

# Distribuição da densidade larval do caranguejo *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) (Decapoda: Porcellanidae) no estuário de Curuçá, Amazônia brasileira

Evelyn Rafaelle de Oliveira Souza<sup>1</sup>, Fernando Araújo Abrunhosa<sup>2</sup>, Jussara Moretto Martinelli-Lemos<sup>3</sup>

1. Engenheira de Pesca (Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil). Mestre em Ecologia Aquática e Pesca (Universidade Federal do Pará, Brasil)

[evelynrafaelle@yahoo.com.br](mailto:evelynrafaelle@yahoo.com.br)

<http://lattes.cnpq.br/5468083594643117>

<http://orcid.org/0000-0002-1292-4943>

2. Engenheiro de Pesca (Universidade Federal do Ceará, Brasil). Doutor em Engenharia Biológica/Aquicultura (Universidade de Ciências de Tóquio, Japão). Professor da Universidade Federal do Pará, Brasil.

[faraujo@ufpa.br](mailto:faraujo@ufpa.br)

<http://lattes.cnpq.br/9557937645632227>

<http://orcid.org/0000-0003-2693-2175>

3. Bióloga (Universidade de São Paulo, Brasil). Doutora em Ciências Biológicas (Universidade Federal do Pará, Brasil). Professora da Universidade Federal do Pará, Brasil.

[jussara@ufpa.br](mailto:jussara@ufpa.br)

<http://lattes.cnpq.br/5264841936875017>

<http://orcid.org/0000-0001-9646-4763>

## RESUMO

Esta pesquisa objetivou estimar a densidade das larvas de *P. armatus* no estuário do Rio Curuçá, Pará, estuário amazônico, e por meio da correlação entre a densidade larval e os fatores ambientais, verificar quais variáveis influenciam, significativamente, a abundância deste grupo no mesozoplâncton. Coletas de plâncton (rede 200 µm) foram realizadas em oito locais, no estuário do Rio Curuçá e Furo Muriá, em setembro e novembro de 2003 (período menos chuvoso), março e maio de 2004 (período chuvoso). Dados abióticos de temperatura, salinidade, condutividade, pH, oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio foram registrados para cada local. O OD foi o único que não diferiu, significativamente, entre os meses. Os demais fatores abióticos apresentaram maiores valores no período de menor pluviosidade. Foram coletadas 339 zoea I /100m<sup>3</sup> e 19,07 zoea II /100m<sup>3</sup> de *P. armatus*. As zoés foram mais abundantes no período menos chuvoso. Não houve diferença significativa para a mediana das densidades entre os locais ou meses. As larvas zoea I correlacionaram-se positivamente com os fatores abióticos, exceto OD. As zoea II correlacionaram-se positivamente com DBO e pH. A distribuição larval no estuário do Rio Curuçá foi influenciada principalmente pela variação da temperatura, DBO, condutividade, pH e salinidade para ambos os períodos chuvoso e menos chuvoso. Fato inédito é a zoea I correlacionar-se significativamente com a salinidade e a zoea II não, indicando que a zoea II é apta às flutuações da salinidade no estuário, sugerindo retenção larval.

**Palavras-chave:** Anomura, Crustacea, litoral amazônico, zooplâncton, estuário.

## Distribution of the larval density of the crab *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) (Decapoda: Porcellanidae) in the Curuçá estuary, Brazilian Amazonia

## ABSTRACT

The aim of this research was to estimate the density of *P. armatus* larvae in the Curuçá River estuary, Pará, an Amazon estuary, and check which variables significantly affect the abundance of this group in the mesozooplankton by using the correlation between larval density and environmental factors. Plankton samplings (200 µm-mesh net) were conducted at eight sites in the Curuçá River and Muriá Stream estuary, from September to November 2003 (period with lower rainfall), and from March to May 2004 (period with higher rainfall). Abiotic data of temperature, salinity, conductivity, pH, dissolved oxygen (DO), and biochemical oxygen demand (BOD) were recorded at each site. DO was the only factor that did not significantly differ between months. The other abiotic factors had higher values in the period with lower rainfall. A total of 339 *P. armatus* zoea I /100m<sup>3</sup> and 19.07 zoea II /100m<sup>3</sup> were collected. Zoea were more abundant in the period with lower rainfall. There was no significant difference in median densities between sites and months. Zoea I larvae were positively correlated with abiotic factors, except for DO. Zoea II were positively correlated with BOD and pH. Larval distribution in the Curuçá River estuary was primarily affected by variation in temperature, BOD, conductivity, pH, and salinity in both periods; with higher and lower rainfall. The unprecedented fact is that zoea I was significantly correlated with salinity and zoea II was not, thus indicating that zoea II is adapted to salinity fluctuations in the estuary, suggesting larval retention.

