

# CRESCIMENTO E AVALIAÇÃO DO ESTOQUE DE *Macrobrachium amazonicum* EM UM ESTUÁRIO DO NORDESTE DO PARÁ, BRASIL\*

Julliany Lemos FREIRE<sup>1,2</sup>; Cleide Barbosa MARQUES<sup>2</sup>; Bianca BENTES<sup>2</sup> da Silva

## RESUMO

Neste estudo, foram estimadas as taxas de crescimento, de mortalidade e da exploração máxima sustentável do camarão de água doce, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) do Nordeste do Pará. Coletas mensais em dois locais da península bragantina (Flexal e Curral Velho) foram realizadas no período de agosto/2008 a julho/2009. Por meio de análises de Bhattacharya, observou-se que houve um constante incremento de biomassa na população, o que indica uma atividade reprodutiva contínua. As fêmeas realizam dois recrutamentos anuais bem evidentes e os machos, apenas um. Para avaliação dos parâmetros de crescimento, foram utilizadas diversas metodologias a fim de diminuir o erro das estimativas. Desta forma, os parâmetros de crescimento médio para os sexos agrupados foram: taxa de crescimento anual ( $K = 0,31 \text{ ano}^{-1}$ ); comprimento máximo assintótico ( $L_{\infty} = 47,83 \text{ mm}$ ); oscilação da curva de crescimento ( $C = 0,36$ ) e ponto de menor crescimento anual - *winter point* ( $WP = 0,41$ ). A performance de crescimento ( $\Phi'$ ) calculada foi de 2,8 e a longevidade estimada em 4 anos. Os valores médios anuais estimados para ambos os sexos da mortalidade total ( $Z$ ) foi de 1,97; mortalidade natural ( $M$ ) de 0,73; e a mortalidade por pesca ( $F$ ) de 1,52. A taxa máxima de exploração ( $E_{\max} = 0,586$ ) apresentou valores próximos à taxa de exploração atual ( $E = 0,574$ ), o que sinaliza para uma iminente situação de sobrepesca dos estoques de *M. amazonicum* nesta área de estudo, denotando a necessidade imediata de medidas de ordenamento pesqueiro e manejo cooperativo para esta espécie.

**Palavras chave:** Camarão de água doce; mortalidade; exploração; manejo pesqueiro

## GROWTH AND STOCK ASSESSMENT OF *Macrobrachium amazonicum* (DECAPODA:PALAEMONIDAE) IN AN ESTUARY OF NORTHEAST PARÁ, BRASIL

## ABSTRACT

In this study growth and mortality rates, and maximum sustainable yield of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862), in Northeast Pará, were estimated. Monthly samples at two sites of the Bragança Peninsula (Flexal e Curral Velho) were taken during August 2008 - July 2009. Bhattacharya method showed a constant biomass increment in this population indicating a constant reproductive activity. Females showed two clear annual recruitment peaks, whereas males only showed one. To reduce errors in the calculation of growth parameters, different methodologies were employed. Mean growth parameters for both sexes were: annual growth rate ( $K = 0.31 \text{ year}^{-1}$ ); asymptotic maximum length ( $L_{\infty} = 47.83 \text{ mm}$ ); growth curve oscillation ( $C = 0.36$ ) and winter point ( $WP = 0.41$ ). Growth performance ( $\Phi'$ ) was 2.8 and the estimated age was four years. For both sexes grouped, mean total mortality ( $Z$ ), natural mortality ( $M$ ) and fishing mortality ( $F$ ) was 1.97; 0.73 and 1.52, respectively. The maximum sustainable yield ( $E_{\max} = 0.586$ ) showed values very close to current exploitation rate ( $E = 0.574$ ) indicates that stocks of *M. amazonicum* in the study area show signs of overexploitation denoting urgent fisheries management actions for this species are needed.

**Key words:** Freshwater prawn; mortality; exploitation; fishing handling

---

**Artigo Científico:** Recebido em 08/02/2012 – Aprovado em 23/08/2012

<sup>1</sup> Autor correspondente: e-mail: freire\_jl@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Endereço/Address: Universidade Federal do Pará (UFPA). Instituto de Estudos Costeiros (IECOS). Campus de Bragança. Alameda Leandro Ribeiro, s/n – CEP: 68.600-000 – Bragança – PA – Brasil. e-mails: cleideb.marques@hotmail.com; bianca@ufpa.br

\* Apoio financeiro: Instituto Internacional de Educação do Brasil (B/2008/01/PAB/06).

## INTRODUÇÃO

Os camarões do gênero *Macrobrachium* (BATE, 1868) destacam-se por apresentar uma acentuada plasticidade adaptativa, ocorrendo em águas doces e salobras das regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo (HOLTHUIS, 1952; SHORT, 2004; PILEGGI e MANTELATO, 2010). No Brasil, está representado por 17 espécies (PILEGGI e MANTELATO, 2010), das quais, três apresentam grande interesse comercial: *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862), *Macrobrachium acanthurus* (WIEGMANN, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (LINNAEUS, 1758).

Dentre estas, a espécie mais explorada comercialmente pela pesca artesanal da região Amazônica, principalmente nos estados do Pará e Amapá, é o 'camarão da Amazônia', *M. amazonicum* (ODINETZ-COLLART, 1987; 1988; 1991; ODINETZ-COLLART e MOREIRA, 1993), pois é a espécie nativa mais abundante em águas brancas, com fundo lamoso e sais dissolvidos (SIOLI, 1984; ODINETZ-COLLART, 1993).

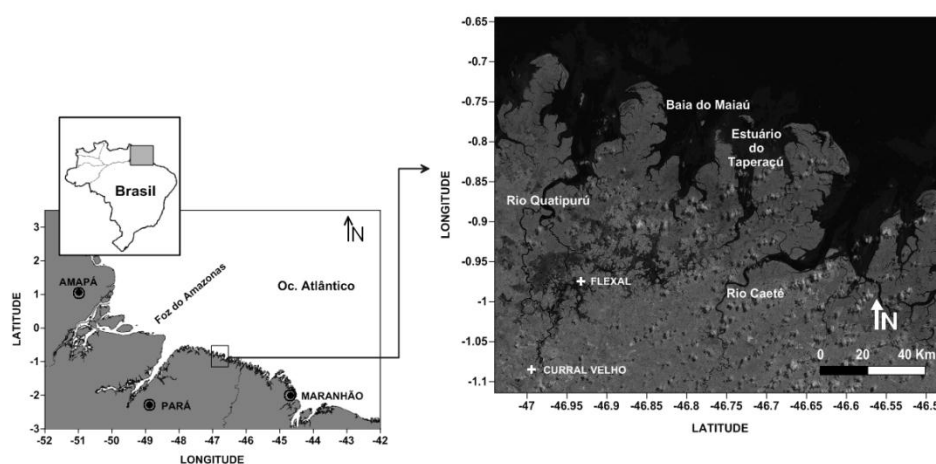
No estado do Pará, a comercialização desta espécie é bastante difundida e apresenta um mercado consumidor significativo (MOURÃO *et al.*, 2007; VIEIRA e ARAÚJO-NETO, 2006). Desta forma, inúmeros estudos sobre a bioecologia desta espécie têm sido realizados em todo estado (ODINETZ-COLLART, 1991; 1993; ODINETZ-COLLART e MOREIRA, 1993; SILVA, *et al.*, 2002; FLEXA *et al.*, 2005; BENTES *et al.*, 2011).

