia os estoques (SPARRE e VENEMA, 1997). Como modelo de estudos de crescimento destaca-se o modelo de Von Bertalanffy (1934) a partir do qual podem ser estimados o tamanho máximo teórico que o indivíduo pode atingir, o tamanho do corpo em função da idade e a velocidade que o indivíduo cresce.

O estudo da mortalidade, assim como o de crescimento, é realizado com a ajuda de modelos matemáticos e uma série de parâmetros. Os parâmetros mais importantes usados para determinar a mortalidade é o conhecimento das “taxas de mortalidade”. Deve-se considerar que a mortalidade pode ser causada pela pesca e por todas as outras causas, que em conjunto compõe a mortalidade natural, incluindo a predação, doenças e morte devido à velhice, que em conjunto compõe a mortalidade natural (SPARRE e VENEMA, 1997).

O estudo do crescimento e da mortalidade frente às adversidades do ambiente em que vivem, juntamente com dados de fecundidade, constitui um subsídio importante para uma avaliação do potencial dos estoques para a captura em bases sustentáveis.

O objetivo principal da avaliação de estoques pesqueiros é fornecer recomendações para a exploração ótima dos recursos aquáticos vivos, que são renováveis, mas limitados, e a avaliação pode ser descrita como a procura do nível de exploração que a, longo prazo, produza o máximo de captura em peso (SPARRE e VENEMA, 1997).

## 2. OBJETIVO GERAL

Analisar os parâmetros populacionais e avaliar o estoque do camarão-cascudo *Macrobrachium amazonicum* da Ilha do Combú - Belém/Pará, determinando parâmetros como fecundidade, tamanho de primeira captura, taxa de crescimento, taxas de mortalidade e a estimativa da exploração máxima sustentável.

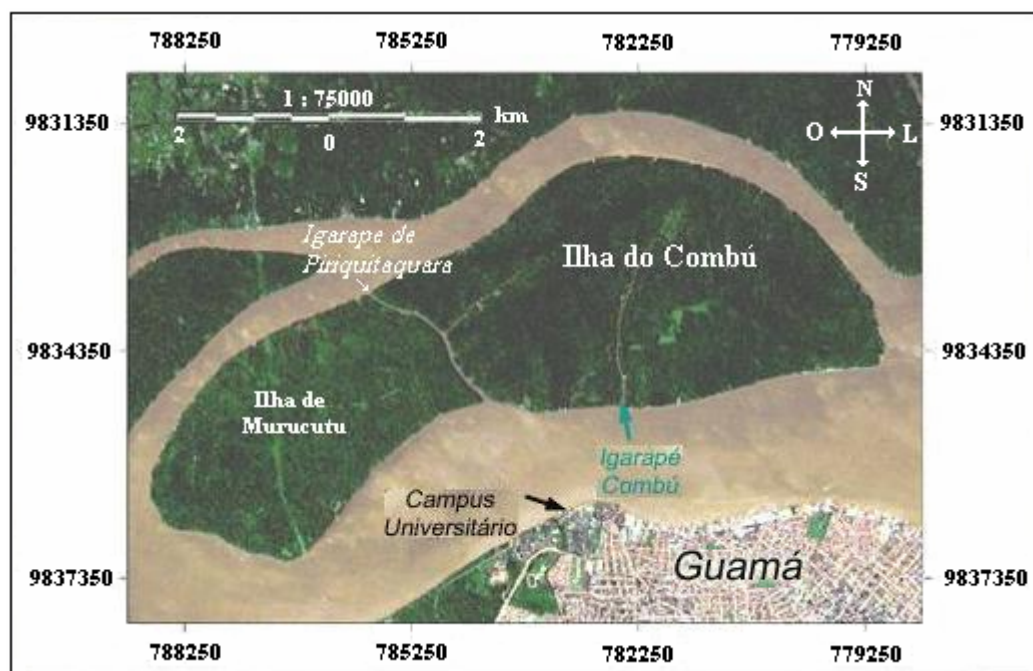
### 2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar as relações biométricas para a espécie;
- Determinar a composição da captura;
- Determinar a fecundidade;
- Determinar os parâmetros de crescimento;
- Determinar a mortalidade natural e por pesca;
- Determinar a mortalidade por pesca ótima para a exploração racional do recurso;
- Sugerir medidas de manejo para a exploração sustentável do recurso.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. ÁREA DE ESTUDO

A ilha do Combú, no município de Belém/PA (Figura 2), localiza-se na latitude 01°29'N e 01°31'S e longitude 48°25'W e 48°29'E, na margem esquerda do Rio Guamá, em direção da sua foz, encontra-se distante cerca de 1,5 km da orla sul do município de Belém, compreende uma área total de aproximadamente 15 Km<sup>2</sup> (PEREIRA, 2001). Limita-se ao sul com o rio Guamá, ao norte com o furo do Benedito, ao leste com o estuário Guajarino e à oeste com furo da Paciência, sendo ainda drenado pelos igarapés do Combú e Piriquitaquara (RIBEIRO, 2004).



Fonte: CODEM – Companhia de Desenvolvimento Metropolitano de Belém

Figura 2 – Aerofoto da Ilha do Combú – Pará (Modificado de CODEM, 2004).

O clima da ilha é quente e úmido, com temperatura variando entre 23 e 32°C, porém com pequenas variações diárias de 2 a 3 graus, sendo que a umidade relativa do ar atinge em média 85%, apresenta-se dividido em dois períodos, sendo um período chuvoso, de dezembro a maio e um período seco, de junho a novembro, com precipitação pluviométrica anual entre 2500 e 3000 mm (RAMOS, 2004).

No aspecto geográfico, a ilha corresponde a uma região ambiental de várzea caracterizada por alagações periódicas dos rios, em particular o rio Guamá. As inundações do estuário amazônico são diárias durante o período chuvoso, principalmente na lua nova e na lua cheia, daí a caracterização do solo de várzea (RIBEIRO, 2004). As águas apresentam uma elevada turbidez, são barrentas e de coloração amarelo-esverdeada, classificada como água branca (RAMOS, 2004).

Na mata de várzea alta predominam as palmeiras, como o miriti e o açaí, esta última considerada a principal fonte de renda e de alimento da população ribeirinha. A comunidade da ilha em geral não vive apenas da pesca, tendo outras atividades paralelas a esta, principalmente o extrativismo de frutas, além de existirem, carpinteiros, marceneiros, pescadores, barqueiros e mecânicos (RIBEIRO, 2004).

### 3.2. COLETA DE DADOS

O material para as análises foi proveniente da Ilha do Combú (Belém-PA). Mensalmente foram comprados, na feira do Porto da Palha, aproximadamente 500 g de camarão *M. amazonicum* vivos, coletados aleatoriamente. A coleta de dados compreendeu o período de março de 2003 a fevereiro de 2004, com exceção para o mês de agosto.

Os exemplares foram encaminhados ainda vivos ao Laboratório de Dinâmica, Avaliação e Manejo de Recursos Pesqueiros da Universidade Federal do Pará, para análise.

Em laboratório, os indivíduos foram identificados através da chave sistemática determinada por CERVIGÓN *et al.* (1992), em seguida foi realizada sexagem. A diferenciação sexual verifica-se pela observação do apêndice masculino e interno localizados no segundo par de pleópodos, que nas fêmeas apresenta apenas o apêndice interno e nos machos o apêndice interno e masculino (Figura 3).

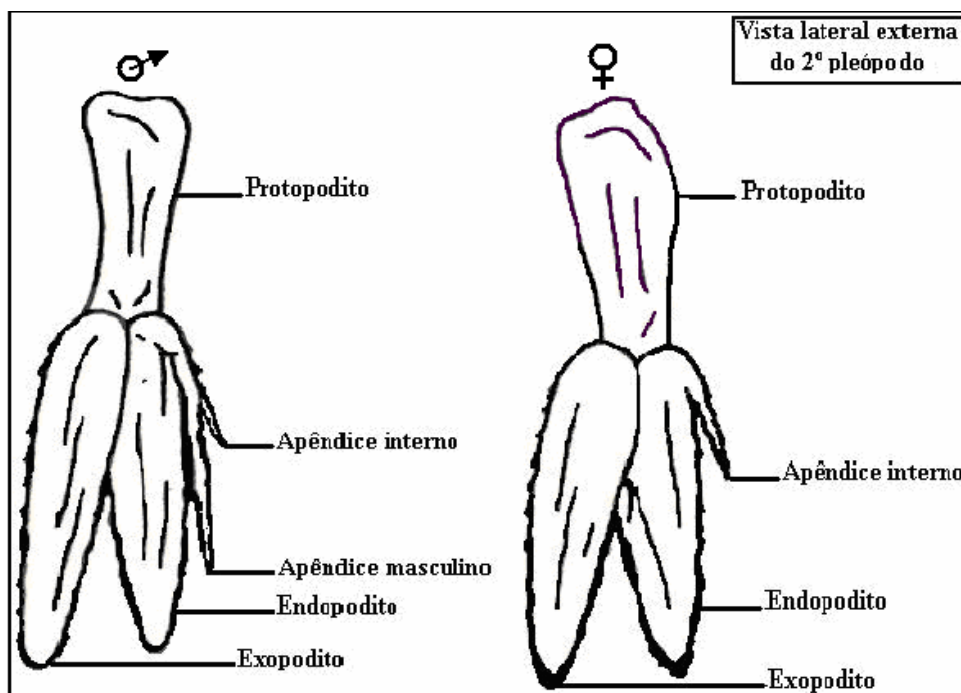


Figura 3 – Desenho esquemático da característica de diferenciação sexual no segundo par de pleópodos de machos e fêmeas no camarão do gênero *Macrobrachium*. Fonte: Valenti, 1996.

A biometria foi realizada com o auxílio de um paquímetro (precisão 0,1 cm) e uma balança digital de precisão (g), sendo as informações anotadas em formulários pré-elaborados. As medidas biométricas mensuradas foram: comprimento total - LT (cm) (comprimento entre a extremidade do rostro e a extremidade do télson), comprimento do cefalotórax - LC (cm) (comprimento entre a extremidade do rostro e a borda posterior do cefalotórax) (Figura 4) e Peso total - WT (g).



Figura 4 – Características biométricas externas analisadas no camarão *M. amazonicum*.

As fêmeas que se apresentavam em estágio de maturação IV (com ovos aderidos aos pleópodos) foram separadas, identificadas e fixadas em formol a 5% para posterior avaliação da fecundidade.

### 3.3. ANÁLISE DOS DADOS

#### 3.3.1. Relações biométricas

Para avaliação das relações biométricas, foi realizada regressão linear e não linear, na qual o comprimento total (LT) foi a variável independente e o comprimento do cefalotórax (LC) e o peso total (WT), foram as variáveis dependentes. Foram realizadas análises para o conjunto de dados de cada sexo e para sexos agrupados. Para a computação de dados, foi utilizado o *Microsoft Office Excel 2003* e o programa computacional *Statistica 5.0*.

Para a relação entre o comprimento total e o comprimento do cefalotórax a regressão foi do tipo linear, na qual a equação de regressão linear estimada é:

$$Y = a + b.X$$

Onde,



Y = dimensões do corpo do animal consideradas no trabalho

X = comprimento total

a = interseção no eixo dos Y quando X = 0

b = inclinação da reta ou taxa constante de variação de Y em função de X. O valor de b indica o tipo de crescimento (isométrico ou alométrico)

A partir daí, pode-se classificar o crescimento de três formas (FONTELES FILHO, 1989),  $b < 1$ , alometria negativa, ou seja, a variável dependente (Y) cresce a uma taxa relativamente menor que a independente (X);  $b > 1$ , alometria positiva a variável independente (Y) cresce em uma taxa relativamente maior que a independente (X) e  $b = 1$ , crescimento isométrico, as partes morfométricas (X e Y) crescem de maneira uniforme.

Para a relação entre o comprimento total e peso total a regressão foi do tipo não linear, cuja equação foi do tipo função potência e a fórmula é expressa por:

$$Y = a.X^b$$

Sendo o coeficiente  $b < 3$ , considerado alometria negativa, significando que à medida que X se torna maior, Y também se torna maior, mas a uma taxa mais reduzida;  $b > 3$  temos alometria positiva, significando que quando X se torna maior, Y torna-se ainda maior, já que a taxa de crescimento desta característica é superior e,  $b = 3$ , temos crescimento isométrico, implicando que não há alteração na morfologia (ou seja, das dimensões relativas das várias partes do corpo) durante o crescimento.

A determinação da regressão não linear ocorreu a partir da criação de variáveis categóricas, que assumiram valores 1 ou 0 e 0 ou 1 para machos e fêmeas, respectivamente, foi analisado o modelo de regressão não linear com as informações de animais de ambos os sexos. Assim, estimou-se os parâmetros a e b da curva para machos e fêmeas (em separado,  $a_1$  e  $b_1$  para machos e  $a_2$  e  $b_2$  para fêmeas, o modelo continha quatro parâmetros,  $Y = c_1(a_1.X^{b_1}) + c_2(a_2.X^{b_2})$ , o que foi denominado de modelo completo. Obteve-se posteriormente as

médias para os parâmetros a e b, analisando novamente e assumindo os valores de a e b em separado como sendo os mesmos para machos e fêmeas  $Y = c1(a \cdot X^{b1}) + c2(a \cdot X^{b2})$  e  $Y = c1(a1 \cdot x^b) + c2(a2 \cdot x^b)$ , obtendo-se o modelo reduzido para cada parâmetro. De posse das variâncias residuais dos modelos completo e reduzidos (para a e b, separadamente), aplicou-se o teste de razão de variância, adotando-se alpha igual a 0,05.

Para testar se as regressões eram significativas foram realizadas análises de variância (ANOVA). O coeficiente “b” entre machos e fêmeas, para relações lineares foi testado através do teste *t* de Student (ZAR,1996), representado pela fórmula a seguir:

$$t = \frac{b_{\text{macho}} - b_{\text{fêmea}}}{Sb_1 - b_2}$$

$$SS_{\text{resíduo}} = \frac{\sum Y^2 - (\sum XY)^2}{\sum X^2}$$

$$S^2 = \frac{\sum SS_{\text{resíduo}} (\text{macho}) + \sum SS_{\text{resíduo}} (\text{fêmeas})}{df_{\text{macho}} + df_{\text{fêmea}}} \quad \therefore \quad df_{\text{resíduo}} = n - 2$$

$$Sb_1 - b_2 = \sqrt{\frac{S^2}{\sum X^2_{\text{fêmeas}}} + \frac{S^2}{\sum X^2_{\text{machos}}}}$$

Onde,

$SS_{\text{resíduo}}$  = soma dos quadrados do resíduo

df = grau de liberdade (n = variáveis)

$S^2$  = variância

$Sb_1 - b_2$  = erro padrão das diferenças entre os coeficientes de regressão

*t* = teste de significância de *Student* (5%)

### 3.3.2. Composição da captura

A composição da captura por comprimento foi avaliada considerando os meses e o sexo. Foi realizada uma análise de variância (ANOVA) com dois fatores, para verificar, se

havia diferença nas médias dos comprimentos totais entre os meses para sexos agrupados, assim como entre os sexos (SOKAL e ROHLF, 1995).