**Keywords:** Anomura; Crustacea; Amazonian coast; zooplankton; estuary.

## Introdução

Os estuários localizados na região amazônica sofrem influência da descarga de um elevado volume de água doce proveniente de rios, drenagem continental e da ação do regime de macromarés, favorecem a penetração de água do mar para o interior do sistema, contribuindo para a elevada variação de salinidade e renovação das águas intersticiais, fatores estes que contribuem para a alta produtividade estuarina (ELLIOTT; MCLUSKY, 2002; COSTA et al., 2008).

Os fatores ambientais agem direta ou indiretamente sobre os seres vivos, principalmente, durante sua fase de desenvolvimento (FLOETER et al., 2001; FERREIRA et al., 2004), sendo a salinidade considerada o principal fator ecológico nas zonas estuarinas, apresentando altas variações (ANGER, 2003). Larvas de crustáceos decápodos apresentam diferentes formas de dispersão larval: retenção (SCHWAMBORN et al., 2001; SMITH; DIELE, 2008) ou exportação larval (DIELE; SMITH, 2006; SPIVAK; CUESTA, 2009). Na região norte do Brasil, diversas espécies planctônicas sofrem influências sazonais devido ao regime de marés, responsável pelo influxo de água marinha nos estuários, introduzindo espécies marinhas durante a enchente e exportando organismos estuarinos para os ambientes costeiros adjacentes durante a maré vazante (COSTA et al., 2008).

Decapoda podem apresentar diferentes estádios de zoea, dependendo da espécie, enquanto algumas apresentam seis estágios larvais (RODRIGUES; HEBLING, 1989) outras apresentam apenas dois, a exemplo de *Petrolisthes armatus* (GORE, 1970). A salinidade também pode influenciar na duração do desenvolvimento larval, sendo prolongado de acordo com a pressão sofrida no ambiente relacionada à baixa salinidade, já a temperatura pode influenciar no tamanho da larva (McCORMICK; MOLONY, 1995; LUPPI et al., 2003; GIMÉNEZ, 2003; GIMÉNEZ; ANGER, 2003).

Estágios larvais de Decapoda possuem como padrão a característica de migrar para ambientes marinhos retornando ao estuário nos estágios larvais posteriores, outras espécies completam todo o ciclo larval dentro do estuário (DRAKE et al., 1998), sendo que impactos antrópicos nas áreas costeiras e estuarinas podem modificar o recrutamento larval reduzindo a densidade de indivíduos (SILVA et al., 2004).

A salinidade foi o fator abiótico que explicou a abundância larval de *P. armatus*, presente no estuário de Marapanim (Pará, Brasil) ocorrendo todos os estágios larvais da espécie, tendo os autores sugerido a hipótese de retenção larval nesse estuário (OLIVEIRA et al., 2013). Carvalho et al. (2013) verificaram a abundância larval em função das variáveis sazonalidade, ciclo de marés, ciclo lunar, fotoperíodo, temperatura e sazonalidade, tam-

bém encontrando maior abundância larval no período menos chuvoso, quando a salinidade era mais alta.

Informações referentes a larvas de *P. armatus* em estuários amazônicos foram dadas por Barros e Pimentel (2001), que realizaram o primeiro registro; Lima et al. (2005) descreveram os estômagos de larvas e pós-larvas, e Oliveira et al. (2013) verificaram as variações na abundância de larvas e adultos.

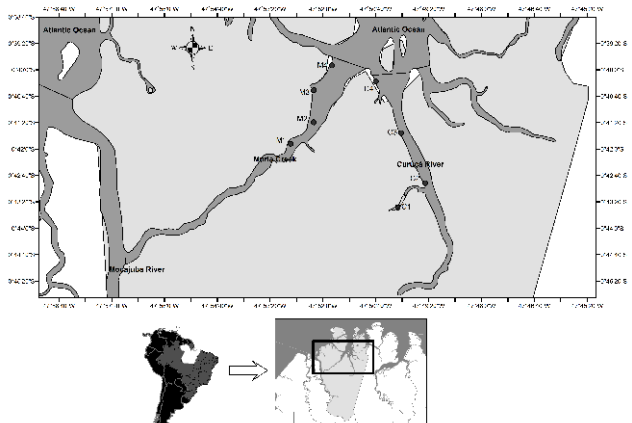
O presente trabalho teve como objetivo estimar a densidade das larvas de *P. armatus* no estuário do Rio Curuçá, Pará, estuário amazônico, e por meio da correlação entre a densidade larval e os fatores ambientais, verificar as variáveis que influenciaram significativamente na abundância deste grupo no mesozooplâncton em períodos de menor e maior pluviosidade.

## Material e Métodos

O estuário do Rio Curuçá, nordeste do Estado do Pará, integra a micro-região denominada "Salgado Paraense", por ser fortemente influenciada pela salinidade, é parte integrante de uma Unidade de Conservação, a Resex "Mãe Grande de Curuçá" criada em dezembro de 2002 que abrange uma área aproximada de 36.678,24 hectares, distante 150 km da capital Belém (ICMBIO, 2014). Tem em seus arredores o Oceano Atlântico e os municípios de Terra Alta, Marapanim e São Caetano de Odivelas nas porções norte, sul, leste e oeste respectivamente (PEREIRA et al., 2007).