O crescente desenvolvimento da pesca em escala mundial tem demonstrado a necessidade de estudos sobre o estado de exploração dos recursos pesqueiros. Portanto, avaliações sobre a dinâmica populacional de camarões de água doce, em todas as suas dimensões, sejam elas mundiais ou regionais, têm sido amplamente estudadas (ROMÁN-CONTRERAS e CAMPOS-LINCE, 1993; ENIN, 1995; ETIM e SANKARE, 1998; NWOSU e WOLFI, 2006; NYLANDER-SILVA *et al.*, 2007; DEEKAE e ABOWEI, 2010a; 2010b; 2010c; LUCENA-FREDOU *et al.*, 2010; ALHASSAN e ARMAH, 2011), no intuito de subsidiar medidas de ordenamento e manejo pesqueiro, e conseqüentemente, promover o desenvolvimento sustentável.

Desta forma, no presente estudo foram determinadas as taxas de crescimento, de mortalidades e da exploração máxima sustentável de *M. amazonicum* em um estuário da região do Nordeste do Estado do Pará, onde a captura é significativa nas áreas dos campos alagados, além de ser um importante item da alimentação dos moradores locais (FREIRE e BENTES, 2008).

## MATERIAL E MÉTODOS

Os exemplares de *M. amazonicum* foram coletados mensalmente, no primeiro dia de lua nova, entre os meses de agosto/2008 a julho/2009, em dois pontos: Flexal e Curral Velho, localizados no Nordeste do Pará, Pará, Brasil (Figura 1). Nestes locais de amostragem a salinidade varia de 0 (período chuvoso) a 3 (período seco).



**Figura 1.** Localização dos pontos de amostragem (+) de *Macrobrachium amazonicum*, Nordeste do Pará, Brasil.

As capturas ocorreram no período de uma maré noturna, totalizando 12 horas de permanência na água. Foram utilizadas armadilhas do tipo matapi, em três tamanhos e três réplicas cada: dois matapis de madeira (grandes e médios) e um confeccionado com garrafas *pet* (pequenos), a fim de minimizar a interferência do fator “seletividade” para a obtenção de amostras representativas da população, seguindo a metodologia de BENTES *et al.* (2011).

Após a coleta, os indivíduos foram acondicionados em caixas térmicas e transportados para o laboratório de Bioecologia Pesqueira da Universidade Federal do Pará, *campus* de Bragança. Posteriormente, os espécimes foram identificados segundo HOLTHUIS (1952) e MELO (2003), sexados e submetidos a aferições do comprimento de carapaça - CC (distância entre a margem posterior da órbita direita até o ponto médio da margem posterior da carapaça) e peso total - PT, com auxílio de paquímetro e balança digital, com precisão 0,01 mm e 0,01 g, respectivamente.

Todos os dados foram digitalizados em planilhas eletrônicas onde foram construídas matrizes de distribuição de frequência do comprimento de carapaça, distribuídas em intervalos de classes de comprimento de 2 mm e plotadas, por mês de coleta, para os sexos separados e agrupados. Posteriormente, estas informações foram exportadas para o programa FISAT-FAO/ICLARM (GAYANILO *et al.*, 1997), para as análises estatísticas.

Para o traçado da curva de crescimento, foram estimados os parâmetros da curva de von BERTALANFFY (1934):

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

onde,

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

$L_{\infty}$  = comprimento máximo teórico que uma espécie pode atingir ou comprimento assintótico

$K$  = constante de crescimento

$t$  = idade

$t_0$  = idade no  $L_{(0)}$

Para obtenção dos comprimentos médios por idade foi utilizado o modelo de BHATTACHARYA (1967), no qual foram identificados os comprimentos médios das coortes para cada mês de coleta. Adicionalmente, os dados de distribuição de frequência de tamanho foram usados para o ajuste da curva de crescimento pelo método de ELEFAN I (PAULY e DAVID, 1981), para identificação das modas (picos) e valores intermodais (vales).

A partir dos comprimentos médios de cada coorte, os parâmetros de crescimento  $K$ ,  $C$  (oscilação da curva de crescimento),  $WP$  (*Winter point* - ponto de menor crescimento anual) e  $L_{\infty}$ , foram determinados e ajustados a partir dos métodos de GULLAND e HOLT (1959), APPELDOORN (1987) e MUNRO (1982), quando possível. Adicionalmente, foi calculada a performance de crescimento ( $\Phi'$ ) da espécie, utilizando a média dos parâmetros de crescimento, de acordo com a metodologia de MUNRO e PAULY (1983), por meio da fórmula:

$$\Phi' = \log K + 2 * \log L_{\infty}$$

Para o cálculo do coeficiente instantâneo de mortalidade total ( $Z$ ) foram utilizados os métodos de curva de captura de RICKER (1975), o método de BEVERTON E HOLT (1956), AULT e EHRHART (1991), ALVERSON e CARNEY (1975) e HOENIG (1983). Para a mortalidade natural ( $M$ ) foram utilizados os modelos de PAULY (1981) e RIKHTER e EFANOV (1976).

A mortalidade por pesca ( $F$ ) foi determinada por meio da relação da mortalidade total e natural, de acordo com a seguinte expressão matemática:  $F = Z - M$ .

Para a estimativa da idade máxima atingida pela espécie, foi observada a curva de captura de RICKER (1975).

A taxa de exploração ( $E$ ) foi obtida segundo a equação de PAULY (1984):  $E = F/Z$ . Posteriormente, foi calculada a curva de rendimento máximo por recruta, por meio do modelo de BEVERTON e HOLT (1956), onde,  $E_{25}$  é o valor encontrado para a capturabilidade de 25% da biomassa virgem,  $E_{50}$  para 50% e  $E_{max}$  para o máximo sustentável de biomassa que pode ser removida da população.

Para o cálculo de  $t_0$  (idade no comprimento  $L_t = 0$ ) foi utilizada a expressão de PAULY (1979):

$$\text{Log}_{10}(-t_0) = -0,392 - 0,275 * \text{Log}_{10}(L_{\infty}) - 1,038 * \text{Log}_{10}(K)$$

A idade de primeira maturação gonadal foi calculada por meio da equação invertida de von Bertalanffy:

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

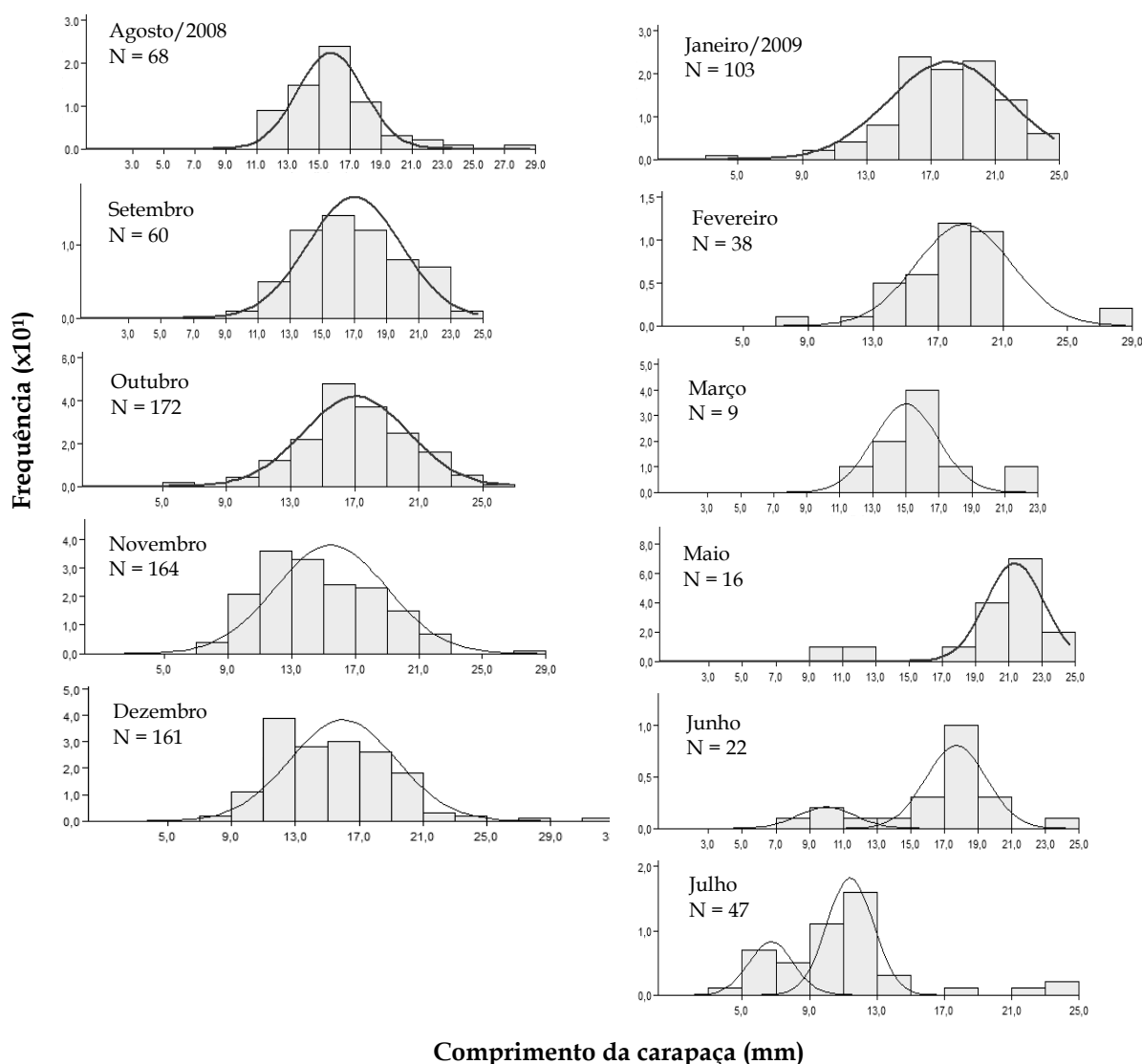
admitindo que  $t_{(L)}$  é a idade em que os animais apresentam o  $L_{50} = 12,3$  mm de comprimento da

carapaça para sexos agrupados (dados não publicados).

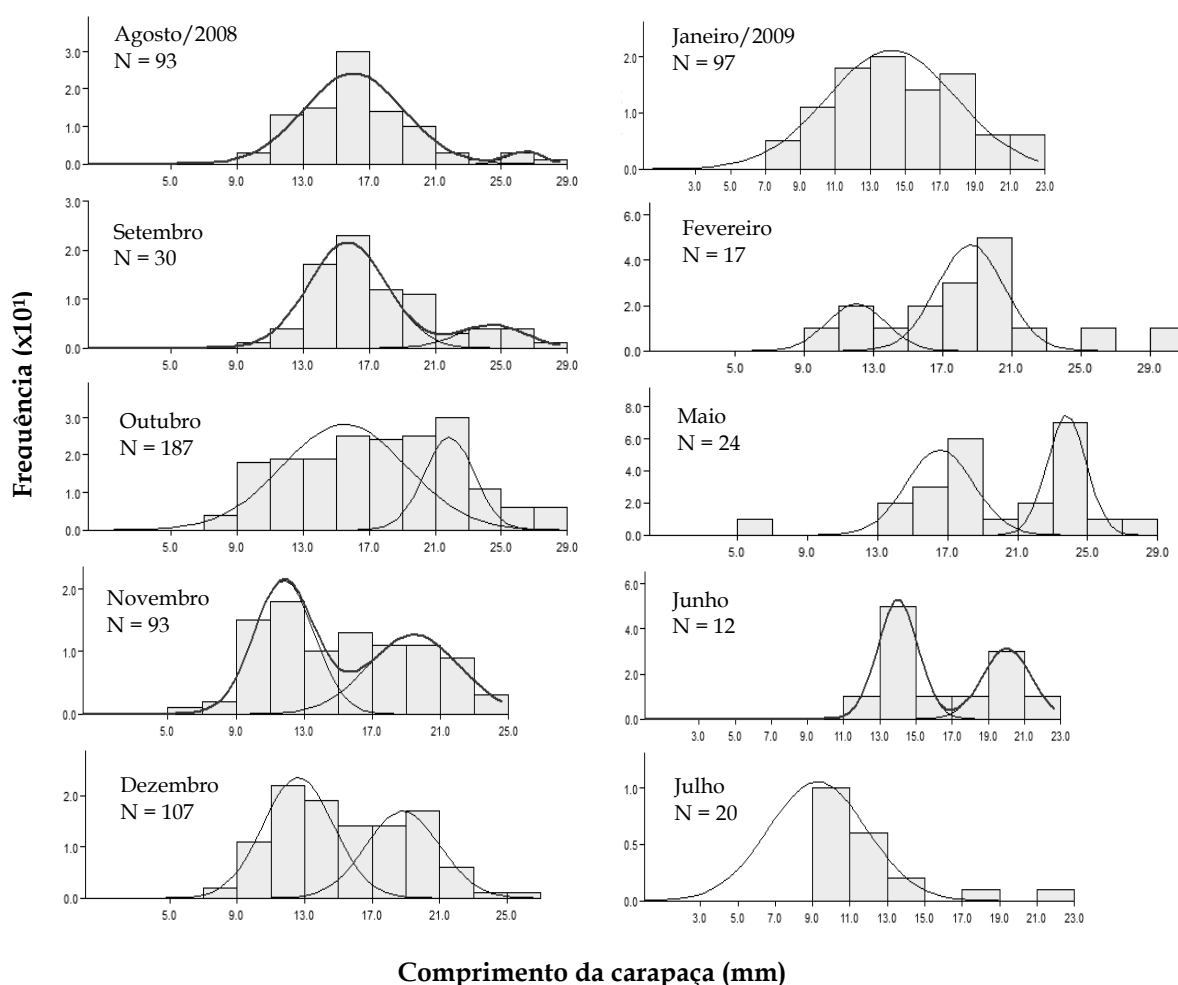
## RESULTADOS

Para o período de estudo, foram coletados 1.593 espécimes, sendo 860 fêmeas e 733 machos.

As análises de Bhattacharya demonstraram distribuição unimodal ou bimodal, onde foi observada a coexistência de, pelo menos, duas coortes anuais para fêmeas e machos (Figuras 2 e 3).



**Figura 2.** Distribuição de modas mensais do comprimento da carapaça (CC; mm) para fêmeas, obtidas pelo método de Bhattacharya, para *Macrobrachium amazonicum* capturados na região Nordeste do Pará, Brasil, no período de agosto de 2008 a julho de 2009. Ausência de captura de fêmeas em abril de 2009.