A proporção de machos e fêmeas em relação às classes de tamanho e meses de coleta foi comparado utilizando o teste do  $\chi^2$  (Qui-quadrado), com nível de significância de 5%. O teste do qui-quadrado é definido pela equação:

$$\chi^2 = \frac{(f_{\text{observado}} - f_{\text{esperado}})^2}{f_{\text{esperado}}}$$

sendo,  $f_{\text{observado}}$  a frequência observada e  $f_{\text{esperado}}$  a frequência esperada para o conjunto de dados estudados, na expectativa de uma proporção sexual de 1:1.

### 3.3.3. Fecundidade

O estudo da fecundidade de *M. amazonicum* baseou-se na análise de 118 exemplares de fêmeas ovígeras coletadas ao longo dos 11 meses, como descrito no item 3.2. Para tal, de cada fêmea ovígera foram retirados os ovos aderidos aos pleópodos (Figura 5), com o auxílio de uma pinça.

Depois de toda a massa ovígera removida, os ovos que ainda encontravam-se aderidos uns aos outros foram desagregados e em seguida transferidos para um Becker de 500 ml, no qual foi adicionada água até completar 100 mL de solução. Desta solução foram retiradas quatro alíquotas de 5 ml para a contagem dos ovos (Figura 6). Cada alíquota foi transferida para uma placa de *Dolffus* e sob um microscópio estereoscópio os ovos foram contados. Após a contagem de cada alíquota, a média do número de ovos foi determinada e extrapolada para o volume total da massa ovígera.



Figura 5 – Separação da massa ovígera aderida aos pleópodos do camarão *M. amazonicum*.



Figura 6 – Ovos do camarão *M. amazonicum* dispersos em solução para contagem.

Foi realizada uma análise de Regressão linear com intuito de verificar a relação entre a fecundidade e o comprimento total dos indivíduos, precedida de uma análise de variância, a fim de comprovar estatisticamente se os dados apresentam a relação linear significativa entre as variáveis.

#### **3.3.4. Crescimento**

O crescimento foi descrito através do método indireto da análise de frequência de comprimento, ou seja, monitoramento da progressão das modas do comprimento através do

tempo, utilizando como modelo de crescimento de von Bertalanffy (1934) (BERTALANFFY, 1934), que estabelece a função entre o comprimento total ( $L_t$ ) e a idade ( $t$ ), de acordo com a equação:

$$L_{(t)} = L_{\infty} * [1 - \exp(-K * (t - t_0))]$$

Onde,

$L_{(t)}$  = comprimento em cm para uma dada idade  $t$

$L_{\infty}$  (L-infinito) = comprimento máximo teórico que uma espécie pode atingir ou comprimento assintótico

$K$  = constante de crescimento (cm/mês) (velocidade em que o indivíduo alcança  $L_{\infty}$ )

$t$  = idade

$t_0$  = idade no comprimento  $L_t = 0$

Para a obtenção dos parâmetros de crescimento da equação de von Bertalanffy (1934) foi utilizado o pacote computacional FISAT (FAO/ICLARM Stock Assessment Tools) (GAYANILO *et al.*, 1994). Neste pacote, estão disponíveis diferentes metodologias para calcular os parâmetros de crescimento, de forma que se possam comparar os resultados e obter as melhores estimativas possíveis.

Inicialmente as medidas individuais de comprimento total de *M. amazonicum*, foram distribuídas em intervalos de classes de comprimento de 0,5 cm e foram plotadas por mês para serem definidos os comprimentos médios por idade através do modelo de BHATTACHARYA (1967). Nestas distribuições, as coortes ou grupos etários foram identificados pela separação das curvas normais parcialmente superpostas e determinado o valor médio de cada uma das curvas normais que corresponde à média do comprimento de cada coorte no mês da coleta.

A partir dos comprimentos médios de cada coorte, obtidos pelo método de Bhattacharya (1967) foram calculados os parâmetros de crescimento, através de cinco métodos:

i) Gulland e Holt (1959) permite estimar os parâmetros  $K$  e  $L_{\infty}$  através do ajuste linear baseado no fato das taxas de crescimento declinarem linearmente com o comprimento, alcançando zero no comprimento máximo teórico atingido pelo indivíduo ( $L_{\infty}$ );

ii) Fabens (1965), ajuste não linear que minimiza o quadrado das diferenças entre os comprimentos observados e os comprimentos esperados para calcular os parâmetros de crescimento  $K$  e  $L_{\infty}$ ;

iii) Appeldoorn (1987), utiliza um ajuste não linear que além de adaptar uma função para minimizar o quadrado das diferenças e obter os parâmetros, permite calcular oscilações sazonais no crescimento.

iv) Modelo sazonal e v) Modelo não sazonal de von Bertalanffy, os dois modelos estabelece a função entre o comprimento total ( $L_t$ ) e a idade do indivíduo, porém o primeiro permite calcular oscilações sazonais no crescimento.

Os crustáceos em geral, ao longo de seu ciclo de vida, apresentam uma sazonalidade em seu crescimento e para determinar as oscilações na curva de crescimento do *M. amazonicum* foi utilizado o modelo de crescimento sazonal de von Bertalanffy (1934) incorporado de um termo extra (metodologias iii e iv), na qual estima as oscilações sazonais da taxa de crescimento, de acordo com a fórmula matemática:

$$L_{(t)} = L_{\infty} * [1 - \exp\{-K*(t-t_0) - (CK/2\pi)*\sin(2\pi*(t-t_s))\}]$$

Onde,

$L_{(t)}$  = comprimento em cm para uma dada idade  $t$

$L_{\infty}$  ( $L$ -infinito) = comprimento máximo teórico que uma espécie pode atingir ou comprimento assintótico

$K$  = constante de crescimento (cm/mês) (velocidade em que o peixe alcança  $L_{\infty}$ )

$C$  = amplitude de oscilação

$t$  = idade

$t_0$  = idade no comprimento  $L_t = 0$

$t_s$  = idade no início da primeira oscilação sazonal de crescimento ou ponto de verão

Os parâmetros  $C$  e  $t_s$  referem-se à intensidade da oscilação na curva de crescimento e o início da primeira oscilação relativa a idade  $t=0$ , respectivamente. É uma propriedade do parâmetro  $C$  ter um valor igual a 1 quando a taxa de crescimento apresenta exatamente um valor igual a 0 em determinadas épocas do ano ( $t_s$ ) e de ter valores intermediários quando as oscilações sazonais forem suficientes para reduzir, mas não parar, o crescimento em comprimento ( $0 \leq C \leq 1$ ).

O  $t_s$ , que é substituído pelo WP (*Winter Point*) nesta rotina, designa o período do ano em que a taxa de crescimento é menor, este parâmetro pode variar de 0 a 1, dependendo da época do ano em que a taxa de crescimento é mais lenta, sendo “0” equivalente a 1 de janeiro e “1” a 31 de dezembro.

Para obter o melhor ajuste do modelo de von Bertalanffy (1934) as frequências de comprimento foram também reestruturadas através do programa ELEFAN I (PAULY e DAVID, 1981) disponível no pacote de Programas do FISAT. Este método possui várias sub-rotinas que evidencia “picos” ou modas para determinar o melhor ajuste da curva de crescimento de von Bertalanffy, que passa pelo maior número de modas. Obtida a progressão das modas foi escolhida a curva que passava pelo maior número de picos, evitando o menor número de vales.

Para tal foram testadas combinações alternativas dos parâmetros  $L_{\infty}$ ,  $K$ ,  $C$  (amplitude de oscilação), WP (*Winter Point*), SS (início da amostra, que expressa a origem da curva de crescimento em relação ao mês) e SL (comprimento inicial em relação ao

comprimento). O melhor ajuste da combinação entre estes parâmetros pode ser medido através do  $R_n$ , que pode variar entre 0 a 1, sendo que valores mais próximos de 1 representam o melhor ajuste.

### 3.3.5. Mortalidade

Os parâmetros mais importantes no estudo da mortalidade são as “taxas de mortalidade”  $Z$  (taxa instantânea de mortalidade total),  $M$  (taxa instantânea de mortalidade natural) e  $F$  (taxa instantânea de mortalidade por pesca).

Para o cálculo do coeficiente instantâneo de mortalidade total ( $Z$ ) foram utilizados os métodos de curva de captura de Ricker (1975) e o método de Beverton e Holt (1957).

A curva de captura de Ricker (1975) é uma representação gráfica do logaritmo do número de sobreviventes de uma classe etária (ou de um comprimento) contra a idade. Neste método, os comprimento são convertidos em dados de idade através da equação inversa de von Bertalanffy (1934):

$$t_{(L)} = t_0 - (1/K) * \ln (1 - (L/L_{\infty}))$$

onde,

$t_{(L)}$  = idade em determinado comprimento  $L$

$K$  e  $L_{\infty}$  = parâmetros da equação de von Bertalanffy

A curva de captura possui geralmente forma de sino assimétrico, na qual as primeiras classes de idade formam a parte ascendente da curva que corresponde aos indivíduos que ainda não estão completamente recrutados à pescaria e, devido a isto, são excluídas da análise. Assim como as últimas classes que correspondem a um pequeno número de indivíduos mais velhos que apresentam taxa de crescimento menor e que se aproximam de  $L_{\infty}$  onde a relação entre a idade e o comprimento torna-se muito incerta.



Escolhidos os pontos a serem incluídos na análise de regressão, assume-se que o conjunto de amostras obtidas representam a estrutura de uma população em equilíbrio, com distribuição de idade estável, estes pontos que correspondem a curva de captura fornecerá informações sobre a taxa de mortalidade total da população, segundo as equações abaixo.

Considerando que a curva exponencial de sobrevivência é dada por:

$$\ln N_{ti} = N_0 - Z.t_i$$

Esta equação tem a forma da equação da reta ( $Y = a - b.X$ ).

Onde,

$N_{ti}$  = número de indivíduos na classe de idade  $t$

$t_i$  = idade média relativa da classe de comprimento  $i$

$N_0$  = número inicial

Substituindo os parâmetros a serem obtidos pelos da equação da reta teremos que:

$$a = N_0$$

$$b = -Z$$

Por meio desta rotina além de se estimar  $Z$  (mortalidade total), estimou-se também  $F$  (mortalidade por pesca) e  $E$  (taxa de exploração). A mortalidade natural ( $M$ ) foi estimada através da fórmula empírica de Rikhter e Efanov (1976) que demonstrará a existência da associação entre a mortalidade natural ( $M$ ) e a longevidade ou idade em que 50% da população está madura.

$$M = \frac{1,52}{(t_{50})^{0,72}} - 0,16$$

Onde,

$t_{50}$  = idade média da primeira maturação

A idade média da primeira maturação ( $t_{50}$ ) será calculada pela fórmula invertida de von Bertalanffy (1934), a partir do comprimento médio da primeira maturação (7 cm CT), para ambos os sexos, obtido por AZEVEDO (2004).

A mortalidade por pesca foi determinada através da relação da mortalidade total e natural, de acordo com a seguinte expressão matemática:

$$Z = M + F$$

F = mortalidade por pesca

A taxa de exploração E foi obtida segundo a equação  $E = F/Z$ .

L' (comprimento no qual 100% dos indivíduos estão totalmente vulneráveis à arte de pesca) e Lm (comprimento médio dos indivíduos maiores do que L') também foram obtidos. Lc (comprimento em que 50% dos indivíduos são retidos pela arte de pesca ou comprimento de primeira captura) obteve-se pela estimação da curva de seletividade a partir da curva de captura.

O método de BEVERTON e HOLT (1957), também utilizado, é uma função do comprimento médio dos indivíduos capturados, na qual utiliza os parâmetros K (constante de crescimento) e  $L_{\infty}$  da equação de von Bertalanffy (1934).

A relação funcional de Beverton e Holt reza:

$$Z = K \cdot \frac{L_{\infty} - L_m}{L_m - L'}$$

Onde,

Lm = comprimento médio dos indivíduos maiores do que L'

L' = comprimento no qual 100% dos indivíduos estão totalmente vulneráveis à arte de pesca

K e  $L_{\infty}$  = parâmetros da equação de von Bertalanffy

Os parâmetros de mortalidade foram calculados para machos e fêmeas separadamente e para sexos agrupados.

### **3.3.6. Modelos de rendimento por recruta**

O modelo de rendimento por recruta, baseados no modelo de Beverton e Holt (1956; 1957), foi utilizado para a identificação do padrão atual de exploração dos estoques de

*M. amazonicum*. Este modelo estima a captura potencial do estoque em função da mortalidade por pesca e do tamanho de primeira captura, usando como entrada de dados os parâmetros de crescimento e uma estimativa da mortalidade natural. Esta avaliação foi realizada admitindo-se a seleção de fio de navalha.

Para a seleção de fio de navalha é necessário conhecer as razões dos parâmetros:

$L_c/L_\infty$  e  $M/K$ , para serem utilizados na seguinte fórmula:

$$Y/R = EU^{m/k} \left\{ 1 - \frac{3U}{(1+m)} + \frac{3U^2}{(1+2m)} - \frac{U^3}{(1+3m)} \right\}$$

Onde,

$Y/R$  = Rendimento relativo por recruta

$U = 1 - (L_c/L_\infty)$ , Fração do crescimento para ser completa pelo camarão após entrar na fase de exploração

$$M = (1-E) / (M/K) = (K/Z)$$

$$E = F/Z$$

$K$  = constante de crescimento

Como resultado deste modelo, obtém-se as referências biológicas  $E_{0.1}$ ,  $E_{sb50\%}$  e  $E_{max}$ .  $E_{0.1}$  é definido como a taxa de exploração que corresponde ao ponto na curva de rendimento por recruta onde a inclinação é de 10%.  $F_{sb50\%}$  é taxa na qual a biomassa desovante estaria a 50% da biomassa virgem. Finalmente,  $E_{max}$  é o valor da taxa de exploração obtida quando o rendimento é máximo. Estas referências biológicas serão comparadas com a taxa de exploração atual ( $E$ ) e servirão para determinar o estado atual de exploração do estoque sob estudo.

Neste modelo a captura máxima sustentável depende do comprimento à primeira captura  $L_c$  que por sua vez depende do tamanho da malha utilizada na pesca. Uma alteração no  $L_c$ , resultará em um diferente  $E_{MSY}$ .

## 4. RESULTADOS

### 4.1. DESCRIÇÃO DA PESCA

A pesca do camarão *M. amazonicum* pode ser realizada utilizando vários tipos de petrechos de pesca, tais como, puçá, tarrafa, matapí. Na Ilha do Combú é realizada com armadilhas conhecidas popularmente como “matapí”, confeccionada de maneira artesanal através de varetas finas de talas das palmeiras “juba” (*Astrocaryum* spp. e *Atrix* spp.) ou “jupaty” (*Raphia vinifer*), amarradas com um traçado de cipó, formando uma armação cilíndrica que é fechada em cada extremidade em forma de funil, com a parte mais estreita voltada para dentro e uma pequena porta por onde é retirado o camarão (Figura 7). Este petrecho torna a pesca do camarão bastante seletiva..