A região apresenta clima equatorial Amazônico com altas temperaturas (27°C em média e precipitação média anual de 2.526 mm), pequena amplitude térmica, precipitações abundantes, dividindo-se sazonalmente em duas diferentes estações: chuvosa, de janeiro a junho, e menos chuvosa, de julho a dezembro (IDESP, 2015; Pereira et al., 2007).

Coletas de larvas de crustáceos Decapoda foram realizadas em oito locais, sendo quatro no estuário do Rio Curuçá (C1: 0°44'08"S e 47°50'57"W; C2: 0°42'40"S e 47°49'30"W; C3: 0°40'33"S e 47°50'41" W e C4: 0°40'24"S e 47°50'52"W) e quatro no Furo Muriá (M1: 0°42'19"S e 47°53' 29"W; M2: 0°41'40"S e 47°52'35"W; M3: 0°40'50"S e 47°52'22"W; e M4: 0°39'59"S e 47°51'57"W), em setembro e novembro de 2003 representando o período de menor pluviosidade, e março e maio de 2004 representando o período de maior pluviosidade, sendo obtidas 32 amostras no Furo Muriá (4 meses x 4 pontos de coleta x 2 arrastos) e 32 no Rio Curuçá (4 meses x 4 locais de coleta x 2 arrastos), totalizando 64 amostras (Figura 1).



**Figura 1.** Área de estudo localizado no estuário do Rio Curuçá (latitudes 0°39' e 0°44' S; longitudes 47°48' e 47°53' W), indicando os locais de coleta. / **Figure 1.** Study area located in the Curuçá River estuary (lat. 0°39' and 0°44' S; long. 47°48' and 47°53' W), indicating the collection sites.

As amostras foram coletadas durante o dia na maré vazante com rede de plâncton cônica de 200µm de malha e 0,60 m de abertura, através de arrastos horizontais subsuperficiais durante três minutos, com fluxômetro (*Hidrobyos*) acoplado na abertura da rede para a medição do volume de água filtrada. As amostras foram acondicionadas em frascos de 500mL, fixadas em solução de formaldeído a 4%, neutralizado com tetraborato de sódio.

Dados abióticos de temperatura, salinidade, condutividade, pH, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio foram registrados para cada local com um analisador multiparâmetro (YSI 5560, Yellow Springs - Ohio), no início e final de cada arrasto a 0,5 metro da superfície.

Em laboratório, foram retiradas alíquotas de volume pré-determinado utilizando um subamostrador do tipo Folsom, para os volumes de 62,5 mL e 31,25 mL. Cada subamostra foi levada ao estereomicroscópio e analisada quali-quantitativamente. As larvas de Porcellanidae foram triadas e identificadas segundo Boschi (1981) apresentando como principais características morfológicas a presença de espinho rostral alongado até quatro vezes o comprimento da carapaça e espinhos posteriores iguais ao comprimento da carapaça. Os estágios de desenvolvimento foram determinados como zoea I e zoea II de acordo com Gore (1970) sob microscópio estereoscópico binocular, sendo em seguida, medidas em comprimento total (CT), comprimento do espinho rostral (CER) e comprimento dos espinhos posteriores da carapaça (CEP), seguindo o proposto por Hernández et al. (1998; 2000; 2003).

Para testar a hipótese das diferenças significativas dos fatores abióticos nos diferentes locais de coleta e períodos do ano foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, pois os dados dos fatores abióticos não apresentaram normalidade, mesmo após passar por transformações. A diferença na média da densidade larval entre locais e períodos foi testada com análise de variância unifatorial e a correlação entre a densidade larval e os fatores abióticos foi testada por correlação de Spearman. Foi testado se há variação sazonal e local no tamanho das larvas. As análises foram realizadas com a utilização do Programa Statistica 7.0<sup>®</sup> considerando  $\alpha$  de 0,05.

## Resultados

De acordo com a Agência Nacional de Águas, (2015) o índice pluviométrico da região foi de 10,7 mm em setembro de 2003, zero em novembro de 2003 (menor pluviosidade), 502,9 mm em março de 2004 e 148,7 mm em maio de 2004 (meses com maior pluviosidade).

A temperatura da água variou de 27 °C (mínima) a 37 °C (máxima), no período de menor pluviosidade e 25 °C (mínima) a 28 °C (máxima) no período de maior pluviosidade (Tabela 1).

A DBO apresentou valor mínimo de 3 mg/L e máximo de 4,85 mg/L no período de maior pluviosidade, mínimo de 2,15 mg/L e máximo de 4,05 mg/L no período de menor pluviosidade.

O oxigênio dissolvido apresentou valores mínimos e máximos de 5mg/L a 6,33 mg/L, e de 5,18 5mg/L a 6,55 5mg/L nos períodos de menor e maior pluviosidade, respectivamente.