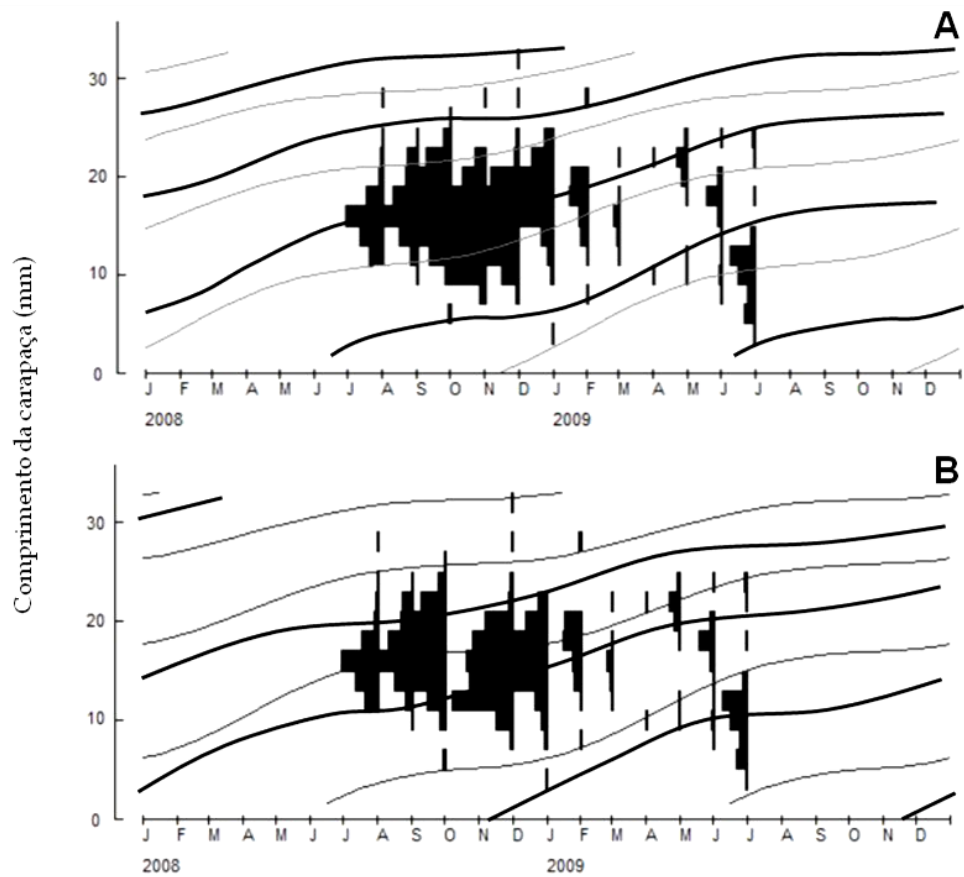
**Figura 3.** Distribuição de modas mensais para machos, obtidas pelo método de Bhattacharya, para *Macrobrachium amazonicum* capturados na região Nordeste do Pará, Brasil, no período de agosto de 2008 a julho de 2009. Ausência de captura de machos em março e abril de 2009.

Para a análise gráfica, obtidas pela rotina de ELEFAN I, foi possível verificar a presença de pelos menos duas coortes durante o ano, para cada sexo (Figura 4).

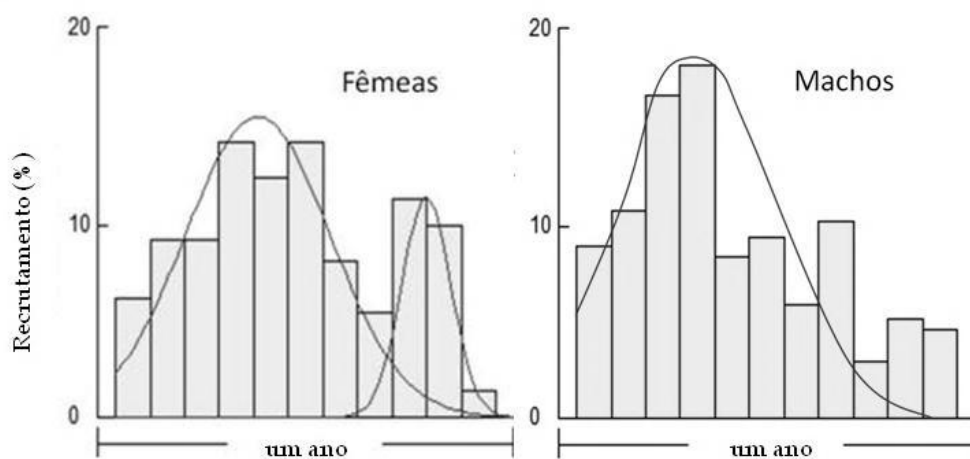
Os modelos de recrutamento anual para os sexos separados evidenciaram a introdução constante de recrutas na população. Apesar das estimativas demonstrarem um incremento anual e ininterrupto, pode-se observar que, para as fêmeas, há um pico de recrutamento em dois períodos, entre abril e julho e outro entre outubro

e novembro. Para os machos, este incremento foi mais significativo entre os meses de março a maio (Figura 5).

O comprimento máximo assintótico para o comprimento de carapaça ( $L_{\infty}$ ) foi de 52 mm e mínimo, de 40 mm, com médias de 50,4 mm e 45,26 mm para machos e fêmeas, respectivamente. A constante de crescimento (K) máxima foi de 0,4 (fêmeas) e mínima de 0,28 (machos) (Tabela 1). A performance de crescimento calculada para os sexos agrupados foi de 2,88.



**Figura 4.** Curvas de crescimento obtidas pela rotina de ELEFAN I para dados de frequências de comprimento da carapaça (mm) para fêmeas (A) e machos (B) de *Macrobrachium amazonicum* capturados na região Nordeste do Pará, Brasil, no período de agosto de 2008 a julho de 2009.



**Figura 5.** Modelo de recrutamento anual, estimado para ambos os sexos de *Macrobrachium amazonicum* capturados na região Nordeste do Pará, Brasil, no período de agosto de 2008 a julho de 2009.

**Tabela 1.** Parâmetros de crescimento ( $L_{\infty}$ , K, C e WP) estimados, utilizando diferentes métodos do pacote computacional FISAT II, por meio das frequências de comprimento de carapaça *Macrobrachium amazonicum* capturados na região Nordeste do Pará, Brasil, no período de agosto de 2008 a julho de 2009.  $L_{\infty}$  = máximo de comprimento assintótico da carapaça, K = taxa de crescimento em anos, C = taxa de variação da curva de crescimento e WP (*Winter Point*) = período de menor taxa de crescimento. (s.a. = sexos agrupados)

MÉTODO	SEXO	$L_{\infty}$ (mm)	K (ano <sup>-1</sup> )	C	WP
GULLAND e HOLT (1959)	♂	52,00	0,30	-	-
	♀	45,00	0,36	-	-
MUNRO (1982)	♂	54,00	0,28	-	-
	♀	51,00	0,29	-	-
APPELDOORN (1987)	♂	45,00	0,32	0,83	0,85
	♀	40,00	0,40	0,80	0,80
ELEFAN I (automático)	♂	50,00	0,30	0,50	0,50
	♀	39,30	0,30	0,50	0,70
ELEFAN I (manual)	♂	51,00	0,30	0,40	0,50
	♀	51,00	0,30	0,60	0,70
MÉDIA	♂	50,40	0,30	0,35	0,37
	♀	45,26	0,33	0,38	0,44
	s.a.	47,83	0,31	0,36	0,41

Para a mortalidade natural foram obtidos valores máximo de 1,49 (fêmeas) e mínimo de 0,68 (machos). A mortalidade total variou entre 3,46

(fêmeas) e 0,58 (fêmeas) (Tabela 2). Os valores positivos da mortalidade por pesca estão dispostos na Tabela 3.

**Tabela 2.** Estimativas anuais de mortalidade natural (M) e total (Z), utilizando diferentes métodos do pacote computacional FISAT II, a partir da média dos parâmetros obtidos pelo ELEFAN I, para *Macrobrachium amazonicum* capturados na região Nordeste do Pará, Brasil, no período de agosto de 2008 a julho de 2009. (s.a. = sexos agrupados).