A isca utilizada para a pesca é o fruto da palmeira “babaçu” (*Orbinya speciosa*). Para a pesca com o matapí o procedimento é feito da seguinte forma: os matapís são colocados ao anoitecer na beira do igarapé e amarrados a uma corda fina. Ao amanhecer eles são retirados, sendo que em época de safra, os matapís são revisados várias vezes por noite.



Figura 7 – A armadilha “matapí” utilizada para pesca do camarão *M. amazonicum* na Ilha do Combú (PA).

Depois de despesados os camarões são levados para viveiros construídos com talas e localizados no leito do igarapé, permanecendo por um período variável, geralmente de 2 dias, para posterior comercialização.

#### 4.2. RELAÇÕES BIOMÉTRICAS

A análise de regressão linear foi significativa entre a relação comprimento total e comprimento da carapaça para dados de fêmeas, machos e sexos agrupados ( $P < 0,05$ ), apresentando crescimento alométrico negativo (Figuras 8, 9 e 10) e (Tabela 1).

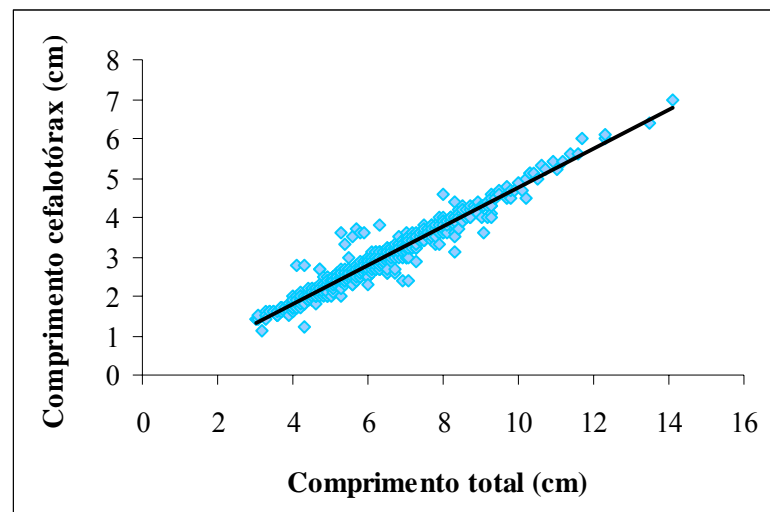


Figura 8 – Relação comprimento total e comprimento do cefalotórax de machos de *M. amazonicum* na Ilha do Combú (PA).

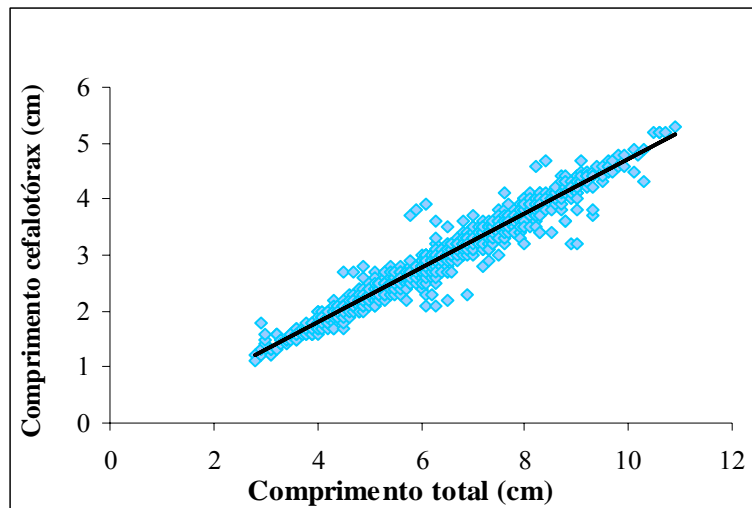


Figura 9 – Relação comprimento total e comprimento do cefalotórax de fêmeas de *M. amazonicum* na Ilha do Combú (PA).

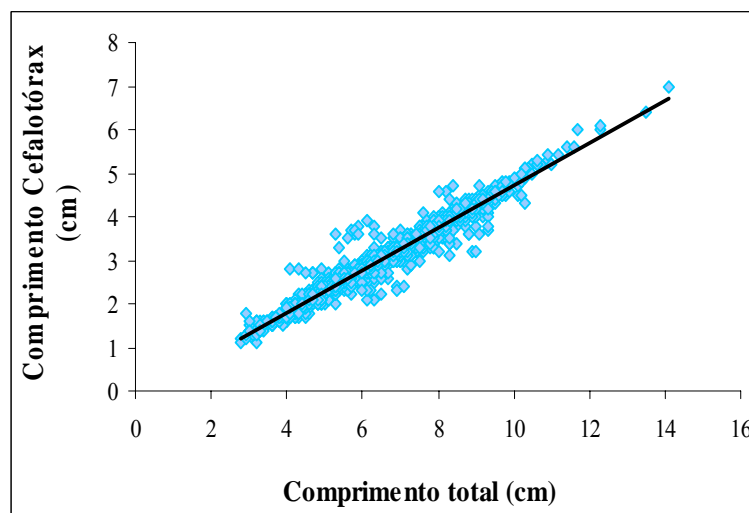


Figura 10 – Relação comprimento total e comprimento do cefalotórax para sexos agrupados de *M. amazonicum* na Ilha do Combú (PA).

Tabela 1 – Equação de regressão para a relação  $LT =$  comprimento total (cm) e  $LC =$  comprimento do cefalotórax (cm) para sexos separados e agrupados.  $N = n^{\circ}$  de exemplares,  $Y =$  variável dependente ( $LC$ ),  $X =$  variável independente ( $LT$ ),  $a =$  interseção da reta em  $y$ ,  $b =$  inclinação da reta e coeficiente de alometria,  $r^2 =$  coeficiente de determinação,  $F =$  valor de  $F$  encontrado pela ANOVA.

Grupo	N	$Y = b.X + a$	$r^2$	F
Machos	1067	$LC = 0,4955*LT - 0,1902$	0,9562	23243,52*
Fêmeas	1442	$LC = 0,4838*LT - 0,1325$	0,9558	31128,00*
Sexos agrupados	2509	$LC = 0,4879*LT - 0,1523$	0,9568	55487,01*

\* Significativo ao nível de 5%

O coeficiente “b” que representa o tipo de crescimento obteve diferença significativa entre machos e fêmeas para um nível de 5% de probabilidade.

A relação comprimento total (cm) e peso total (g) para machos, fêmeas e sexos agrupados foi significativa ( $P < 0,05$ ) apresentando em todos os casos, alometria negativa, determinando um maior aumento do comprimento em relação à massa corpórea. (Figuras 11, 12 e 13, tabela 2)

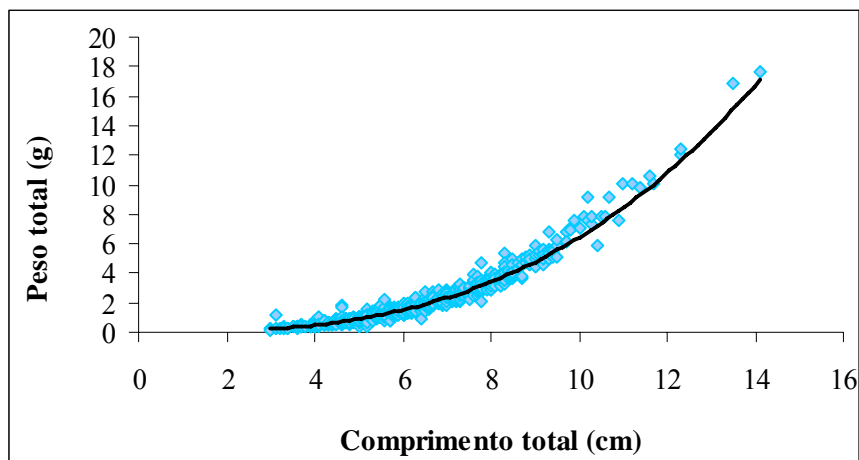


Figura 11 – Relação do comprimento total e peso total de machos de *M. amazonicum* na Ilha do Combú (PA).

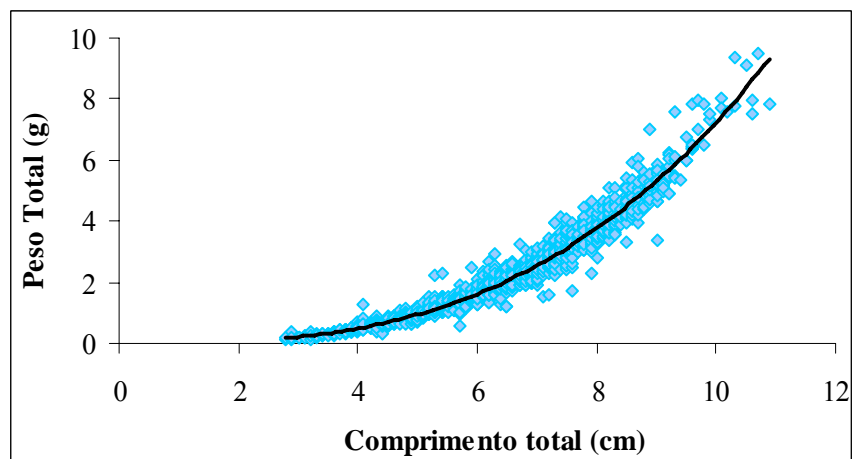


Figura 12 – Relação do comprimento total e peso total de fêmeas de *M. amazonicum* na Ilha do Combú (PA).

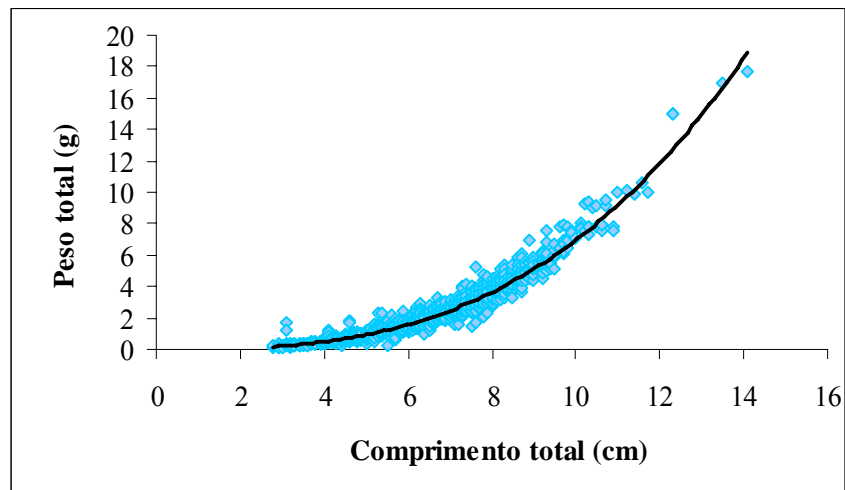


Figura 13 – Relação do comprimento total e peso total de sexos agrupados de *M. amazonicum* na Ilha do Combú (PA).

Tabela 2 – Equação de regressão para a relação LT = comprimento total (cm) e WT = peso total (g) para sexos separados e agrupados. N = nº de exemplares, Y = variável dependente (LC), X = variável independente (LT), a = interseção da reta em y, b = inclinação da reta e coeficiente de alometria,  $r^2$  = coeficiente de determinação, F = valor de F encontrado pela ANOVA.

Grupo	N	$Y = a.X^b$	$r^2$	F
Machos	1067	$WT = 0,0078.LT^{2,9404}$	0,8720	7255,56*
Fêmeas	1442	$WT = 0,0089.LT^{2,9108}$	0,9333	20137,0*
Sexos agrupados	2509	$WT = 0,0085.LT^{2,9140}$	0,9561	54624,99*

\* Significativo ao nível de 5%

Comparado estatisticamente os coeficientes “a” e “b” entre machos e fêmeas, verificou-se que os parâmetros não diferiram estatisticamente para um nível de 5% de probabilidade.

#### 4.3. COMPOSIÇÃO DA CAPTURA

Foram analisados 2.509 exemplares de *M. amazonicum*, sendo 1.442 fêmeas e 1.067 machos. As fêmeas apresentaram uma variação em seu comprimento total de 2,8 a 10,9 cm, com média de 6,49 cm. Os machos obtiveram comprimentos totais variando de 3,0 a 14,1 cm, com média de 5,97 cm. A população apresentou um comprimento médio de 6,3 cm.



As fêmeas apresentaram seus comprimentos médios mensais significativamente maiores que dos machos ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3 e Figura 14). Os menores indivíduos ocorridos nas amostras, ou seja, os primeiros a serem recrutados, tanto para fêmeas, quanto para os machos, foram predominantes em dois momentos, de junho a julho e de outubro a dezembro. Os maiores indivíduos foram mais freqüentes nos meses de fevereiro, março e abril.

Tabela 3 – Valores médios do comprimento total (cm) dos machos, fêmeas e sexos agrupados das amostras mensais. LT = comprimento total, DP = desvio padrão, N = nº de indivíduos.

Meses	Machos			Fêmeas			Sexos agrupados		
	LT médio	DP	N	LT médio	DP	N	LT médio	DP	N
Mar/03	6,56	1,30	221	6,64	1,45	270	6,60	1,38	491
abr/03	7,09	1,71	126	7,41	1,31	142	7,26	1,51	268
mai/03	5,83	0,85	65	6,61	1,42	78	6,26	1,25	143
Jun/03	5,78	1,67	62	6,56	1,77	53	6,14	1,75	115
Jul/03	5,33	1,86	73	5,80	1,69	122	5,62	1,76	195
set/03	5,65	1,20	53	6,52	1,19	144	6,29	1,25	197
out/03	5,87	1,44	86	6,65	1,56	79	6,24	1,54	165
nov/03	5,44	1,44	137	6,00	1,56	147	5,73	1,55	284
dez/03	5,59	1,14	116	5,88	1,38	140	5,75	1,28	256
Jan/04	5,74	1,02	75	6,12	1,18	158	6,00	1,14	233
Fev/04	6,84	1,14	53	7,16	1,03	109	7,06	1,08	162
Média	5,97	1,50	1067	6,49	1,48	1442	6,29	1,50	2509

Pela variação das médias do comprimento total dos indivíduos coletados mensalmente e pela predominância dos menores indivíduos é sugerido o padrão de três gerações anuais. A análise estatística das amostras capturadas mensalmente evidenciou haver diferença significativa dos comprimentos totais médios entre os meses ( $P < 0,05$ ), conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Relação do comprimento total médio dos indivíduos entre os meses analisada pela ANOVA (P < 0,05).