A condutividade mínima foi de 27,1 µS/cm a 66,8 µS/cm (período de menor pluviosidade) e 10,84 µS/cm a 22,9 µS/cm (período de maior pluviosidade).

O pH variou de 7,22 a 8,12 (período de menor pluviosidade) e 6,87 a 7,66 (período de maior pluviosidade), com menores valores no período de maior pluviosidade valores mais altos no período menor pluviosidade (Tabela 1).

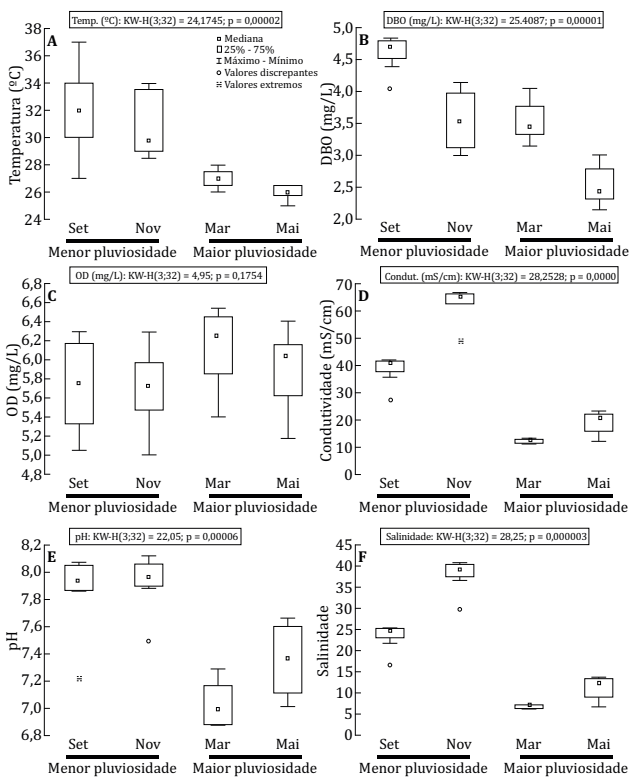
A salinidade apresentou mínima de 16,55 a 40,8 no período de menor pluviosidade e 6,1 a 13,8 no período de maior pluviosidade (Tabela 1).

**Tabela 1.** Variáveis ambientais no estuário de Curuçá e Furo Muriá, região equatorial brasileira em setembro e novembro de 2003, março e maio de 2004. Min. = Mínimo; Máx. = Máximo; DP = Desvio Padrão; Med. = Mediana; Perc. = Percentil; pH = Potencial Hidrogeniônico; OD = Oxigênio Dissolvido; DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio. / **Table 1.** Environmental variables in the Curuçá and Furo Muriá estuaries, Brazilian equatorial region in September and November 2003, March and May 2004. Min = Min. Max = Max; SD = Standard Deviation; Med. = Median; Perc. = Percentile; PH = Hydrogenionic Potential; OD = Dissolved Oxygen; BOD = Biochemical Oxygen Demand.

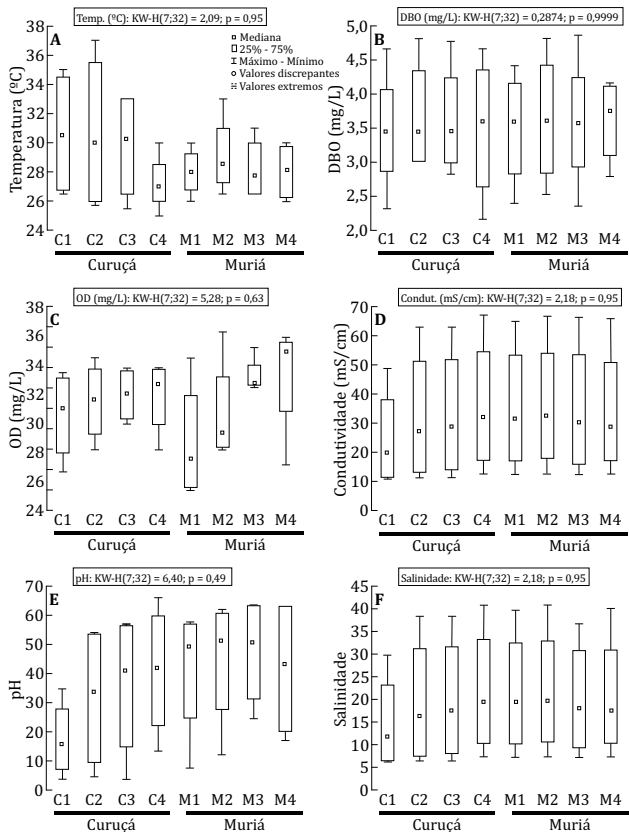
Variáveis ambientais	Período	Média ± DP	Mín. - Máx.	Med.	Perc. 25% - 75%
Temperatura (°C)	< pluviosidade	31,44 ± 2,76	27 - 37	29	30,5 - 33,5
	> pluviosidade	26,5 ± 0,77	25 - 28	26	26,5 - 27
DBO (mg/L)	< pluviosidade	4,08 ± 0,66	3 - 4,85	4	4,1 - 4,7
	> pluviosidade	3,03 ± 0,6	2,15 - 4,05	2	3,08 - 3,45
OD (mg/L)	< pluviosidade	5,72 ± 0,43	5 - 6,3	5	5,73 - 6,1
	> pluviosidade	6,02 ± 0,41	5,18 - 6,55	6	6,11 - 6,35
Condutividade (µS/cm)	< pluviosidade	50,73 ± 13,74	27,1 - 66,8	41	45,1 - 65,2
	> pluviosidade	15,41 ± 4,45	10,84 - 22,9	12	12,7 - 20,3
pH	< pluviosidade	7,9 ± 0,23	7,22 - 8,12	8	7,95 - 8,06
	> pluviosidade	7,19 ± 0,27	6,87 - 7,66	7	7,11 - 7,37
Salinidade	< pluviosidade	30,76 ± 8,17	16,55 - 40,8	25	27,55 - 39
	> pluviosidade	9,08 ± 2,91	6,1 - 13,8	7	7,3 - 12,35