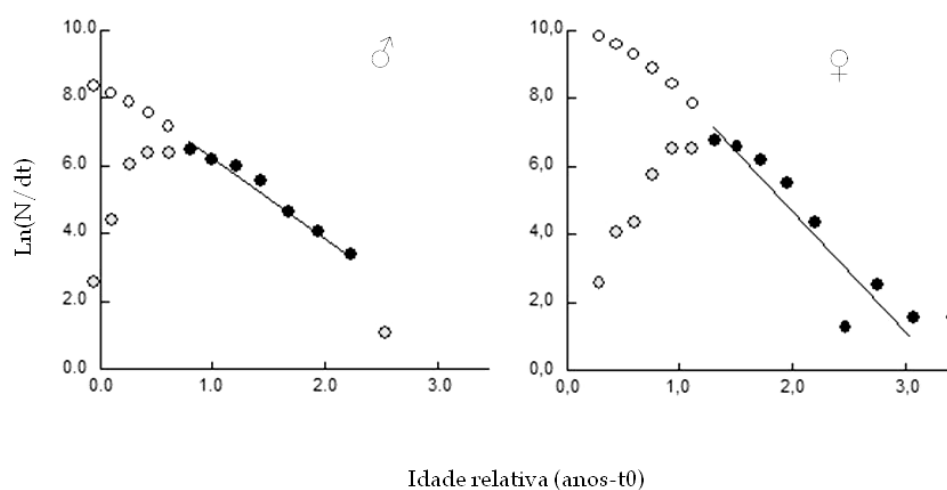
MÉTODO	SEXO	Z	M
PAULY (1981)	♂		0,69
	♀		0,68
RIKHTER e EFANOV (1976)	♂		1,45
	♀		1,49
AULT E EHRHART (1991)	♂	1,02	
	♀	0,58	
RICKER (1975) (curva de captura)	♂	3,03	
	♀	3,46	
HOENIG (1983)	♂	2,60	
	♀	2,73	
ALVERSON E CARNEY (1975)	♂	2,21	
	♀	2,22	
BEVERTON E HOLT (1956)	♂	1,03	
	♀	0,83	
MÉDIA	♂	1,98	1,07
	♀	1,97	1,09
	s.a.	1,97	0,73

**Tabela 3.** Estimativas anuais de mortalidade por pesca (F), utilizando diferentes métodos do pacote computacional FISAT II, calculados a partir da combinação dos parâmetros de mortalidade total (Z) e mortalidade natural (M), para *Macrobrachium amazonicum* capturados na região Nordeste do Pará, Brasil, no período de agosto de 2008 a julho de 2009. (s.a. = sexos agrupados)

MÉTODO	SEXO	PAULY (1981)	RICKTER e EFANOV (1976)
RICKER (1975) (curva de captura)	♂	2,340	1,574
	♀	2,780	1,963
HOENIG (1983)	♂	1,907	1,574
	♀	2,050	1,963
ALVERSON e CARNEY (1975)	♂	1,517	0,752
	♀	1,540	0,724
BEVERTON e HOLT (1956)	♂	0,336	
	♀	0,154	
MÉDIA	♂		1,429
	♀		1,596
	s.a.		1,512

Por meio da curva de captura, obteve-se que as fêmeas apresentaram  $Z = 3,46$ ,  $M = 0,68$ ,  $F = 2,78$  e  $E = 0,8$ . Para os machos foi observado  $Z = 3,03$ ,  $M = 0,69$ ,  $F = 2,34$  e  $E = 0,77$ . Por meio

do gráfico foi possível determinar a longevidade da espécie capturada no Nordeste do Pará, que foi de aproximadamente 4 anos (Figura 6).



**Figura 6.** Curva de captura convertida em comprimentos (mm) segundo RICKER (1975) para machos e fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* capturados na região Nordeste do Pará, Brasil, no período de agosto de 2008 a julho de 2009 (○ = pontos inseridos na análise; ● = pontos não utilizados na análise; N = número de indivíduos; dt = delta da idade).

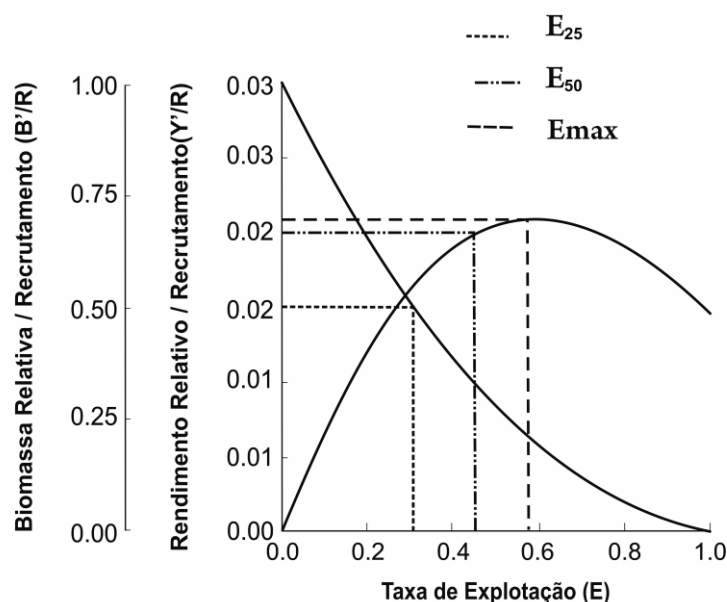
A curva de rendimento por recruta foi estimada para sexos agrupados, onde se verificou que as taxas de exploração obtidas foram:  $E_{10} = 0,454$ ,  $E_{50} = 0,31$  e  $E_{Max} = 0,586$  (Figura 7). Adicionalmente, foi calculada a taxa de

exploração por meio de combinações dos dados de mortalidade por pesca (F) e total (Z), anteriormente calculados. Desta forma, foram verificados valores máximos de 0,788 (Curva de captura x PAULY) e mínimos de 0,256 (BEVERTON e HOLT x PAULY)



(Tabela 4), sendo que a média geral das estimativas foi de  $0,574 \pm 0,206$ . Em todos os casos, os resultados sinalizam para uma evidente

sobreexploração deste estoque nos anos correntes, tendo em vista a proximidade da taxa atual de exploração com a máxima sustentável.



**Figura 6.** Curva de rendimento por recruta, de *Macrobrachium amazonicum* capturados na região Nordeste do Pará, Brasil, no período de agosto de 2008 a julho de 2009. Curva descendente a partir da origem = biomassa; curva ascendente a partir da origem = rendimento.

**Tabela 4.** Estimativas da taxa de exploração atual (E), para sexos agrupados, a partir dos parâmetros combinados de mortalidade total (Z) e mortalidade natural (M), para *Macrobrachium amazonicum* capturados na região Nordeste do Pará, Brasil, no período de agosto de 2008 a julho de 2009.

MÉTODO	PAULY (1981)	RICKTER e EFANOV (1976)
RICKER (1975)(curva de captura)	0,788	0,544
HOENIG (1983)	0,743	0,663
ALVERSON e CARNEY (1975)	0,691	0,333
BEVERTON e HOLT (1956)	0,256	-
MÉDIA (E)	E	Desvio padrão (E)
	0,574	0,206

## DISCUSSÃO

As análises de Bhattacharya, ELEFAN I e os modelos de recrutamento anual demonstraram que há um constante incremento de biomassa na população de *M. amazonicum*, o que indica uma atividade reprodutiva contínua para a espécie, fato que também foi verificado por NYLANDER-SILVA *et al.* (2007). Contudo, as fêmeas parecem promover dois recrutamentos anuais bem evidentes e os machos, apenas um, mas ambos com o primeiro recrutamento no mesmo período.