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez
	5,93	7,00	6,59	7,25	6,22	6,17	5,56	6,08	6,25	5,71	5,73
Jan		0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,8083 <sup>ns</sup>	0,9681 <sup>ns</sup>	0,2464 <sup>ns</sup>	0,9921 <sup>ns</sup>	0,5581 <sup>ns</sup>	0,8633 <sup>ns</sup>	0,9083 <sup>ns</sup>
Fev	0,0000*		0,2482 <sup>ns</sup>	0,8698 <sup>ns</sup>	0,0001*	0,0003 <sup>ns</sup>	0,0000*	0,0000*	0,0001*	0,0000*	0,0000*
Mar	0,0000*	0,2482 <sup>ns</sup>		0,0000*	0,4400 <sup>ns</sup>	0,4200 <sup>ns</sup>	0,0000*	0,0113*	0,4930 <sup>ns</sup>	0,0000*	0,0000*
Abr	0,0000*	0,8698 <sup>ns</sup>	0,0000*		0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
Mai	0,8083 <sup>ns</sup>	0,0001*	0,4400 <sup>ns</sup>	0,0000*		1,0000 <sup>ns</sup>	0,0033*	0,9991 <sup>ns</sup>	1,0000 <sup>ns</sup>	0,0843 <sup>ns</sup>	0,1066 <sup>ns</sup>
Jun	0,9681 <sup>ns</sup>	0,0003*	0,4200 <sup>ns</sup>	0,0000*	1,0000 <sup>ns</sup>		0,0382*	1,0000 <sup>ns</sup>	1,0000 <sup>ns</sup>	0,3279 <sup>ns</sup>	0,3769 <sup>ns</sup>
Jul	0,2464 <sup>ns</sup>	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0033*	0,0382*		0,0105*	0,0003*	0,9911 <sup>ns</sup>	0,9827 <sup>ns</sup>
Set	0,9921 <sup>ns</sup>	0,0000*	0,0113*	0,0000*	0,9991 <sup>ns</sup>	1,0000 <sup>ns</sup>	0,0105*		0,9886 <sup>ns</sup>	0,2510 <sup>ns</sup>	0,3075 <sup>ns</sup>
Out	0,5581 <sup>ns</sup>	0,0001*	0,4930 <sup>ns</sup>	0,0000*	1,0000 <sup>ns</sup>	1,0000 <sup>ns</sup>	0,0003*	0,9886 <sup>ns</sup>		0,0194*	0,0265*
Nov	0,8633 <sup>ns</sup>	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0843 <sup>ns</sup>	0,3279 <sup>ns</sup>	0,9911 <sup>ns</sup>	0,2510 <sup>ns</sup>	0,0194*		1,0000 <sup>ns</sup>
Dez	0,9083 <sup>ns</sup>	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,1066 <sup>ns</sup>	0,3769 <sup>ns</sup>	0,9827 <sup>ns</sup>	0,3075 <sup>ns</sup>	0,0265*	1,0000 <sup>ns</sup>	

\*significativo ao nível de 5%

ns – não significativo.

Ao avaliarmos a proporção sexual em relação aos meses pelo teste qui-quadrado ( $X^2$ ), com  $P < 0,05$ , observou-se uma diferença significativa favorável às fêmeas entre os meses de julho, setembro, janeiro e fevereiro (Tabela 5 e Figura 15).

Tabela 5 – Distribuição de machos e fêmeas mensalmente e valores de P.

Mês	Machos		Fêmeas		Total	Proporção sexual	P < 0,05
	Nº ind.	%	Nº ind.	%			
Mar/03	221	45,0	270	55,0	491	0,82:1	0,27
Abr/03	126	47,0	142	53,0	268	0,89:1	0,33
Mai/03	65	45,5	78	54,5	143	0,83:1	0,28
Jun/03	62	53,9	53	46,1	115	1,17:1	0,40
Jul/03	73	37,4	122	62,6	195	0,60:1	0,00*
Set/03	53	26,9	144	73,1	197	0,37:1	0,00*
Out/03	86	52,1	79	47,9	165	1,09:1	0,59
Nov/03	137	48,2	147	51,9	284	0,93:1	0,55
Dez/03	116	45,3	140	54,7	256	0,83:1	0,13
Jan/04	75	32,2	158	67,8	233	0,47:1	0,00*
Fev/04	53	32,7	109	67,3	162	0,49:1	0,00*
Total	1067		1442		2509	0,74 :1	

\* significativo ao nível de 5%

Entretanto, considerando as classes de comprimento, o houve um predomínio significativo das fêmeas nas classes de comprimento de 2,5 a 2,9 e 6,5 a 9,4 cm, e dos machos apenas na classe de 4,5 a 4,9 cm ( $P < 0,05$ ) (Tabela 6).

Tabela 6 – Distribuição de machos e fêmeas por classes de comprimento e valores de P.

Classes	Machos		Fêmeas		Total	Proporção Sexual	P < 0,05
	Nº ind.	%	Nº ind.	%			
2,5 – 2,9	0	0	5	100	5	0:5	0,03*
3,0 – 3,4	10	34,5	19	65,5	29	0,53:1	0,09
3,5 – 3,9	26	40	39	60,0	65	0,67:1	0,11
4,0 – 4,4	80	52,3	73	47,7	153	1,1:1	0,57
4,5 – 4,9	138	58,2	99	41,8	237	1,39:1	0,01*
5,0 – 5,4	152	53,5	132	46,5	284	1,15:1	0,24
5,5 – 5,9	160	50,8	155	49,2	315	1,03:1	0,78
6,0 – 6,4	147	44,8	181	55,2	328	0,81:1	0,06
6,5 – 6,9	108	37,4	181	62,6	289	0,60:1	0*
7,0 – 7,4	74	31,8	159	68,2	233	0,47:1	0*
7,5 – 7,9	56	27,5	148	72,5	204	0,38:1	0*
8,0 – 8,4	45	28,1	115	71,9	160	0,39:1	0*
8,5 – 8,9	22	23,7	71	76,3	93	0,31:1	0*
9,0 – 9,4	20	33,3	40	66,7	60	0,5:1	0,01*
9,5 – 9,9	9	37,5	15	62,5	24	0,6:1	0,22
10,0 – 10,4	7	53,8	6	46,2	13	1,17:1	0,78
10,5 – 10,9	4	50	4	50,0	8	1:1	1
11,0 – 11,4	3	100	0	0	3	3,0:0	0,08
11,5 – 11,9	2	100	0	0	2	2,0:0	0,16
12,0 – 12,4	2	100	0	0	2	2,0:0	0,16
13,5 – 13,9	1	100	0	0	1	1,0:0	0,32
14,0 – 14,4	1	100	0	0	1	1,0:0	0,32
Total	1067		1442		2509	0,74:1	

\* significativo ao nível de 5%

#### 4.4. FECUNDIDADE

As 118 fêmeas ovígeras analisadas, cujos comprimentos totais variaram entre 5,2 e 10,6 cm, apresentaram fecundidade absoluta variando de 40 a 3.375 ovos/fêmea, com valor médio de  $905 \pm 590$  ovos/fêmea.

Observou-se regressão linear significativa ( $P < 0,05$ ) para a razão fecundidade/comprimento (Figura 14), um aumento da fecundidade com o crescimento dos

indivíduos, sendo que para cada centímetro de aumento do corpo do *M. amazonicum*, o número de ovos aumenta em aproximadamente em 302 vezes. Entretanto, as fêmeas de um mesmo comprimento apresentaram quantidade de ovos bastante variados.

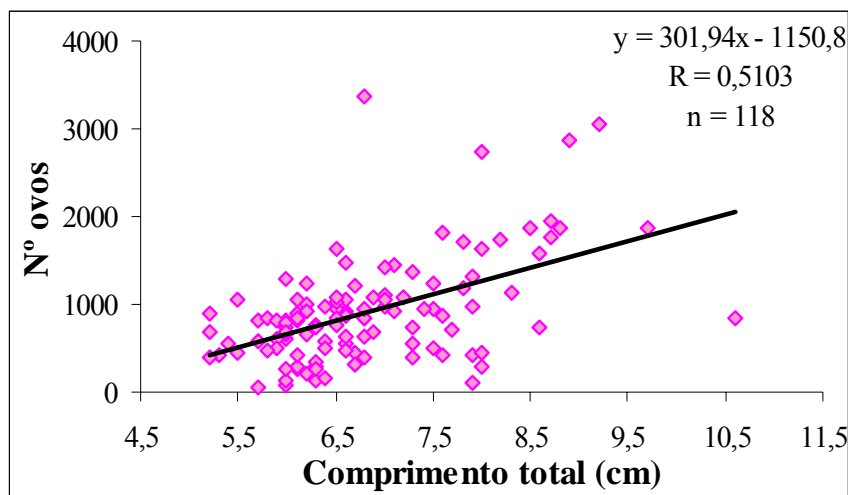


Figura 14 – Relação fecundidade x comprimento total de fêmeas ovígeras de *M. amazonicum* na Ilha do Combú (PA).

#### 4.5. CRESCIMENTO

A partir dos comprimentos médios encontrados pelo método de Bhattacharya foi possível fazer a progressão modal, considerando também os aspectos da reprodução, dos comprimentos médios ao longo do ano, para machos, fêmeas e sexos agrupados. Foram identificadas três coortes anual, que provavelmente nasceram entre os meses de dezembro-janeiro/02 (coorte 1), setembro-outubro/02 (coorte 2) e abril-maio/03 (coorte 3) (Tabela 7).

Os indivíduos jovens são recrutados ao longo de vários meses do ano com comprimentos variando de 2,40 a 5,48 cm. A média do crescimento dos machos entre as coortes foram semelhantes, apresentando para coorte 1, 2 e 3, valores de 0,93, 0,85 e 0,91 cm LT ao mês, respectivamente. As fêmeas apresentaram uma média de crescimento mensal menor que dos machos para as três coortes, cujos valores apresentados foram de 0,47, 0,40 e

0,24 para as coortes 1, 2 e 3, respectivamente. Ao agruparmos os sexos foram encontradas médias de crescimento mensal de 0,93 (coorte 1), 0,27 (coorte 2) e 0,29 (coorte 3).

Tabela 7 – Média de crescimento por coorte e taxa de crescimento estimado para machos, fêmeas e sexos agrupados a partir dos resultados do método de Bhattacharya.  $\Delta t$  = diferença de tempo entre duas médias subseqüentes do CT,  $\Delta L$  = diferença de comprimento de duas médias subseqüentes.

MACHOS								
	Mês	Média LT (cm)	Mês	Média LT (cm)	$\Delta t$ (mês)	$\Delta L$ (cm)	$\Delta L/\Delta t$ (cm/mês)	Média $\Delta L/\Delta t$
Coorte 1	Set/03	3,25	Nov/03	5,07	2	1,82	0,91	0,93
	Nov/03	5,07	Jan/04	6,96	2	1,89	0,95	
Coorte 2	Jun/03	2,75	Jul/03	3,89	1	1,14	1,14	0,85
	Jul/03	3,89	Set/03	5,38	2	1,49	0,75	
	Set/03	5,38	Out/03	6,19	1	0,81	0,81	
	Out/03	6,19	Dez/03	7,59	2	1,40	0,7	
Coorte 3	Mar/03	5,78	Jul/03	8,25	2	2,47	1,24	0,91
	Jul/03	8,25	Nov/03	10,56	4	2,31	0,58	

FÊMEAS								
	Mês	Média LT (cm)	Mês	Média LT (cm)	$\Delta t$ (mês)	$\Delta L$ (cm)	$\Delta L/\Delta t$ (cm/mês)	Média $\Delta L/\Delta t$
Coorte 1	Jul/03	3,99	Nov	6,01	4	2,02	0,50	0,47
	Nov/03	6,01	Fev	7,32	3	1,31	0,44	
Coorte 2	Jun/03	5,05	Out/03	6,86	4	1,81	0,45	0,40
	Out/03	6,86	Fev/04	8,25	4	1,39	0,35	
Coorte 3	Mai/03	7,92	Out/03	9,43	5	1,51	0,30	0,24
	Out/03	9,43	Jan/04	9,97	3	0,54	0,18	

SEXOS AGRUPADOS								
	Mês	Média LT (cm)	Mês	Média LT (cm)	$\Delta t$ (mês)	$\Delta L$ (cm)	$\Delta L/\Delta t$ (cm/mês)	Média $\Delta L/\Delta t$
Coorte 1	Jun/03	2,40	Nov/03	4,21	5	1,81	0,36	0,93
	Nov/03	4,21	Dez/03	5,70	1	1,49	1,49	
Coorte 2	Mai/03	4,78	Jul/03	5,38	2	0,60	0,30	0,29
	Jul/03	5,38	Nov/03	6,48	4	1,10	0,27	
Coorte 3	Mar/03	5,48	Set/03	6,90	6	1,42	0,24	0,27
	Set/03	6,90	Jan/04	8,11	4	1,21	0,30	

Os parâmetros de crescimento calculados pelos métodos de Gulland e Holt (1959), Fabers (1965), Appeldoorn (1987), modelo sazonal e não sazonal de von Bertalanffy e ELEFAN I, para cada sexo e para sexos agrupados foram similares entre si (Tabela 8 e Figuras 15, 16 e 17). Baseando-se no comprimento máximo registrado para fêmeas (10,7 cm)

e machos (14,1), observou-se que, com exceção para o  $L_{\infty}$  de machos encontrados pelos modelos sazonal e não sazonal, todas as outras metodologias produziram estimativas de  $L_{\infty}$  superiores ao maior comprimento encontrado a natureza. A constante de crescimento K para os machos foi maior que das fêmeas, com exceção para o método de ELEFAN I, que foram iguais.

Tabela 8 – Parâmetros de crescimento  $L_{\infty}$  (cm), K, C e  $W_p$ , calculados pelas frequências de comprimento total de machos, fêmeas e sexos agrupados.