As medianas dos fatores abióticos diferiram significativamente entre períodos, com exceção dos oxigênio dissolvido (Figura 2: A - F), porém não houve diferença significativa na mediana de qualquer fator abiótico entre os locais (Figura 3: A - F).

A temperatura, DBO, condutividade, pH e a salinidade apresentaram valores maiores no período de menor pluviosidade (setembro e novembro) (Figura 2: A, B, D, E, F).



**Figura 2.** A-F Mediana e quartis dos fatores abióticos entre períodos chuvoso e menos chuvoso no estuário de Curuçá e no Furo Muriá (PA). / **Figure 2.** A-F Median and quartiles of the abiotic factors between rainy and less rainy periods in the Curuçá estuary and the Muriá hole (PA).

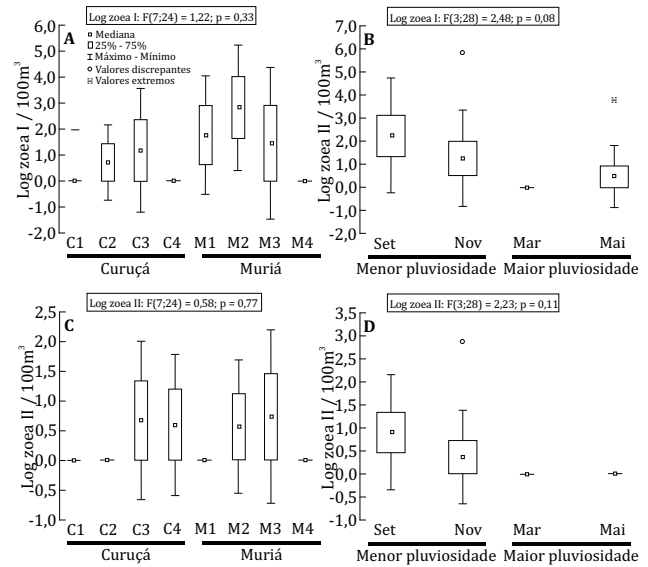


**Figura 3.** A-F Mediana e quartis dos fatores abióticos em oito locais do estuário amazônico, (Rio Curuçá: C1, C2, C3, C4 e Furo Muriá: M1, M2, M3, M4), Pará, Brasil. / **Figure 3.** A-F Median and quartiles of the abiotic factors in eight sites of the Amazonian estuary, (Curuçá River: C1, C2, C3, C4 and Muriá Furo: M1, M2, M3, M4), Pará, Brazil.

Foram identificadas 123 larvas de *P. armatus*, sendo 117 zoea I (95,12%; 339,43 larvas/100m<sup>3</sup>) e 06 zoea II (4,88%; 19,07 larvas/100m<sup>3</sup>), não sendo encontradas megalopas no plâncton.

As zoés foram mais abundantes no período de menor pluviosidade com uma densidade de 189,19 larvas/100m<sup>3</sup> para zoea I e 12,45 larvas/100m<sup>3</sup> para zoea II em setembro (Figura 4: B e D), sendo que em março elas não ocorreram e em maio somente a

zoea II não ocorreu. Não houve diferença significativa para a mediana das densidades entre os locais ou meses (Figura 4: A-D).



**Figura 4.** A-D. Densidade larval de zoea I e II nos locais (A e C) e meses (B e D) no estuário do Rio Curuçá e Furo Muriá (PA), estuário amazônico brasileiro. / **Figure 4.** A-D. Larval density of zoea I and II at sites (A and C) and months (B and D) in the Curuçá River estuary and Muriá Furo (PA), Brazilian Amazonian estuary.