Para *Macrobrachium vollenhovenii* (HERKLOTS, 1857) foi observado um incremento de recrutas, entretanto, com dois pulsos mais relevantes durante o ano (ALHASSAN e ARMAH, 2011; ABOHWEYERE e FALAYE, 2008), bem como para *Macrobrachium macrobrachion* (HERKLOTS, 1851) (DEEKAE e ABOWEI, 2010b), indicando um possível padrão para estas espécies.

Os parâmetros de crescimento são importantes para compreender a biologia e a dinâmica populacional das espécies. Entre os

modelos já descritos, os que utilizam a equação de von Bertalanffy, parecem apresentar o melhor ajuste para crustáceos, já que não são observadas estruturas de aposição para a determinação de crescimento de forma direta neste grupo. Mesmo este método sendo desenvolvido para avaliar o crescimento de peixes, que apresentam um crescimento contínuo, diferente do limitado pela carapaça quitinosa observado em crustáceos (COELHO, 1962), as médias dos intervalos de crescimento seguem um padrão parecido com o de von Bertalanffy, tornando o método também aplicável a esta categoria de animais, como já tem sido utilizado por ALHASSAN e ARMAH (2011), ABOHWEYERE e FALAYE (2008) entre outros.

Os valores estimados de  $L_{\infty}$  neste estudo foram quase sempre maiores do que o maior indivíduo coletado (32,5 mm); os valores de K foram menores do que os encontrados por NYLANDER-SILVA *et al.* (2007), que foi de 0,66 a 0,91 e 0,7 a 1,36 ano<sup>-1</sup> para fêmeas e machos, respectivamente. Já para os sexos agrupados, este mesmo autor estimou um K com valores próximos aos obtidos no presente estudo (0,37 a 0,8 ano<sup>-1</sup>). Diferenças para os valores de K também foram verificadas quando comparadas a outras espécies de *Macrobrachium* (ENIN, 1995; ETIM e SANKARE, 1998; DEEKAE e ABOWEI, 2010a; ALHASSAN e ARMAH, 2011), exceto para *M. acanthurus* coletado no Rio Palizada (México) (0,2405 ano<sup>-1</sup>) (ROMÁN-CONTRERAS e CAMPOS-LINCE, 1993), que apresentou um padrão próximo ao obtido no presente estudo. O crescimento é similar entre os sexos até a maturidade sexual, pois a partir deste ponto, torna-se mais lento nas fêmeas, devido ao alto investimento de energia no desenvolvimento de suas gônadas (BOND e BUCKUP, 1983).

Os valores de WP obtidos correspondem à época do ano de menor crescimento da espécie, que para este estudo foi durante o segundo semestre, o que inclui o período seco local. Este crescimento mais lento neste período pode estar associado à menor disposição de alimento no ambiente, o que acontece inversamente ao período chuvoso, quando o volume de água dos rios aumenta e alaga as áreas de várzea ('campos

alagados'), que são áreas de forrageamento (ODINETZ-COLLART, 1993).

O índice de performance de crescimento ( $\Phi'$ ) é um importante parâmetro utilizado na comparação das estimativas de crescimento calculadas a partir dos parâmetros da curva de von Bertalanffy. Para este estudo, o valor obtido para os sexos agrupados foi de 2,88, sendo ligeiramente superior ao estimado a partir dos parâmetros de crescimento calculados por outros autores para este gênero em outras áreas (Tabela 5). Este índice está associado aos fatores ambientais em que a população está inserida, onde são observados maiores valores quando os indivíduos estão em local considerado propício para o seu desenvolvimento. Considerando os achados deste estudo, podemos supor que a área dos campos alagados da península Bragantina favorece o crescimento da espécie.

Para a maioria das rotinas utilizadas na estimativa da mortalidade total (Z), as fêmeas apresentaram os maiores valores. Isto pode ser explicado pelo fato de apresentarem um comprimento de primeira maturidade sexual menor do que dos machos para esta mesma área (fêmeas  $L_{50} = 12$  mm, machos  $L_{50} = 12,5$  mm, ambos para o comprimento da carapaça - dados não publicados) e por serem mais abundantes nas menores classes de comprimento, isto é, as fêmeas recrutam a pesca em tamanhos inferiores aos dos machos. Os valores de Z calculados foram em média  $1,98 \pm 1,07$  ano<sup>-1</sup> para fêmeas, e  $1,97 \pm 1,09$  ano<sup>-1</sup> para machos, que foram estimativas similares às obtidas por DEEKAE e ABOWEI (2010c) para *M. macrobrachion* (2,75 ano<sup>-1</sup>). Entretanto, foram inferiores aos encontrados por NYLANDER-SILVA *et al.*, (2007) que foi de 6,697 ano<sup>-1</sup> (machos) e 7,774 ano<sup>-1</sup>, bem como para *M. vollenhovenii* que foi estimado em 5,36 ano<sup>-1</sup> para sexos agrupados (ALHASSAN e ARMAH, 2011). A diferença encontrada nos estudos pode estar associada à constante de crescimento (K), que se apresentou variável para as populações de *Macrobrachium*. Este parâmetro é diretamente proporcional à mortalidade total, ou seja, quanto maior for o valor de K, maior será a mortalidade total deste recurso, denotando uma provável estratégia 'r' de sobrevivência.

**Tabela 5.** Índice de performance do crescimento ( $\Phi'$ ) de espécies do gênero *Macrobrachium*, calculado a partir dos parâmetros de crescimento ( $L_{\infty}$  e  $K$ ) estimados pelos autores.  $L_{\infty}$  = comprimento máximo assintótico;  $K$  = constante de crescimento ( $\text{ano}^{-1}$ );  $\Phi$  = performance de crescimento. (s.a. = sexos agrupados).

ESPÉCIE	LOCALIZAÇÃO	SEXO	$L_{\infty}$ (mm)	$K$ ( $\text{ano}^{-1}$ )	$\Phi$	AUTOR
<i>M. amazonicum</i>	Ilha do Combu (PA) - Brasil	♂	17,7	1,4	2,6	LUCENA-FRÉDOU <i>et al.</i> , 2010
		♀	14,1	0,9	2,3	
<i>M. vollenhovenii</i>	Reservatório - África	s.a.	14,2	1,0	2,3	ALHASSAN e ARMAH, 2011
<i>M. vollenhovenii</i>	Reservatório - África	s.a.	18,0	0,9	2,5	ETIM e SANKARE, 1998
<i>M. macrobrachion</i>	Riacho - Nigéria	s.a.	8,3	2,0	2,2	DEEKAE e ABOWEI, 2010a
<i>M. macrobrachion</i>	Estuário - Nigéria	s.a.	12,9	1,8	2,5	ENIN, 1995
<i>M. acanthurus</i>	México	s.a.	21,2	0,2	2,0	ROMÁN-CONTRERAS e CAMPOS-LINCE, 1993

Para a mortalidade natural ( $M$ ), foram observados valores próximos aos obtidos por LUCENA-FREDOU *et al.* (2010), para *M. amazonicum* na Ilha do Combu (PA), entre  $0,91 \text{ ano}^{-1}$  a  $1,53 \text{ ano}^{-1}$  para os sexos agrupados, bem como os observados para *M. vollenhovenii* ( $1,35 \text{ ano}^{-1}$ ) (ABOHWYERE e FALAYE, 2008). Contudo, NWOSU e WOLFI (2006) estimaram a mortalidade natural de  $2,21 \text{ ano}^{-1}$  para machos e  $2,27 \text{ ano}^{-1}$  para fêmeas de *M. vollenhovenii* e  $2,4 \text{ ano}^{-1}$  para *M. macrobrachion* (DEEKAE AND ABOWEI, 2010c). Esta estimativa abrange uma complexa interação do meio com a população (ênfatizando os fenômenos de predação), culminada em maiores ou menores proporções de mortalidade natural em diferentes estágios de crescimento, épocas do ano, mudanças climáticas e bioquímicas da água, entre outros fatores (SPARRE e VENEMA, 1992).