Métodos		$L_{\infty}$ (cm)	K (cm/mês)	C	$W_p$
Gulland e Holt	Machos	15,75	0,98		
	Fêmeas	12,79	0,80		
	Sexos agrupados	15,70	0,37		
Fabens	Machos	17,66	0,78		
	Fêmeas	13,16	0,75		
	Sexos agrupados	15,11	0,38		
Appeldoorn	Machos	15,84	0,94	0,10	0,9
	Fêmeas	12,66	0,91	0,20	0,3
	Sexos agrupados	12,17	0,56	0,00	0,6
Sazonal	Machos	12,38	1,35	0,01	1,0
	Fêmeas	14,14	0,66	0,01	1,0
	Sexos agrupados	10,50	0,71	0,2	0,7
Não sazonal	Machos	12,37	1,36		
	Fêmeas	14,03	0,67		
	Sexos agrupados	10,51	0,68		
ELEFAN I	Machos	14,00	0,70	0,5	0,4
	Fêmeas	14,00	0,70	0,5	0,5
	Sexos agrupados	14,00	0,80	0,5	0,9

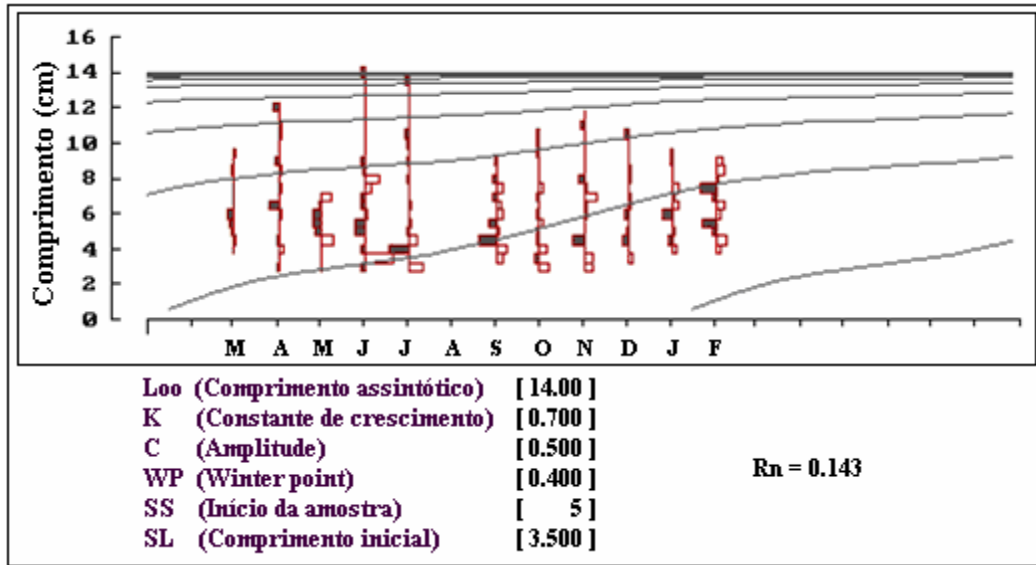


Figura 15 – Curva de crescimento estimada pelo ELEFAN I para dados de freqüências de Comprimento para machos de *M. amazonicum* na Ilha do Combú.

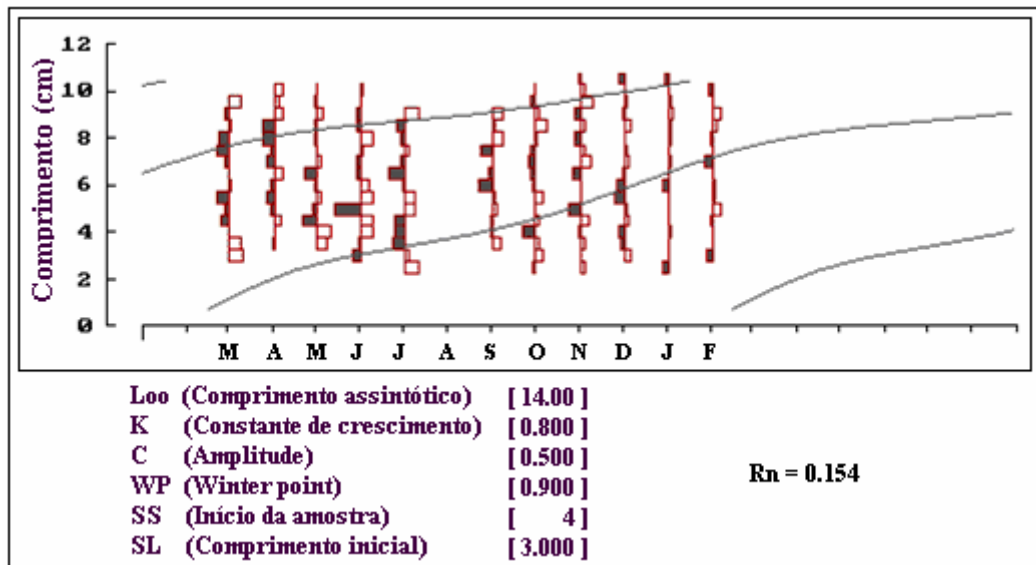


Figura 16 – Curva de crescimento estimada pelo ELEFAN I para dados de freqüências de comprimento para fêmeas de *M. amazonicum* na Ilha do Combú.

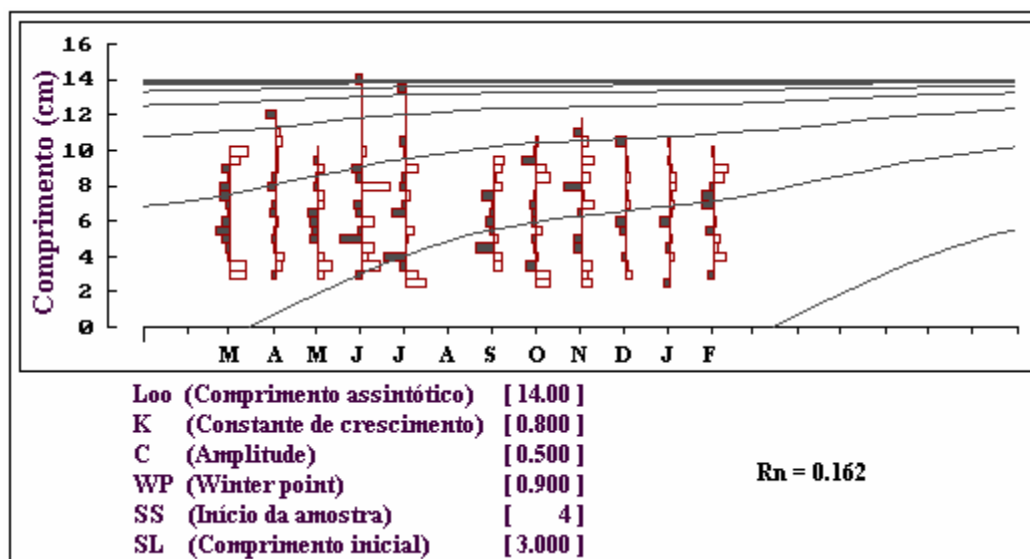


Figura 17 – Curva de crescimento estimada pelo ELEFAN I para dados de frequência de comprimento de sexos agrupados de *M. amazonicum* na Ilha do Combú.

Os parâmetros C e WP foram distintos entre o método Sazonal, ELEFAN I e Appeldoorn tanto para sexos separados quanto para sexos agrupados. Considerando o método sazonal e Appeldoorn, o crescimento não parece ser sazonal (C variou entre 0 e 0,2). Entretanto, a época do ano quando o crescimento é reduzido (WP) variou entre sexos e entre metodologias. De acordo com o método de Appeldoorn, verifica-se que os machos param de crescer em 10% (C = 0,1) no mês de outubro. Para as fêmeas, a amplitude de oscilação (0,2) foi bem semelhante ao dos machos, porém registrado no mês de abril. Ao se agrupar os sexos, observou-se que o C foi igual a 0 e o WP igual a 0,6. Considerando o modelo Sazonal para machos e fêmeas, a redução do crescimento ocorre em apenas 1% (C = 0,01) no mês de dezembro. Entretanto, para sexos agrupados registrou-se uma menor taxa de crescimento no mês de julho no valor de 0,2. Os parâmetros C e WP foram distintos quando obtidos pela metodologia ELEFAN I, uma vez que C foi equivalente a 0,5 e WP foi de 0,5, 0,4 e 0,9 para fêmeas, machos e sexos agrupados respectivamente.



#### 4.6. MORTALIDADE

As estimativas de mortalidade natural (M) pelo método de Rikhter e Efanov são sensíveis a entrada de dados, dos parâmetros  $L_{\infty}$  e K utilizados para se obter a idade de primeira maturação sexual ( $t_{50}$ ). Estes valores, entretanto foram similares entre si (exceto o obtido pelo ELEFAN) e variaram entre 0,91 (utilizando  $L_{\infty}$  e K encontrados pelo método de Fabens) a 1,53 (utilizando  $L_{\infty}$  e K encontrados pelo método de ELEFAN I) (Tabela 9).

Tabela 9 – Estimativas de M para sexos agrupados pelo método de Rikhter e Efanov para os diversos conjuntos de parâmetros de crescimento e  $t_{50}$ .  $L_{50}$  = comprimento de primeira maturação sexual;  $t_{50}$  = idade de primeira maturação sexual.

Parâmetro fixo $L_{50} = 7,0$ cm				
	$L_{\infty}$	K cm/mês	$t_{50}$	M
Gulland e Holt	15,70	0,37	1,60	0,93
Fabens	15,11	0,38	1,64	0,91
Appeldoorn	12,17	0,56	1,52	0,96
Sazonal	10,50	0,71	1,56	0,95
Não-sazonal	10,51	0,68	1,61	0,92
ELEFAN I	14,00	0,80	0,87	1,53

A mortalidade total Z, estimada pelo método da curva de captura de Ricker (1975) foi para machos (6,39), superior à encontrada para fêmeas (3,86), que mostrou semelhança à encontrada, com sexos agrupados (3,66) (Figuras 18, 19 e 20).

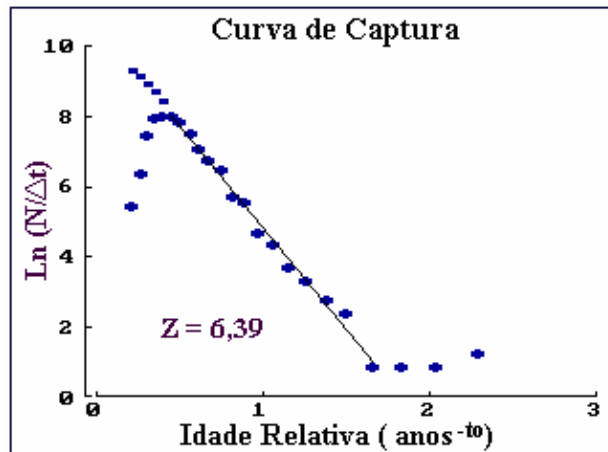


Figura 18 – Curva de captura de Ricker (1975) e estimativa de Z para machos de *M. amazonicum* na Ilha do Combú.

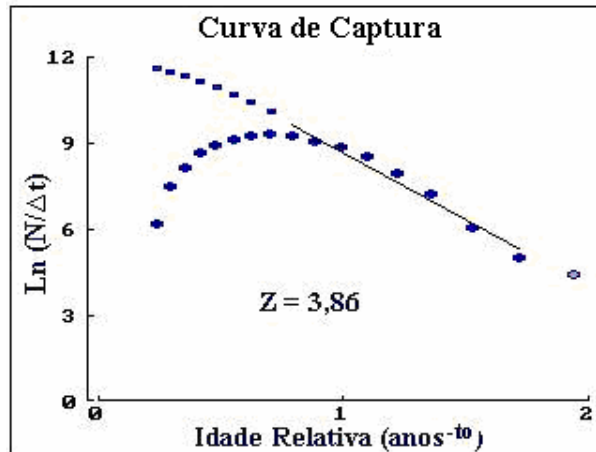


Figura 19 – Curva de captura de Ricker (1975) e estimativa de Z para fêmeas de *M. amazonicum* na Ilha do Combú.

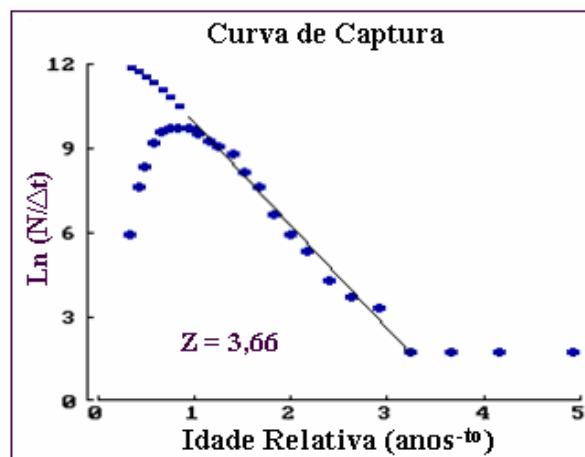


Figura 20 – Curva de captura de Ricker (1975) e estimativa de Z para sexos agrupados de *M. amazonicum* na Ilha do Combú.

Para a estimativa de Z pela curva de captura de Ricker (1975), foram utilizados vários parâmetros encontrados por diversas metodologias (Tabela 10). As mortalidades Z estimadas pelo modelo de curva de captura de Ricker foram similares para cada conjunto de parâmetros de crescimento encontrados por cada método para machos, fêmeas e sexos agrupados, com exceção para o método de ELEFAN I, que apresentou Z maiores aos encontrados pelos outros modelos, tanto para fêmeas quanto para sexos agrupados, ocorrendo o inverso, para machos. Em relação ao comprimento de primeira captura ( $L_c$ ), as diversas metodologias resultaram em valores similares e as fêmeas apresentaram tamanhos maiores que dos machos.

Tabela 10 – Estimativa de Z para machos, fêmeas e sexos agrupados pelo método da Curva de Captura.  $L_{\infty}$  e K = parâmetros de crescimento; Z = mortalidade total; M = mortalidade natural, F = mortalidade por pesca; E = esforço e Lc (cm) = comprimento de primeira captura.

MACHOS						
Métodos	$L_{\infty}$ (cm)	K (cm/mês)	Z	F	E	Lc
Gulland e Holt	15,75	0,98	6,04	5,11	0,85	4,530
Fabens	17,66	0,78	6,13	5,22	0,85	4,666
Appeldoorn	15,84	0,94	5,87	4,91	0,84	4,574
Sazonal	12,38	1,35	5,04	4,09	0,81	4,373
Não-sazonal	12,37	1,36	5,06	4,14	0,82	4,342
ELEFAN I	14,00	0,70	3,15	1,62	0,51	4,248
FÊMEAS						
Métodos	$L_{\infty}$ (cm)	K (cm/mês)	Z	F	E	Lc
Gulland e Holt	12,79	0,80	4,25	3,32	0,78	6,112
Fabens	13,16	0,75	4,27	3,36	0,79	6,015
Appeldoorn	12,66	0,91	3,86	2,90	0,75	5,878
Sazonal	14,14	0,66	4,32	3,37	0,78	6,051
Não-sazonal	14,03	0,67	4,41	3,49	0,79	6,058
ELEFAN I	14,00	0,70	6,89	5,36	0,78	6,279
SEXOS AGRUPADOS						
Métodos	$L_{\infty}$ (cm)	K (cm/mês)	Z	F	E	Lc
Gulland e Holt	15,70	0,37	4,06	3,13	0,77	4,621
Fabens	15,11	0,38	4,06	3,15	0,78	4,621
Appeldoorn	12,17	0,56	3,66	2,70	0,74	4,413
Sazonal	10,50	0,71	3,63	2,68	0,74	4,404
Não-sazonal	10,51	0,68	3,28	2,36	0,72	4,384
ELEFAN I	14,00	0,80	6,89	5,36	0,78	4,551

Para o método de Beverton e Holt (1956) o Z foi estimado para cada conjunto dos parâmetros de  $L_{\infty}$  e K encontrados pelos diversos modelos utilizados (Tabela 11). Os valores de Z estimados para cada conjunto de parâmetros ( $L_{\infty}$  e K), pela equação de Beverton e Holt, para fêmeas apresentaram valores similares, do mesmo modo ocorreu para machos e sexos agrupados, com exceção do modelo de ELEFAN I que apresentou Z para machos, inferior aos demais e para sexos agrupados superior, quando comparado aos estimados através dos parâmetros de outros modelos. O Z de machos estimados por todos os métodos foram superiores, quando comparados aos encontrados para fêmeas.