Larvas de *P. armatus* em fase de zoea I correlacionaram-se positivamente com a temperatura, DBO, condutividade, pH e salinidade, não sendo significativa para o OD. Porém, na fase de zoea II correlacionaram-se positivamente com a DBO e com o pH, não sendo significativa para os demais fatores (Tabela 2). As medidas das larvas apresentaram diferenças significativas entre estágios larvais (Tabela 3).

**Tabela 2.** Correlação de Spearman entre a densidade larval de *P. armatus* e os fatores abióticos no estuário de Curuçá e Furo Muriá, região equatorial brasileira. \* = diferença significativa. / **Table 2.** Spearman correlation between larval density of *P. armatus* and abiotic factors in the Curuçá and Muriá Furo estuaries, Brazilian equatorial region. \* = significant difference.

Variáveis	<i>P. armatus</i> (zoea I)/100m <sup>3</sup>		<i>P. armatus</i> (zoea II)/100m <sup>3</sup>		p-valor	
	R Spearman	T(n-2)	R Spearman	T(n-2)		
Temperatura (°C)	0,34	1,99	0,05*	0,21	1,16	0,25
DBO (mg/L)	0,39	2,38	0,02*	0,39	2,29	0,03*
OD (mg/L)	-0,24	-1,38	0,18	-0,08	-0,45	0,66
Condutividade (mS/cm)	0,44	2,70	0,01*	0,32	1,87	0,07
pH	0,47	2,89	0,01*	0,35	2,05	0,05*
Salinidade	0,41	2,47	0,02*	0,28	1,59	0,12

**Tabela 3.** Estatística descritiva do comprimento total do corpo (CC), do comprimento do espinho rostral (CER) e do comprimento do espinho posterior da carapaça (CEP) dos estágios de zoea I e zoea II de *P. armatus*, medidos em posição lateral. / **Table 3.** Descriptive statistics of total length (CC), rostral spine length (CER) and posterior spine length (CEP) for zoea I and II of *P. armatus* in lateral vision.

Variáveis (mm)	Mínimo	Máximo	Zoea I	Mínimo	Máximo	Zoea II
	Zoea I	Zoea I	Média±DP	Zoea II	Zoea II	Média±DP
CC	1,59	10,69	6,85 ± 1,71	6,68	12,91	10,27 ± 1,95
CER	0	7,35	4,36 ± 1,45	3,66	8,84	6,63 ± 1,82
CEP	0	2,03	1,14 ± 0,37	0,39	2,32	1,53 ± 0,63

## Discussão

A classificação dos regimes de marés na região de estuários do Nordeste paraense é do tipo macromaré semi-diurna, que induz a formação das correntes de marés e exerce um importante papel na circulação (SOUZA FILHO; PARADELLA, 2002; SOUZA FILHO; PARADELLA, 2003). A influência de uma macromaré semidiurna permite a invasão das águas costeiras controladas pelo afluxo do rio, que juntamente com a precipitação, influenciam diretamente na variação dos parâmetros ambientais (COSTA et al., 2008).

Nesta região o regime pluviométrico não influencia apenas os parâmetros hidrológicos, mas também a distribuição das espécies, que apresentam os maiores valores com o aumento da salinidade (COSTA et al., 2008).

No estuário do Rio Curuçá, em consequência da precipitação entre os dois períodos sazonais: de maior (janeiro a junho) e menor pluviosidade (julho a dezembro) (IDESP, 2015), a salinidade é fortemente influenciada (variando de 38,02 a 6,89), sendo por nós considerada o fator que mais influencia na distribuição larval devido sua grande variação nos ambientes estuarinos.

No presente estudo, a distribuição larval no estuário do Rio Cu-

ruçá foi influenciada pela variação dos fatores ambientais, sendo os principais, temperatura, DBO, condutividade, pH e salinidade durante os períodos de maior e menor pluviosidade. As larvas estão presentes quando há menos chuva, provavelmente devido a impossibilidade de sobrevivência na baixa salinidade, uma vez que em laboratório a sobrevivência larval se dá melhor em torno de 30 (SIMITH; DIELE, 2008).

A temperatura não apresentou uma variação discrepante, o que é típico de regiões equatoriais, apesar de ter apresentado menores valores no período de maior pluviosidade e maiores valores no período de menor pluviosidade. Carvalho et al. (2013) encontraram valores constantes de temperatura com mínima de 26,7°C e máxima de 31,6°C confirmando a pouca variabilidade deste fator em estuário amazônico. Díaz-Ferguson et al. (1998) não observaram diferença na temperatura entre as estações seca e chuvosa, porém, houve diferença nessa variável entre as diferentes profundidades.

Trabalhos realizados em regiões de clima temperado e subtropical demonstram a importância da temperatura como o principal fator limitante na distribuição de Porcellanidae (EMPARANZA, 2007; HOLLEBONE; HAY, 2007), porém trabalhos realizados em regiões de climas equatoriais mostram a pouca variabilidade da temperatura e a grande influência da salinidade em resposta à pluviosidade (MELO JÚNIOR et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2013; CARVALHO et al., 2013).