A mortalidade por pesca, também foi inferior aos valores estimados por LUCENA-FREDOU *et al.* (2010), que foram entre  $5,36 \text{ ano}^{-1}$  (fêmeas; ELEFAN I) a  $1,62 \text{ ano}^{-1}$  (machos, ELEFAN I). Esta diferença dos resultados pode estar relacionada ao tipo de pescaria realizada do camarão-da-Amazônia na região, que segundo FREIRE e BENTES (2008), são artesanais e desempenhadas por um número reduzido de pescadores, pois a espécie que atualmente tem despertado maior interesse dos ribeirinhos é a espécie exótica *Macrobrachium rosenbergii* (DE MAN, 1879), que está disseminada pela região e apresentou um sucesso adaptativo importante na área (SILVA-OLIVEIRA *et al.*, 2011). Entretanto, há necessidade

de um monitoramento destas capturas, tendo em vista a possibilidade da diminuição da taxa de mortalidade estar associada à escassez do recurso devido a possível competição ou predação por *M. rosenbergii*.

A taxa de exploração máxima sustentável ( $E_{\text{Max}}$ ), encontrada para a população de *M. amazonicum* no Nordeste do Pará, está dentro dos limites máximos de exploração ( $E = 0,574$ ;  $E_{\text{Max}} = 0,586$ ). Portanto, estes dados não corroboram com os observados por LUCENA-FREDOU *et al.* (2010) na ilha do Combu (PA), que apresentaram uma taxa de exploração atual acima da taxa máxima sustentável. De acordo com NYLANDER-SILVA *et al.* (2007), o registro de comprimentos inferiores em diferentes populações, podem ser indícios de sobre-exploração do recurso, o que não ocorreu para esta população, pois foi verificada a presença de espécimes em comprimentos de carapaça superior aos registrados em outros locais, como para o baixo Tocantins (PA), onde ODINETZ-COLART (1991) registrou comprimento máximo de 28 mm.

Apesar deste estudo ter apresentado amostragens de cunho experimental, ou seja, com uma representação de classes de comprimento inferiores as capturadas pelos pescadores artesanais e, provavelmente por este motivo, ter demonstrado uma taxa de exploração atual muito próxima do máximo sustentável, esta inferência apresenta grande importância para a elaboração de um plano de manejo preventivo e adequado à

comunidade local, visando a sustentabilidade ecológica, econômica e social. FREIRE e BENTES (2008), ao estudarem os aspectos sócio-ambientais das pescarias de camarões de água doce, expuseram algumas sugestões para implementação de um manejo pesqueiro na região, que associado ao presente estudo, pode ser de suma importância para o ordenamento pesqueiro regional.

Por esta região não apresentar um grande número de pescadores voltados exclusivamente para as capturas de *M. amazonicum* (FREIRE e BENTES, 2008), verifica-se a necessidade de estudos mais aprofundados acerca do impacto de *M. rosenbergii* na população de *M. amazonicum*, pois esta espécie exótica tem apresentado um sucesso adaptativo na região (SILVA-OLIVEIRA *et al.*, 2011) e, de acordo com CINTRA *et al.* (2003), a disseminação desta espécie pode causar um impacto ambiental, por dividir o mesmo espaço e alimentação com as espécies regionais, pois é uma espécie carnívora e altamente voraz. Entretanto, ainda não há trabalhos científicos que avaliem os prejuízos à população de camarões nativos pela inserção de *M. rosenbergii* nesta área do estuário amazônico.

## CONCLUSÕES

Diante do exposto, recomenda-se que haja uma avaliação dos tamanhos capturados por todas as artes de pesca utilizadas nas pescarias deste recurso, para que possa ser normatizado o tamanho da abertura destas armadilhas, uma vez que esta espécie já demonstra indícios de baixa renovação de biomassa, mesmo apresentando recrutamento e reprodução contínua. Adicionalmente, devem ser realizadas coletas estatísticas acerca do volume de capturas, a fim de serem realizadas avaliações constantes sobre este estoque pesqueiro, para que as capturas não ultrapassem o máximo rendimento sustentável, favorecendo a constante renovação deste estoque.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Pará, *Campus* de Bragança, pela concessão da logística utilizada para o processamento de dados. Aos pescadores artesanais, que contribuíram nas amostragens

biológicas, ao Grupo PET-Pesca/UFGA e GPECA, pelas triagens em laboratório, e ao acadêmico Vando Gomes, pela elaboração do mapa.

## REFERÊNCIAS

- ABOHWEYERE, P.O e FALAYE, E.A. 2008 Population parameters *Macrobrachium vollenhovenii* in the lagoon - Likki Lagoon system, Nigeria. *Journal of Fisheries International*, 3(1): 27-33.
- ALHASSAN, E.H. e ARMAH, A.K. 2011 Population dynamics of the African river prawn, *Macrobrachium vollenhovenii*, in Dawhenya impoundment. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Turkish, 11: 115-121.
- ALVERSON, D.L. e CARNEY, M.J. 1975 A graphic review of the growth and decay of population cohorts. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 36: 133-143.
- APPELDOORN, R. 1987 Modification of a seasonally oscillating growth function for use with mark-recapture data. *Journal Conservation CIEM*, 43: 194-198.
- AULT, J.S. e EHRHARDT, N.M. 1991 Correlation to the Beverton and Holt Z-estimator for truncated catch length-frequency distributions. *ICLARM Fishbyte*, 9(1): 37-39.
- BENTES, B.; MARTINELLI, J.M.; SOUZA, L.S.; CAVALCANTE, D.V.; ALMEIDA, M.C.; ISAAC, V.J. 2011 Spatial distribution of the Amazon River Shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, Pará). *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, 71(4): 925-935.
- BEVERTON, R.J.H. e HOLT, S.J. 1956 A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. *International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries*, 140: 67 -83.
- BERTALANFFY, L.V. 1934 Untersuchungen über die Gesetzmäßigkeiten des Wachstums. 1. Allgemeine Grundlanger der Theorie. Roux' Archive Entwicklungs-mechanism Organizer, 131: 613-653.