Assim, observa-se que diversas metodologias dão resultados similares de Z. Ao compararmos estes resultados aos obtidos pela curva de captura, encontramos valores similares para fêmeas e sexos agrupados, porém valores maiores para machos.

As taxas de exploração (E), encontradas pelo método de Beverton e Holt, foram mais altas para os machos do que para as fêmeas, o mesmo ocorreu quando se estimou o E pela curva de captura, na qual obtiveram valores similares entre si.

Tabela 11 – Estimativa de Z para machos, fêmeas e sexos agrupados pelo método de Beverton e Holt a partir do L' e L médio.  $L_{\infty}$  (cm) e K (cm/mês) = parâmetros de crescimento; L' (cm) = comprimento mínimo de total recrutamento, L médio (cm) = comprimento médio, E = exploração.

MACHOS							
Métodos	$L_{\infty}$	K	L'	L médio	Z	F	E
Gulland e Holt	15,75	0,98	5,250	6,697	9,31	8,38	0,89
Fabens	17,66	0,78	5,250	6,697	8,90	7,99	0,89
Appeldoorn	15,84	0,94	5,250	6,697	9,03	8,07	0,89
Sazonal	12,38	1,35	5,250	6,697	8,24	7,29	0,9
Não-sazonal	12,37	1,36	5,250	6,697	8,30	7,38	0,90
ELEFAN I	14,00	0,70	5,250	6,697	5,43	3,90	0,72
FÊMEAS							
Métodos	$L_{\infty}$	K	L'	L médio	Z	F	E
Gulland e Holt	12,79	0,8	6,250	7,477	4,43	3,50	0,79
Fabens	13,16	0,75	6,250	7,477	4,43	3,52	0,79
Appeldoorn	12,66	0,92	6,250	7,477	4,92	3,96	0,81
Sazonal	14,14	0,66	6,250	7,477	4,55	3,60	0,79
Não-sazonal	14,03	0,67	6,250	7,477	4,55	3,63	0,80
ELEFAN I	14,00	0,70	6,250	7,477	4,73	3,20	0,68
SEXOS AGRUPADOS							
Métodos	$L_{\infty}$	K	L'	L médio	Z	F	E
Gulland e Holt	15,70	0,37	4,800	5,923	3,66	2,73	0,75
Fabens	15,11	0,38	4,800	5,923	3,54	2,63	0,74
Appeldoorn	12,17	0,56	4,800	5,923	3,57	2,61	0,73
Sazonal	10,50	0,71	4,800	5,924	3,34	2,39	0,72
Não-sazonal	10,51	0,68	4,800	5,924	3,20	2,28	0,71
ELEFAN I	14,00	0,80	4,800	5,923	6,56	5,03	0,77

#### 4.7. RENDIMENTO POR RECRUTA

A captura máxima sustentável por recruta (MYR/R) para machos (6,7) e para sexos agrupados (5,6), que corresponderam a uma taxa de exploração ótima ( $E_{MYR}$ ) de 0,5140 e 0,5760, respectivamente, obtiveram valores inferiores ao encontrado para as fêmeas ( $MYR/R = 0,8$  e  $E_{MYR} = 0,6320$ ) (Tabela 12 e Figura 21, 22 e 23).

Tabela 12 – Estimação da taxa de exploração máxima sustentável pelo modelo de rendimento por recruta de Beverton e Holt.  $L_c$  = comprimento de primeira captura,  $L_\infty$  = comprimento assintótico,  $K$  = constante de crescimento,  $M$  = mortalidade natural,  $Y/R$  = captura relativa por recruta e  $E_{MYR}$  = taxa de exploração quando o rendimento é máximo.

---

M = 0,96 valor constante

---

	$L_c$	$L_\infty$	$L_c/L_\infty$	$K$ (cm/mês)	$M/K$	$Y/R$	$E_{MYR}$
Macho	4,6	15,84	0,29	0,94	1,02	6,7	0,5140
Fêmeas	5,9	12,66	0,46	0,91	1,05	8,0	0,6320
Sexos agrupados	4,4	12,17	0,36	0,56	1,71	5,6	0,5760

---

A  $E_{MSY}$ , encontrada tanto para machos como para fêmeas, está abaixo das taxas de exploração ( $E$ ) encontradas a partir do método da curva de captura de Ricker e do método de Beverton e Holt.

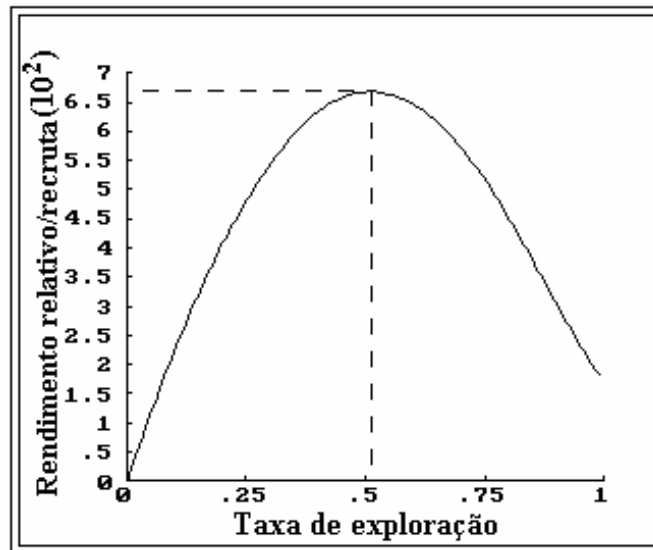


Figura 21 – Curva de captura relativa por recruta (Y/R) de Beverton e Holt para machos de *M. amazonicum* na Ilha do Combú (PA).

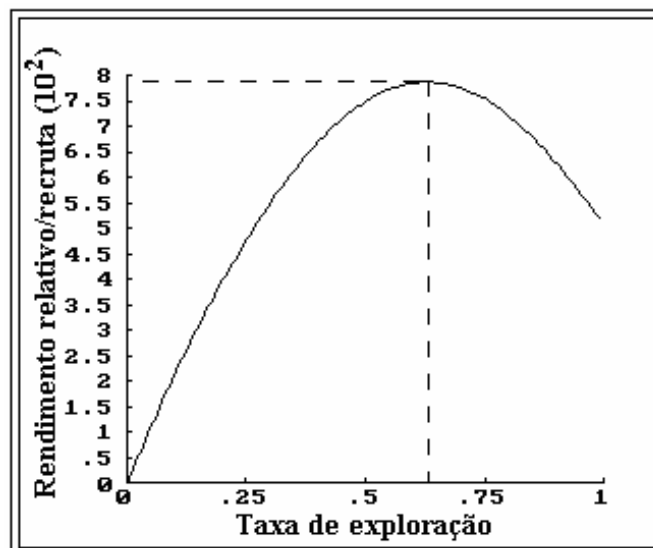


Figura 22 – Curva de captura relativa por recruta (Y/R) de Beverton e Holt para fêmeas de *M. amazonicum* na Ilha do Combú (PA).

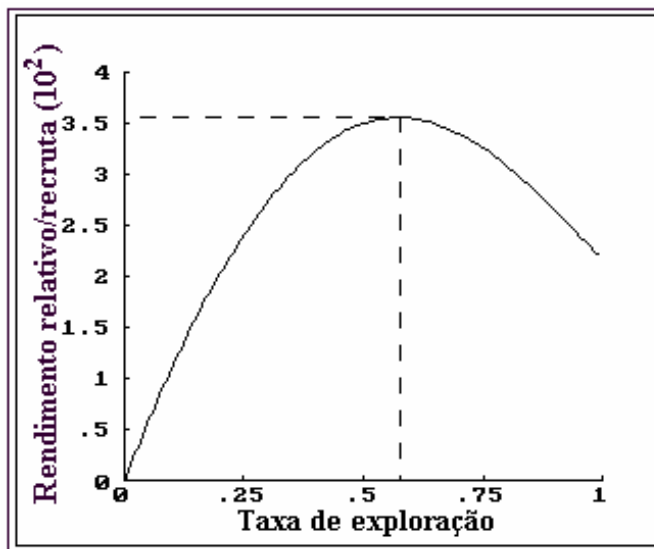


Figura 23 – Curva de captura relativa por recruta ( $Y/R$ ) de Beverton e Holt para sexos agrupados de *M. amazonicum* na Ilha do Combú (PA).

## 5. DISCUSSÃO

Estudos sobre *M. amazonicum* começaram a ser realizados devido ao grande interesse que esta espécie despertou para o cultivo comercial. Os primeiros trabalhos foram realizados por GUEST (1979), ROMERO (1980) e BARRETO e SOARES (1982). Estudo sobre desenvolvimento larval (MAGALHÃES, 1985 e MAGALHÃES e WALKER, 1988) e estratégias reprodutivas na Amazônia Central também foram realizados, assim como foram investigados aspectos da pesca e sua dinâmica populacional no baixo Tocantins (ODINETZ-COLLART, 1991b).

Segundo Moraes-Riodades *et al.* (1999), dentre as três espécies de camarões de água doce nativas de interesse comercial (*M. acanthurus*, *M. carcinus* e *M. amazonicum*), *M. amazonicum* é a mais importante, pois é largamente explorada pela pesca artesanal no Estado do Pará, havendo um mercado expressivo para sua comercialização.

O comprimento total máximo (14,1 cm) encontrado para *M. amazonicum* na Ilha do Combú foi bastante semelhante ao encontrado em Vigia (14,4 cm) (SILVA, 2002). Entretanto, este comprimento foi inferior ao obtido para o Açude de Rômulo Campos na Bahia, 17,8 cm (BORGES, 2003), e superior ao registrado para Ilha do Careiro na Amazônia Central, 10,6 cm (ODINETZ-COLLART e MOREIRA, 1993) e no baixo Tocantins 10,6 cm (ODINETZ-COLLART, 1987).

Segundo Valenti (1987) em camarões de água doce do gênero *Macrobrachium*, os machos adultos atingem tamanhos geralmente maiores que as fêmeas, apresentam o cefalotórax e o segundo quelípodo proporcionalmente mais desenvolvidos, concordando com SILVA (2002) para o município de Vigia e FLEXA *et al.* (2005) para o município de Cametá. Esta diferença de tamanho entre sexos, pode estar associada ao fato das fêmeas utilizarem



suas reservas para a maturação das gônadas e conseqüentemente reduzirem suas taxas de crescimento. Uma vez que houve a ocorrência de fêmeas ovíferas ao longo de quase todo o ano para a espécie na Ilha do Combú (AZEVEDO, 2004), isto fez com que os machos atingissem comprimento maior que as fêmeas.

Bond e Buckup (1983), explica que o crescimento nos crustáceos geralmente é similar entre os sexos até a maturidade e a partir daí, torna-se mais lento nas fêmeas, que atingem um tamanho menor, na maioria dos crustáceos. Entretanto, SOUZA *et al.* (2004) e LOURENÇO *et al.* (2004) relataram que esta característica não é muito comum para os Palaemonidae, grupo em que as fêmeas atingem tamanhos maiores, principalmente para a formação do vitelo dos ovos.

Os machos apresentaram o comprimento médio ao longo de todo o ano inferior ao das fêmeas, assim como o obtido por FLEXA *et al.*, (2005) e SILVA (2002) em Cameté e Vigia, respectivamente. Os machos, que atingem comprimentos totais mais elevados que as fêmeas são mais intensamente predados pela pesca, fazendo com que os maiores indivíduos sejam retirados em maiores quantidade, ficando os menores, que se recrutam em menor tamanho. Por esta razão, registra-se neste trabalho um menor comprimento médio dos machos em relação às fêmeas e conseqüentemente uma maior proporção das fêmeas, uma vez que os machos, através da exploração pesqueira, provavelmente já foram removidos da população, o que também pode ser corroborado pelos mais altos valores da taxa de mortalidade e de exploração para os machos.

Para várias espécies do gênero *Macrobrachium* registra-se uma proporção sexual favorável às fêmeas, como encontrado no presente trabalho e também na Bahia com uma proporção de 1♂:3,36♀ para *M. amazonicum* e 1♂: 6,16♀ para *M. jelskii* (BORGES, 2003). A proporção sexual encontrada em Vigia foi de 2,4♂:1♀ (SILVA, 2002); para *M. hainanense* em Hong Kong, foi encontrada uma proporção sexual de 1,7♂:1♀ (MANTEL e DUDGEON,

2005); na Venezuela a proporção sexual foi de 1♂:1,1♀ para *M. jelskii* e 1♂:2♀, para *M. amazonicum* (MONTROYA, 2003). No México obtiveram para *M. acanthurus* a razão de 1♂:1,6♀ (ROMÁN-CONTRERAS e CAMPOS-LINCE, 1993).

Moraes-Riodades e Valenti (2002), assim como o obtido neste trabalho, encontraram alometria negativa no crescimento de *M. amazonicum* criados em viveiros, quando relacionou o comprimento total com o comprimento do cefalotórax. Entretanto, Antunes e Oshiro (2004) analisaram as relações biométricas de *M. pontiuna* obtendo alometria positiva entre o comprimento total e comprimento do cefalotórax, tanto para machos quanto para fêmeas. Já para *M. acanthurus* esta relação tem tendência de crescimento isométrico (ROMÁN-CONTRERAS e CAMPOS-LINCE, 1993). O maior aumento do comprimento total para as fêmeas pode ter ocorrido pelo crescimento em maior proporção do abdômen, uma vez que este possui efetiva participação na incubação dos ovos, que ficam aderidos aos pleópodos.

Na relação entre o comprimento total e o peso total também foi evidenciada alometria negativa, tanto para machos quanto para fêmeas. Silva (2002) relatou alometria negativa apenas para machos, ocorrendo o inverso para as fêmeas, alometria positiva. Para outras espécies de camarão, a alometria negativa também foi observada, como o relatado para o camarão *Farfantepenaeus subtilis* (MARTINELLI, 2005).

Esse menor aumento da massa corporal em relação ao comprimento total, evidenciado pela alometria negativa, pode estar associado à maturidade sexual e aos estágios gonadais, que em término de reprodução representam um forte gasto energético, outro fator importante que pode influenciar no peso dos indivíduos é o conteúdo estomacal (FONTELES FILHO, 1989).

Para fêmeas ovígeras, neste trabalho, o menor exemplar encontrado media 5,2 cm de comprimento total, valor superior ao encontrado para *M. amazonicum* de 4,1 cm no açude

de Rômulo Campos na Bahia (BORGES, 2003). Lima e Odinetz-Collart (1997) no açude Porto da Cruz no Espírito Santo e Silva (2002) em Vigia, encontraram respectivamente, fêmeas ovígeras com comprimentos totais de 1,13 cm e 2,5 cm capturados com puçá de arrasto.

O maior comprimento de fêmea ovígera encontrado pode ter sido influenciado pelo tipo de aparelho de pesca utilizado, uma vez que o matapí é um petrecho de pesca mais seletivo e captura indivíduos maiores em relação ao puçá de arrasto e a tarrafa, de acordo com sua abertura.