O regime de precipitação influenciando diretamente na variação da salinidade foi relatado por diversos autores para estuários brasileiros tropicais do Nordeste do Brasil onde a temperatura também é um fator importante (LACERDA et al., 2004), sendo mais marcante para estuários no Norte do Brasil onde a salinidade é o fator chave (MAGALHÃES et al., 2006; DIELE; SIMITH, 2006; COSTA et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2013). Porém, Costa et al. (2008) encontraram resultados diferentes em relação à variação sazonal do zooplâncton em um estuário amazônico onde identificaram uma correlação negativa entre a densidade de zoea de *Brachyura* e a salinidade e a temperatura da água.

Nos estuários amazônicos, no período de maior pluviosidade, há uma maior influência de águas continentais para o ambiente costeiro transportando partículas e sedimentos em suspensão. A presença de grande quantidade de sedimento em suspensão causa a turbidez na água que age como uma barreira para a passagem de luminosidade, limitando a produção primária, principal alimento dos organismos planctônicos (COSTA et al., 2011; NÓBREGA et al., 2014), tais fatores, associados à baixa salinidade, podem explicar a menor densidade e até mesmo a ausência total de larvas no período de maior pluviosidade.

De acordo com Díaz-Ferguson et al. (2008) a densidade de decápodos é mais representativa na estação seca, e essa maior concentração se deve ao fato de que a salinidade, neste período apresenta valores próximos a 28 e 30, que juntamente com outros fatores, apresentam-se mais viáveis para a sobrevivência larval. Os mesmos autores encontraram os valores de 830,81 ind./m<sup>3</sup>, no período seco e 367,80 ind./m<sup>3</sup> no período chuvoso para larvas de *Petrolisthes*.

Oliveira et al. (2016) afirmaram que os estágios larvais do Decapoda *Upogebia vasquezii* (Infra-ordem Gebiidea) não sobrevivem em baixa salinidade, ocorrendo mortalidade absoluta nas fases larvais iniciais. Segundo esses autores, as maiores taxas de sobrevivência, desde a eclosão até a fase de juvenil, ocorrem em salinidade elevada, a partir de 20, demonstrando que a salinidade influencia significativamente no ciclo de vida desse talassinóide.

Carvalho et al. (2013) encontraram maior abundância larval de *P. armatus* no período menos chuvoso, 24 larvas/100m<sup>3</sup> em junho e 8 larvas/100m<sup>3</sup> em agosto; Oliveira et al. (2013) encontraram a maior abundância larval de *P. armatus* de 269,35 zoea I / 100m<sup>3</sup> e 172,15 zoea II / 100m<sup>3</sup> sendo a densidade larval significativamente mais elevada nos períodos seco e de transição, registraram também, dois picos de abundância larval, em dezembro de 2006 e julho de 2007 quando há os menores índices pluviométricos, que acabam por alterar os valores de salinidade, fator este essencial para a sobrevivência das larvas, afirmando que a abundância das larvas de porcelanóides acompanham uma tendência crescente da salinidade.

Com exceção do OD, todos os parâmetros ambientais em

estudo apresentaram diferenças significativas entre os períodos, corroborando com Díaz-Ferguson et al. (1998) que observaram diferenças significativas para a salinidade entre as estações seca e chuvosa, não sendo significativo entre os locais.

Em março houve uma baixa na salinidade por ser o período com o maior índice pluviométrico (502,9 mm) refletindo na ausência total de larvas, tendo a salinidade como fator limitante para a distribuição das larvas no estuário. Carvalho et al. (2013) e Oliveira et al. (2013) também registraram ausência de larvas nos meses de maior pluviosidade no estuário de Caeté e em Marapanim Pará, respectivamente, mostrando a importância da salinidade na sobrevivência das larvas. Oliveira et al. (2016) afirmam haver um baixo potencial de sobrevivência das larvas do Decapoda *U. vasquezii* em baixa salinidade e aumento da sobrevivência e desenvolvimento em águas mais salinas.

De acordo com Coelho (1964), *P. armatus* tolera grandes variações de salinidade, podendo variar de 12 a 44. O estuário de Curuçá apresentou os menores valores de salinidade (6,89), enquanto setembro apresentou uma média de salinidade de 23,50, novembro 38,02 e maio 11,27. A inexistência de variação significativa entre locais sugere que as larvas se distribuem uniformemente neste estuário.

A abundância das larvas de zoea I acompanhou a elevação e o declínio da salinidade, estando mais abundantes em salinidades maiores, porém as larvas de *P. armatus* em zoea II, não seguiram o mesmo padrão. Em setembro houve uma média de salinidade de 23,50 com abundância de 189,19 larvas/100m<sup>3</sup> para zoea I e 12,45 larvas/100m<sup>3</sup>, para zoea II. Em novembro a salinidade apresentou uma média de 38,02 com abundância de 134,34 larvas/100m<sup>3</sup> para zoea I e 6,63 larvas/100m<sup>3</sup> para zoea II.