- BHATTACHARYA, C.G. 1967 A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, 23: 115-35.
- BOND, G. and BUCKUP, L. 1983 O cultivo de *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896) e *Macrobrachium potiuna* (Müller, 1880) em laboratório (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Biologia*, São Carlos, 43(2): 177-190.
- CINTRA, I.H.A.; SILVA, K.C.A.; MUNIZ, A.P.M. 2003 Ocorrência de *Macrobrachium rosenbergii* (De man, 1879) em áreas estuarinas do Estado do Pará (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Boletim Técnico Científico do CEPNOR*, Belém, 3: 219-227.
- COELHO, P.A. 1962 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*, 13: 75-81.
- DEEKAE, S.N. e ABOWEI, J.F.N. 2010a Some growth parameters of *Macrobrachium macrobrachion* (Herklots, 1851) from Luubara Creek in Ogoni Land, Niger Delta, Nigeria. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 2(6): 558-567.
- DEEKAE, S.N. e ABOWEI, J.F.N. 2010b The recruitment pattern of *Macrobrachium macrobrachion* (Herklots, 1851) from Luubara Creek, Ogoni Land, Niger Delta, Nigeria. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 2(6):568-573.
- DEEKAE, S.N. e ABOWEI, J.F.N. 2010c The mortality, exploitation rate and longevity of *Macrobrachium macrobrachion* (Herklots, 1851) in Luubara Creek, Ogoni Land, Niger Delta, Nigeria. *Current Research Journal of Biological Sciences*, 2(5): 323-327.
- ENIN, U.I. 1995 First estimates of growth, mortality and recruitment parameters of *Macrobrachium macrobrachion* (Herklots, 1851) in the Cross River Estuary, Nigeria. *Dana*, 2(1): 29-38.
- ETIM, L. e SANKARE, Y. 1998 Growth and mortality, recruitment and yield of the freshwater shrimp, *Macrobrachium vollenhovenii* Herklots, 1857 (Crustacea, Palaemonidae) in Fahe Reservoir, Cote d' Ivoire, West Africa. *Fisheries Research*, St. John's, 38: 211-223.
- FLEXA, C.E.; SILVA, K.C. de A.; ARNAUD, J. da S.; CINTRA, I.H.A.; PORTO, V.M. dos S. 2005 Morfometria do camarão cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) no município de Cametá/Pará. *Boletim Técnico Científico do Cepnor*, Belém, 5(1): 41-54.
- FREIRE, J.L. e BENTES, B.S. 2008 Aspectos sócio-ambientais das pescarias de camarões dulciolais (*Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862 e *Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879) (Decapoda, Palaemonidae) no Nordeste do Pará - Pará - Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, São Luiz, 21: 51-62.
- GAYANILO JR., F.C.; SPARRE, P.; PAULY, D. 1997 *The FAO-ICLARM Stock assessment tools (FISAT). User's guide*. FAO Computerized Information Series (Fisheries) N. 8, Rome. FAO, 124p.
- GULLAND, J.A. e HOLT, S.J. 1959 Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. *Journal conservation CIEM*, 25(1): 47-49.
- HOENIG, J. M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin*, 82: 898-903.
- HOLTHUIS, L.B. 1952 *A general revision of the Palaemonidae (Crustacea Decapoda Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemoninae*. Occasional Paper 12. Allan Hancock Foundations Publications. 396p.
- LUCENA-FREDOU, F.; ROSA-FILHO, J.S.; NYLANDER-SILVA, M.C.N.; AZEVEDO, E. 2010 Population dynamics the river prawns *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) on Combú island (Amazon estuary). *Crustaceana*, Leiden, 83: 277-290.
- MELO, A.G. 2003 *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil*. São Paulo, Edições Loyola/Museu de Zoologia, USP. 430p.
- MOURÃO, K.R.M.; PINHEIRO, L.A.; LUCENA, F. 2007 Organização social e aspectos técnicos da atividade pesqueira. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, Belém, 20: 39-52.
- MUNRO, J.L. 1982 Estimation of the parameters of the von Bertalanffy growth equation from

- recapture data at variable time intervals. *Journal Conservation CIEM*, 40: 199-200.
- MUNRO, J.L. AND PAULY, D. 1983. A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, 1: 5-6.
- NWOSU, F.M. e WOLFI, M. 2006 Population dynamics of the giant African river prawn, *Macrobrachium vollehoveii* Herklots, 1857 (Crustacea, Palaemonidae) in the Cross river estuary, Nigeria. *West Africa Journal of Applied Ecology*, Nigeria, 9(1): 1-14.
- NYLANDER-SILVA, M.C.; FRÉDOU, F. L.; ROSA FILHO, J. 2007 Estudo do crescimento do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) da ilha de Combú, Belém, estado do Pará. *Amazônia: Ciência e Desenvolvimento*, Belém, 2(4): 85-104.
- ODINETZ-COLLART, O. 1987 La pêche crevettière de *Macrobrachium amazonicum* (Palaemonidae) dans Le Bas-Tocantins, après La fermeture du barrage de Tucuruí (Brésil). *Revista Hydrobiologia Tropical*, 20(2): 134-144.
- ODINETZ-COLLART, O. 1988 Aspectos ecológicos do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) no baixo Tocantins (PA-Brasil). *Memoria de La Sociedad de Ciencias Naturales*, Venezuela, 48: 341-353.
- ODINETZ-COLLANT, O. 1991 Strategie de reproduction de *Macrobrachium amazonicum* em Amazonie Centrale (Decapoda, Caridae, Palaemonidae). *Crustaceana*, Leiden, 61(3): 253-270.
- ODINETZ-COLLART, O. 1993 Ecologia e potencial pesqueiro do camarão-canela, *Macrobrachium amazonicum*, na Bacia Amazônica. *Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia, Manaus*, 2(1): 146-166.
- ODINETZ-COLLART, O. e MOREIRA, L.C. 1993 Potencial pesqueiro de *Macrobrachium amazonicum* na Amazônia Central (Ilha do Careiro): variação da abundância e do comprimento. *Amazoniana*, Belém, 12(3/4): 399-413.
- PAULY, D. 1979 Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of von Bertalanffy's growth formula. *Berichte des Instituts fur Meereskunde der Univerity of Kiel*, 63: 1-156.
- PAULY, D. 1981 The relationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal conservation CIEM*, 39(3): 175-92.
- PAULY, D. 1984 Length-converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics (Part II). *ICLARM Fishbyte*, 2(1): 17-19.
- PAULY, D. e DAVID, N. 1981. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforschung*, Alemanha, 28 (4): 205-211.
- PILEGGI, L.G. e MANTELATTO, F.L. 2010 Molecular phylogeny of the freshwater prawn genus *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae) with emphasis on the relationships among American species. *Invertebrate Systematics*, Australia, 24(2): 194-208.
- RICKER, W.E. 1975 Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin Fishery Research Board Canvass*, 191: 382p.
- RIKHTER, V.A. e EFANOV, V.N. 1976 On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. *International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries*, 79/VI/8. 12p.
- ROMÁN-CONTRERAS, R. e CAMPOS-LINCE, L.S. 1993 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, 1: 1-14.
- SHORT, J.W. 2004 A revision of Australian river prawns, *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). *Hydrobiologia*, Belgica, 525: 1-100.
- SILVA, K.C.A.; SOUZA, R.A.L.; CINTRA, I.H.A. 2002 Camarão-cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller,1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no município de Vigia-Pará-Brasil. *Boletim Técnico Científico do CEPNOR*, Belém, 2(1): 41-73.
- SILVA-OLIVEIRA, G. C.; READY, J. S.; IKETANI, G.; BASTOS, S.; GOMES, G.; SAMPAIO, I.; MACIEL, C. 2011 The invasive status of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) in Northern Brazil, with an estimation of areas at risk globally. *Aquatic Invasions*, San Diego, 6(3): 1-10.

- SIOLI, H. 1984 The Amazon and its main affluents: hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: SIOLI, H. *The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht. 763p.
- SPARRE, P. e VENEMA, S.C. 1992 *Introduction to tropical fish stock assessment*. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper 306, Review 1, FAO, Rome. 376p.
- VIEIRA, I.M. e ARAÚJO-NETO, M.D. 2006 Aspectos da socioeconomia dos pescadores de camarão da ilha do Pará (PA) e Arquipélago do Bailique (AP). *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, São Luiz, 19: 85-95.