Segundo Valenti (1984) e Silva *et al.* (2004), dentre o gênero *Macrobrachium* existe uma relação direta entre a fecundidade e o tamanho; e o número de ovos postos é bastante variável em indivíduos da mesma espécie, que aumentam em quantidade com o tamanho da fêmea. Lobão *et al.* (1986) ao estudarem a fecundidade de *M. amazonicum* em laboratório, observaram que existe uma grande variabilidade na fecundidade, apresentada por fêmeas da mesma classe de comprimento ou peso. O mesmo fato foi observado nas fêmeas ovígeras do presente estudo. Scaico (1992) e Lobão *et al.* (1986) ainda afirmaram que além da fecundidade, a fertilidade e a taxa de eclosão de ovos também aumentam com o comprimento e com o peso, dentro da amplitude dessas variáveis consideradas.

De acordo com Coelho *et al.* (1982), *M. amazonicum* pode produzir até 6.000 ovos por desova, porém estudos realizados na Venezuela mostraram números inferiores, onde a fecundidade máxima encontrada, utilizando apenas 20 fêmeas foi de 953 (ROMERO, 1980) e 1.000 ovos (GÁMBA, 1984). Em um Açude no nordeste do Brasil, foi observou em 50 fêmeas comprimento variando entre 3,5 e 6,8 cm, onde apresentaram fecundidade entre 148 a 1.128 ovos, com valor médio de 595 ovos/fêmea (SCAICO, 1992). Valores semelhantes de fecundidade foram encontrados para 49 fêmeas de *M. amazonicum* estudadas em laboratório, cujos valores variaram entre 178 e 1.344 ovos para fêmeas de comprimentos entre 3,8 e 6,7

cm (LOBÃO *et al.*, 1986). O estudo da fecundidade de 60 fêmeas do Rio Jaguaribe no Ceará, evidenciou uma variação entre 480 e 1554 ovos por fêmeas (SILVA *et al.*, 2004).

Lobão *et al.* (1986) relataram que *M. amazonicum* apresenta fecundidade relativamente alta entre as espécies do mesmo gênero, tais quais *M. australiensi*, *M. borellii*, *M. iheringi*, *M. jelskii* e *M. potiuna* cuja fecundidade absoluta é inferior a 200 ovos. No entanto, é considerada baixa quando comparada com espécies de maior interesse comercial e que atingem maior porte, como *M. acanthurus*, *M. carcinus*, *M. malcolmsonii*, *M. rosenbergii* e *M. vollenhovenmii*, nas quais a fecundidade absoluta máxima descrita na literatura varia entre 12.800 a 194.350 ovos (COELHO *et al.*, 1982; VALENTI, 1984; LOBÃO *et al.*, 1985; SCAICO, 1992). De acordo com Lobão *et al.* (1986) e Scaico (1992), *M. amazonicum* apresenta desovas mensais, o que compensa a baixa fecundidade e a baixa fertilidade em relação às espécies de interesse econômico, fazendo com que essa característica não constitua obstáculo para seu cultivo.

De acordo com os dados relatados deduz-se que, os valores da fecundidade nos camarões do gênero *Macrobrachium* variam de espécie a espécie dependendo de seu respectivo tamanho, porém em geral se observa uma alta correlação entre o tamanho das fêmeas e a quantidade de ovos que produzem. Também nota-se uma variação da fecundidade entre indivíduos capturados em ambiente natural, cujo número de ovos é mais abundante daquelas cultivadas.

Valenti (1984) ressalta que os camarões de água doce do gênero *Macrobrachium* apresentaram reprodução contínua ou periódica. Em regiões temperadas, a estação reprodutiva coincide com o verão, enquanto que em regiões tropicais está mais relacionada ao aumento da pluviosidade. Os machos são continuamente férteis enquanto que as fêmeas passam por um ciclo de maturação gonadal, o qual pode ser dividido basicamente em quatro estágios: imaturo, em maturação, maduro e esgotado (VALENTI, 1987).

Odinetz-Collart (1991a) em estudo na Amazônia Central observou que há dois fatores que favorecem o desenvolvimento das gônadas: a velocidade de corrente e o aumento de fitoplâncton, onde relatou períodos mais intensos de reprodução em águas baixas e durante a subida das águas. A primeira maturação ocorre no primeiro ano de vida. No Brasil, a maioria das espécies apresenta período reprodutivo longo, podendo se estender durante todo o ano. No entanto, sempre existe um curto período de reprodução mais intensa.

Silva (2002), realizando estudo no município de Vigia sobre a bioecologia de *M. amazonicum*, observou o mesmo fato quanto à reprodução, com ocorrência de fêmeas ovígeras durante quase todo o ano, com exceção do mês de dezembro, porém com maior intensidade nos meses de fevereiro, maio, junho (período chuvoso) e setembro (período menos chuvoso). Estudos sobre a biologia reprodutiva do *M. amazonicum* na Ilha do Combú foi abordada, na qual observou-se reprodução contínua na espécie com períodos mais intensos nos meses de março, setembro, outubro e dezembro; que se recrutam em momentos diferentes, sendo que a primeira maturação ocorre com 7 cm de comprimento total (AZEVEDO, 2004).

Em relação à Ilha do Combú, a espécie não apresentou uma sazonalidade marcante em relação aos seus comprimentos médios, provavelmente devido a processo reprodutivo ser contínuo, fazendo com que recrutas entrem constantemente na biomassa da população.

Silva (2002) evidenciou coortes no período chuvoso e seco para *M. amazonicum*, do mesmo modo foi observado para a Ilha do Combú, com três coortes ao longo do ano. A coorte I sempre cresceu mais rápido para ambos os sexos e para sexos agrupados, isto pode ter ocorrido devido o período de nascimento da coorte I ter sido correspondente ao início das chuvas, onde há uma maior oferta de alimento, propiciando um crescimento mais rápido dos indivíduos.

Segundo Coelho (1962), o crescimento nos camarões é descontínuo, já que a carapaça quitinosa (envoltório) impede qualquer aumento de tamanho, a não ser após a muda, quando o exoesqueleto ainda é extensível, e o indivíduo absorve bastante água, provocando um rápido aumento de tamanho. De acordo com Brito (1982), o número de ecdises na unidade de tempo dos crustáceos depende da idade do indivíduo, da sua dieta, do ambiente em que vive e do seu estado de saúde. Nos camarões jovens, observa-se uma maior frequência de ecdise, quando em relação aos indivíduos de idade mais avançada.

Para o *M. amazonicum* da Ilha do Combú, o crescimento mais rápido foi observado nos machos, cujos comprimentos assintóticos ( $L_{\infty}$ ) também foram maiores. O *M. amazonicum* ao ser estudado em laboratório foi observado pela curva de von Bertalanffy um  $L_{\infty}$  inferior com valor de 10,25 cm, este menor valor pode está associado as condições ambientais que diferem do ambiente natural fazendo com que os indivíduos atinjam um menor comprimento, ou seja cresçam menos (GUEST, 1979).

Os  $L_{\infty}$  e K estimados foram em geral maiores para os machos, que atingem comprimentos maiores que as fêmeas em menor tempo, diferença propiciada pela redução da taxa de crescimento em fêmeas em decorrência do dispêndio de energia com a maturação gonadal.

Em relação à outra espécie do mesmo gênero, no caso *M. acanthurus* estudada no México foi registrado um  $L_{\infty}$  de 21,206 cm (ROMÁN-CONTRERAS e CAMPOS-LINCE, 1993). Apesar da espécie apresentar o comprimento maior que *M. amazonicum*, sua constante de crescimento é baixa, de 0,2405.

Gregatti *et al.* (2004) relata que os baixos valores da constante de crescimento K para camarões de água doce pode está relacionado com o fato destes camarões possuem um

menor número de mudas devido a menor disponibilidade de sais na água. No entanto, a maior taxa de crescimento para os machos se relaciona ao fato das fêmeas utilizarem suas reservas para a reprodução e produção de ovos maiores, que garante a sobrevivência das larvas nos primeiros dias de vida.

Considerando camarões de outras famílias, Oh *et al.* (1999) ao incorporar o modelo de crescimento sazonal de von Bertalanffy para determinar os parâmetros de crescimento do camarão *Crangon crangon*, verificaram que as fêmeas apresentam crescimento mais rápido e um tamanho maior do comprimento da carapaça ( $L_{\infty} = 1,85$  cm CC;  $K = 1,09 \text{ ano}^{-1}$ ) em relação aos machos ( $L_{\infty} = 1,51$  cm CC;  $K = 0,90 \text{ ano}^{-1}$ ), com uma duração de vida máxima de 3,3 anos. Isaac *et al.* (1992), em estudo com o camarão *Farfantepenaeus subtilis*, estimaram um  $L_{\infty} = 17,7$  cm e  $K = 1,77 \text{ ano}^{-1}$  para machos;  $L_{\infty} = 21,9$  cm e  $K = 1,06 \text{ ano}^{-1}$  para fêmeas e  $L_{\infty} = 20,1$  cm e  $K = 1,11 \text{ ano}^{-1}$  para sexos agrupados. Cha *et al.* (2002) em estudo na Coreia, registrou os parâmetros de crescimento estimados por ELEFAN I para *Penaeus chinensis* em: fêmeas:  $L_{\infty} = 5,86$  cm CC;  $K = 0,96 \text{ ano}^{-1}$ ;  $C = 0,52$  e  $WP = 0,36$  e para machos:  $L_{\infty} = 5,49$  cm CC;  $K = 0,45 \text{ ano}^{-1}$ ;  $C = 0,35$  e  $WP = 0,2$ .

Para a maioria das metodologias empregadas, o WP calculado para o *M. amazonicum* indica uma redução da taxa de crescimento principalmente no final e meio do ano, para os dois sexos, período que coincide com o de maior intensidade reprodutiva.

Os coeficientes instantâneos de mortalidade total  $Z$  apresentaram valores maiores para machos. Esta taxa mais alta nos machos provavelmente ocorre pelo fato dos mesmos apresentarem um comprimento de primeira captura ( $L_c$ ) e o comprimento mínimo de total captura ( $L'$ ) menores, uma vez que são recrutados em comprimentos inferiores. Esta elevada taxa de exploração reflete em menor disponibilidade de machos, visível na proporção sexual freqüentemente favorável às fêmeas. Conseqüentemente, a taxa de exploração recomendável

para se obter o rendimento máximo sustentável é inferior aos machos quando comparado com as fêmeas.

A  $E_{MSY}$ , encontrada tanto para machos como para fêmeas, está abaixo das taxas de exploração (E) atuais encontradas a partir do método da curva de captura de Ricker e do método de Beverton e Holt, demonstrando que a população do *M. amazonicum* da Ilha do Combú está sobre-explorada. Esta informação é corroborada por outras evidências, encontradas neste estudo, como por exemplo: para ambos os sexos o comprimento total máximo encontrado foi inferior ao encontrado por outros autores, em outras localidades. Isto demonstra que os maiores indivíduos possam não estar mais disponíveis. O tamanho de primeira captura ( $L_c$ ), para ambos os sexos (mais evidente no caso do macho) é inferior ao tamanho de primeira maturação sexual ( $L_{50}$ ), com isso os indivíduos são capturados antes de poderem atingir um tamanho suficiente para contribuir substancialmente para a biomassa populacional. Esta situação acelera a redução dos indivíduos no ambiente, alterando assim a fecundidade populacional de forma negativa, uma vez que maiores indivíduos possuem um maior número de ovos e, conseqüentemente, maior probabilidade de fornecer maior número de recrutas a população.

Diante do exposto, verifica-se que a biomassa de *M. amazonicum* na Ilha do Combú está sendo explorada de forma não sustentável e que isso, em longo prazo, refletirá de maneira negativa na população desta espécie.

Recomenda-se que haja uma avaliação do tamanho comercial mínimo a ser explorado, através da fixação do tamanho da abertura da armadilha, já que a espécie não está se renovando de maneira adequada, pela pesca de indivíduos pequenos e não maduros. Outra alternativa é o controle do acesso à pesca (limite do esforço de pesca), determinando um limite de armadilhas a serem utilizadas por cada pescador, principalmente nos períodos de maior intensidade reprodutiva e de recrutamento.



A educação ambiental seria uma outra opção na tentativa de administrar este recurso na Ilha do Combú e juntamente com acordos de pesca, como por exemplo a proibição da captura de fêmeas ovígeras, poderiam permitir que a população se renovasse mais eficientemente.

Dentre os modelos utilizados para o estudo do crescimento, mortalidade e determinação do rendimento máximo sustentável do estoque de *M. amazonicum* muitos apresentam limitações em seu uso, uma vez que determinam para as estimativas de seus parâmetros, situações que sub-julgam o equilíbrio da população ou suposição da existência de um sistema de parâmetros constantes, como no caso da curva de captura que considera que todos os indivíduos vem sendo submetidos ao mesmo padrão desde que são recrutados com M e F constantes desde o momento que se inicia a fase explorada, e coorte nascendo na mesma data e recrutamento constante.

Como ressalta Sparre e Venema (1997), a suposição da existência de um sistema de parâmetros constantes nunca é cumprida na vida real. No entanto, freqüentemente se é forçado a aceitar a condição, que pode ser considerada uma aproximação grosseira da realidade. Geralmente são feitas tais suposições, para termos condições de analisar os dados disponíveis.

No caso das estimativas dos parâmetros por freqüência de comprimento, limitações ocorrem em relação à sobreposição de modas, principalmente às espécies que apresentam desovas periódicas. Román-Contreras e Campos-Lince (1993) relatam que além da sobreposição das modas, a ausência de alguns grupos de idade, assim como pouca representação destes grupos limitam o uso dos modelos de crescimento, pois a representação dos valores modais está sujeito à apreciação subjetiva conduzindo a resultados semelhantes, como o que ocorre no uso do modelo ELEFAN e Bhattacharya que utilizam para a estimação dos parâmetros conhecimentos baseados na biologia da espécie.

Fonteles Filho (1989) relata que, apesar da teoria de von Bertalanffy ao estudo do crescimento de crustáceos apresentar algumas restrições decorrentes da falta de evidência externa de crescimento contínuo, principalmente na fase adulta, este fato não impede a utilização do modelo na evidências de modas em diversas espécies, com resultados coerentes, como já foi feito, nos camarões *Litopenaeus schmitti* (NEIVA *et al.* 1971), *Farfantepenaeus subtilis* (ISAAC *et al.* 1992), *Penaeus chinensis* (CHA *et al.* 2002), *Penaeus paulensis* e *Penaeus brasiliensis* (MELO, 1973), *Crangon crangon* (OH *et al.* 1999), *M. acanthurus* (ROMÁN-CONTRERAS e CAMPOS-LINCE, 1993) e na lagosta *Panulirus laevicauda* (IVO, 1975).

Apesar das limitações das técnicas empregadas, os resultados dos modelos de dinâmica e avaliação utilizados neste estudo parecem ser coerentes com os conhecimentos acerca da pesca e biologia da espécie. Estas informações foram bastante relevantes para a obtenção do cenário atual do estado de exploração do *M. amazonicum* na Ilha do Combú.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, S. e OSHIRO, M. Y. Crescimento relativo de *Macrobrachium pontiuna* (Muller, 1880) (Decapoda, Palaemonidae) da Serra do Piloto, RJ. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 25., 2004a, Brasília. **Resumos eletrônicos...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2004. Cd-Room.

APPELDOORN, R. Modification of a seasonality oscillating growth function for use with mark-recapture data. **Journal of Consciousness CIEM**, 43, p. 194-198. 1987.

AZEVEDO, E. **Biologia reprodutiva do camarão regional *Macrobrachium amazonicum* (Hellen, 1862) (Decapoda; Palaemonidae) na ilha do Combú (Belém - Pa)**. Belém, 2004. 27 p. (Trabalho de conclusão de curso) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, 2004.

BARRETO, A. V. e SOARES, C. M. A. Produção de pós-larva de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae), sob condições controladas de laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, V. 1, p. 51-55. 1982.

BERTALANFFY, L. V. Untersuchungen über die Gesetzmäßigkeiten des Wachstums. 1. Allgemeine Grundlängen der Theorie. **Roux'Archive Entwicklungs-mechanism Organizer**, 131., p. 613-653. 1934

BEVERTON, R. J. H e HOLT, S. J. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. **Rapp. P. - V Reunion CIEM**, 140., p. 67-83. 1956.

BEVERTON, R. J. H. e HOLT, S. J. On the dynamics of exploited fish population. **Fishery Investigation Ministry Agriculture Fishery Food G.B.**, 19., 533 p. 1957.

BHATTACHARYA, C. G. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. **Biometrics**, 23., p. 115-135. 1967.

BOND, G.; BUCKUP, L. O cultivo de *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896) e *Macrobrachium potiana* (Müller, 1880) em laboratório. (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.43, n.2, p.177-190, maio. 1983.

BORGES, M. S. **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. 87 f., Monografia (Tese de conclusão de curso) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Bahia, 2003.

BRITO, C. A. S. **Estudo preliminar sobre o comportamento alimentar em camarão da espécie *Macrobrachium amazonicum* (Heller) em condições de laboratório.** 1982. 35 f. (Tese de conclusão de curso) – Centro de Engenharia de Pesca, Universidade Federal Rural do Ceará, 1982.

CAVALCANTE, L. B.; CORREIA, E. S. e CORDEIRO, E. A. **Camarão: Manual de cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* (pitu havaiano – gigante da Malásia).** Recife: Aquaconsult, 1986, 143 p.

CERVIGÓN, F.; CIPRIANI, R.; FISCHER, W.; GARIBALD, L.; HENDRICKX, M.; LEMUS, A. J.; MÁRQUEZ, R.; POUTIERS, J. M.; ROBAINA, G. e ROFRIGUEZ, B. **Guía de campo de las especies comerciales marinas y de agua salobres de la costa septentrional de sur america.** Roma: FAO, 1992, p. 103-162.

CHA, H. K.; OH, CHUL-WOONG; HONG, S. Y. e PARK, K. Y. Reproduction and population dynamic of *Penaeus chinensis* (Decapoda: Penaeidae) on the western coast of Korea, Yellow Sea. **Fisheries Research** 56., 2002, p. 25-36.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO METROPOLITANO DE BELÉM (Belém, PA) foto aérea. Belém, 2004. Escala 1:75.000.

CHAVES, P. T. e MAGALHÃES, C. O desenvolvimento ovocitário em *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae), camarão dulcícola da região Amazônica. **Acta Amazônica**. V. 23, N. 1, p. 17-23. 1993.

COELHO, P. A. Observações preliminares sobre a biologia e a pesca dos camarões do gênero *Macrobrachium* Bate, 1968 no estado de Pernambuco, Brasil. **Trabalhos do Instituto de Oceanografia**, Recife, V. 1, N. 13, p. 75-81. 1962.

COELHO, P. A.; RAMOS-PORTO, M. e SOARES, C. M. A. Biologia e cultivo de camarão de água doce. **Série Aqüicultura**. Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Tecnologia. Departamento de Oceanografia, Pernambuco, V. 1, N. 1, p. 1-53. 1982.

FABENS, A. J. Properties and fitting of the von Bertalanffy growth curve. **Growth**. 29., p. 265-289. 1965.

FLEXA, C. E.; SILVA, K. C. de A.; ARNAUD, J. da S.; CINTRA, I. H. A. e PORTO, V. M. dos S. Morfometria do camarão cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) no município de Cametá/Pará. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 14., 2005, Ceará. **Resumos eletrônicos...** Ceará: Sociedade Brasileira de Engenharia de Pesca, 2005. Cd-Room.

FONTELES FILHO, A. A. **Recursos Pesqueiros: Biologia e Dinâmica Populacional.** Fortaleza: Ed. Imprensa Oficial do Ceará. 1989. 296p.

GAMBA, A. L. Different egg-associated and larval development characteristic of *Macrobrachium jelskii* and *Macrobrachium amazonicum* (Arthropoda: Crustacea) in a Venezuelan continental lagoon. **International Journal of invertebrate Reproduction and Development.** V. 7, p. 135-142. 1984.

GREGATTI, R. A; HOLFFMAN, P.; FRANSOZO, A. e TADDEI, F. G. Crescimento de indivíduos da população de *Macrobrachium jelskii* na Represa de Barra Mansa no Município de Mendonça, SP. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 25., 2004, Brasília. **Resumos eletrônicos...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2004. Cd-Room.

GAYANILO, JR. F. C., SPARRE, P. e PAULY, D. **The FAO-ICLARM Stock assessment tools (FISAT) User's guide.** FAO Computerized Information. Series (Fisheries) N. 8, Rome. FAO, 124 p. 1994.

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

GULLAND, J. A. On the estimation of population parameters from marked members. **Biometrika**, 42., p. 269-270. 1955.

GULLAND, J. A. e HOLT, S. J. Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. **Journal Conservation.** CIEM, 25., N. 1, p. 47-49. 1959.

GURGEL, J. J. e MATOS, M. O. M. Sobre a criação extensiva de camarão canela, *Macrobrachium* (Heller) nos açudes públicos do nordeste brasileiro. In. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3., 1983, São Carlo. **Anais...** São Paulo: Universidade Federal de São Carlos, 1983. p. 39.

HOLTHUIS, L. B. A general revision on the Palaemonidae (Crustacea: Decapoda: Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemonidae. Los Angeles. **Occidental Paper Allan Hancock**, 12., 396 p., 1952.

IBAMA, 2004. **Estatística da pesca 2004, Brasil Grandes regiões e Unidades da Federação**. Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. DIFAP/CGREP, 136 p., 2004.

ISAAC, V. J.; DIAS NETO, J. e DAMASCENO, F. G. **Biologia, dinâmica de populações e administração pesqueira do camarão *Penaues subtilis* da região norte do Brasil**. IBAMA, Coleção Meio ambiente. Série Estudos Pesca, 1, 187 p., 1992.

IVO, C. T. C, Novo estudo sobre o crescimento e idade da lagosta *Panulirus laevicaudas* (Latreille), em águas costeiras do Estado do Ceará (Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar**, 15., Fortaleza, vol. 1, p. 29-32. 1975.

LIMA, J. S. G. e ODINETZ-COLLART, O. Ecologia do Camarão *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Palaemonidae) no Açude Poço de Cruz (Ibimirim). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 10., 1997, Guarapari. **Anais eletrônicos...** Guarapari: Associação dos Engenheiros de Pesca do Espírito Santo. 1997. CD-Room, p. 378-384.

LOBÃO, V. L.; VALENTI, W. C. e MELLO, J. C. M. Fecundidade em *Macrobrachium carcinus* L. do Rio Ribeira de Igarapé. **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo, V. 12, N. 3, p. 1-8. 1985.

LOBÃO, V. L.; ROJAS, N. E. T. e VALENTI, W. C. Fecundidade e fertilidade de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda) em laboratório. **Boletim do Instituto de Pesca**. V. 18, N. 2, p. 15-20. 1986.

LOURENÇO, G.; HIRODE, G. L.; PIPINO, D. C. e TADDEI, G. G. Maturidade gonadal do camarão de água doce *Macrobrachium jelskii* (Decapoda, Palaemonidae) no córrego Talhado. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 25., 2004, Brasília. **Resumos eletrônicos...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2004. Cd-Room.

MAGALHÃES, C. Desenvolvimento larval obtido em laboratório de palaemonidos da região Amazônica. I. *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda). **Amazoniana**, V. 9, N. 2, p.247-274. 1985.

MAGALHÃES, C. e WALKER, I. Larval development and ecological distribution of Central Amazonian palaemonid shrimps (Decapoda, Caridae). **Crustaceana**. V.55, N. 3, 279-292. 1988.

MARTINELLI, J. M. **Estrutura populacional dos camarões Penaeidae no estuário do rio Caeté, litoral Norte do Brasil**. 2005. 174 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Curso de pós graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará. Centro de Ciências Biológicas. 174 p. 2005.

MANTEL, S. K. e DUNDGEON, D. The palaemonid shrimp *Macrobrachium hainanense* in Hong Kong streams. **Journal of Crustacean Biology**. Vol. 25, p. 450-459. 2005.

MELO, J. T. C. Estudo populacional do camarão “rosa” *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *Penaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, V. 2, N. 2, p. 1-35. 1973.

MONTOYA, J. V. 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. N. 1. p. 155-159. 2003.

MORAES-RIODADES, P. M. C.; VALENTI, W. C.; PERALTA, A. S. L. e AMORIN, M. D. L. 1999. Carcinicultura de água doce no estado do Pará: situação e perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 11. E CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ENGENHARIA DE PESCA, 1, 1999, Recife. **Anais...** Recife: Associação dos Engenheiros de pesca de Pernambuco, 1999. V. 2. p. 598-604.

MORAES-RIODADES, P.M.C. e VALENTI, W.C. Relative growth of Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) in earthen ponds. **Revista Brasileira de Zoologia**, 19. V. 4, p. 955-1228. 2002.

MOURÃO, K. R. M. **Descrição da pesca artesanal e industrial desembarcada no município de Vigia**. Belém, 2003. 77 p. (Trabalho de conclusão de curso) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, 2003.

NEIVA, G. S.; SANTOS, E. P. e JANKAUSKI, V. Análise preliminar da população de camarão legítimo *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, na Baía de Santos – Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 1, N. 2, p. 7-14. 1971.

ODINETZ-COLLART, O. e MOREIRA, L. C. Migração vertical nictemeral das larvas de *Macrobrachium amazonicum* num lago de várzea na Amazônia Central, Ilha do Careiro, Brasil. **Amazoniana**, V. 3, N. 4, p. 385-389. 1993.

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

ODINETZ-COLLANT, O. Strategie de reproduction de *Macrobrachium amazonicum* em Amazonie Centrale (Decapoda, Caridae, Palaemonidae) **Crustaceana**. V. 61, N. 3, p. 253-270. 1991a.

ODINETZ-COLLANT, O. Tucuruí dam and the *Macrobrachium amazonicum* prawn populations in the Lower Tocantins (PARÁ-BRAZIL). **Archiv für Hydrobiologie**. V. 122, N. 2, p. 213-227. 1991b.

OH, C. W.; HARTNOLL, R. G. e NASH, R. D. M. Population dynamic of the common shrimp, *Crangon crangon* (L.), in Port Erin Bay, Isle of Man, Irish Sea. **Journal of Marine Science**. 56, p. 718-733. 1999.

PAULY, D. e DAVID, N. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. **Meeresforschung**, V. 28, N. 4, p. 205-211. 1981.

PEREIRA, K. R. B. **Caracterização geoquímica de sedimentação de fundo da orla de Belém - PA**. 2001. 91 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará. 2001.

PINHEIRO, L. A. **Descrição da pesca no estado do Pará**. Belém, 2004. 102 p. (Trabalho de conclusão de curso) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, 2004.

RAMOS, J. Poluição e contaminação da orla de Belém/Pa. In: UHLY, S. e SOUZA, E. L. **A questão da água na grande Belém**. Casa de estudos Germânicos. Belém. p. 121-148. 2004.

RIBEIRO, K. T. S. Água e saúde em Belém. In. RIBEIRO, K. T. S. **Água e saúde humana em Belém**. Belém: Cejup, 2004. Cap. 4, (Coleção Megam/2), 280 p.

RIKHTER, V. A. e EFANOV, V. N. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish population. **ICNAF Research Document**, 76/VI/8: 12p. 1976.

RICKER, W. E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. **Bulletin Fishery Research Board Canvass**, (191): 382 p. 1975.

ROMERO, M. E. Preliminary observation of potencial of culture of *Macrobrachium amazonicum* in Venezuela. IN: NEW, M. B. **Giant prawn farming**. Amsterdam: Elsevier. p. 411-416. 1980.



ROMÁN-CONTRERAS, R. e CAMPOS-LINCE, L. S. Aspectos reproductivos y aproximación a un modelo de crecimiento para una población de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en el Rio Palizada, Campeche, México. **Boletim de Ciências Marinhas e Limnologia**. México, V. 1, 1993.

SAWAYA, M. P. Sobre alguns camarões d'água doce do Brasil. **Boletins da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras-Zoologia**, **11**. São Paulo, p. 393-408. 1946.

SCAICO, M. A. Fecundidade e fertilidade de *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Decapoda) de um açude no nordeste brasileiro. **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo, V. 19, (único), p. 89-96. 1992.

SILVA, K. C. A. **Aspectos da bioecologia do camarão cascudo, *Macrobrachium amazonicum* Heller, 1962 (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no município de Vigia-Pará-Brasil**. 2002. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Centro Agropecuário, Universidade Federal do Pará. 2002.

SILVA, R. R.; SAMPAIO, C. M. S. e SANTOS, J. A. Fecundity and fertility of *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae). **Brazilian Journal Biology**. V. 64, N. 3a, Ago. 2004.

SPARE, P. e VENEMA, S. **Introduction to tropical fish stock assessment**. Parte 1 – manual. FAO Fish. Paper (306/1): 376 p. 1997.

SOKAL, R. R. e ROHLF, J. **Biometry**. 3. Ed. W.H. Freeman and Company. New York. 1995. 887 p.

SOUZA, I. G.; HIRODE, G. L.; FRANSOZO, A. e TADDEI, F. G. Proporção sexual do camarão *Macrobrachium brasiliense* Heller, 1868 do córrego Talhadinho, Distrito de Talhado-São Paulo. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 25., 2004, Brasília. **Resumos eletrônicos...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2004. Cd-Room.

VALENTI, W. C. **Estudo populacional dos camarões de água doce *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linneus, 1758) do Rio Ribeira de Iguapé (Crustacea, Palaemonidae)**. 1984. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Biologia do Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 1984.

VALENTI, W. C. **Cultivo de camarão de água doce**. São Paulo, Nobel, 82 p. 1985.

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

VALENTI, W. C. **Criação de camarões em águas** interiores. Jaboticabal: FUNEP, Boletim Técnico N. 2, 81 p. 1996.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 3º ed. Estados Unidos.1996.