A densidade larval de *P. armatus* em zoea I correlacionou-se positivamente com todos os fatores ambientais, com exceção do OD, já a densidade larval em zoea II, correlacionou-se positivamente apenas com a DBO e o pH, diferentemente de Oliveira et al. (2013) em que as larvas tanto em zoea I quanto II correlacionaram-se com a temperatura e com a salinidade, demonstrando a importância da salinidade na distribuição larval em Curuçá, fator estruturador das larvas dessa espécie nesse local.

O fato de se encontrarem poucas larvas em estágio de zoea II quando comparados com a fase anterior, pode ser devido ao comportamento larval, segundo Díaz-Ferguson et al. (1998) *P. armatus* em fase de zoea I tem preferência pela superfície da água enquanto zoea II apresenta preferência por ambientes bentônicos, pois depois de aproximadamente vinte e quatro horas a mesma se tornará uma megalopa. Díaz-Ferguson et al. (1998) também encontraram em seus trabalhos a maioria das larvas de decapoda em fase de zoea I.

Fato incomum é o da zoea II responder de forma diferenciada da zoea I. Enquanto o primeiro estágio correlaciona-se significativamente com a maioria dos fatores estudados, a zoea II tem como DBO e pH os fatores que a influenciam significativamente. O fato da zoea I correlacionar-se significativamente com a salinidade e a zoea II não, é indício da zoea II estar apta às flutuações deste fator no estuário, sugerindo retenção larval corroborando a hipótese postulada por Melo Júnior et al. (2012) e Oliveira et al. (2013) em diferentes locais do norte e nordeste brasileiro.

No norte do Brasil, os Decapoda sofrem variação na densidade nos períodos de menor e maior pluviosidade principalmente em relação à intensidade da pluviosidade, ocorrendo sucessão sazonal ocasionado pela variação dos parâmetros ambientais e pela influência do regime de marés. A realização de novos estudos sobre *P. armatus* na zona costeira amazônica são indispensáveis, pois podem ser de grande utilidade para a avaliação da vulnerabilidade da biodiversidade, além de servir de subsídio para realização de estudos de manejo sustentável e conservação destes ecossistemas costeiros.

## Conclusão

Os resultados deste estudo indicam que a precipitação é o principal fator responsável pelas oscilações de salinidade, o que influenciou fortemente na densidade da espécie estudada no estuário do rio Curuçá.

O fato de as duas únicas fases de zoea de *P. armatus* serem ambas encontradas no estuário sugere retenção larval para a espé-

cie, hipótese que poderá ser comprovada com o estudo de assentamento de megalopas no estuário.

### Agradecimentos

Ao Instituto do Milênio RECON/CNPq 'Uso e Apropriação dos Recursos Costeiros' pelo financiamento do Projeto e à CAPES pela Bolsa de Mestrado concedida à primeira autora. À equipe do Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo dos Recursos Aquáticos, especialmente ao Grupo de Ecologia de Crustáceos da Amazônia (GPECA), pela realização das coletas de campo, especialmente ao João Victor de Moraes Estácio pela ajuda na triagem das larvas.

### Referências Bibliográficas

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. ANA. <<http://hidroweb.ana.gov.br/Estacao.asp?Codigo=47003&CriarArq=true&TipoArq=2>>. Acesso em 16/03/2015 às 15:00.
- ANGER, K. Salinity as a key parameter in the larval biology of decapod crustaceans. *Invertebrate Reproduction and Development*, v. 43, n. 1, 2003, 2945p.
- BARROS, M. P.; PIMENTEL, F. R. A Fauna de Decapoda (Crustacea) do Estado do Pará, Brasil: Lista preliminar das espécies. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Zoologia*, v. 17, n. 1, p. 15-41, 2001.
- CARVALHO, A. S. S.; NEVIS, A. B.; OLIVEIRA, D. B.; MARTINELLI-LEMOS, J. M. Larvas de Porcellanidae (Decapoda, Anomura) no plâncton de um estuário amazônico brasileiro. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, v. 17, n. 2, p. 7-15, 2013.
- COELHO, P. A. Lista dos Porcellanidae (Crustacea, Decapoda, Anomura) do litoral de Pernambuco e dos estados vizinhos. *Trabalhos do Instituto de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco*, v. 5, n. 6, p. 51 - 63, 1964.
- COSTA, K. G.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Short and long-term temporal variation of the zooplankton in a tropical estuary (Amazon region, Brazil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais*, v. 3, n. 2, p. 127 - 141, 2008.
- COSTA, R. M.; ATIQUÉ, P.; COSTA, K. G.; PEREIRA, L. C. C. Seasonal and spatial variation in hydrological parameters and microzooplankton communities in an Amazonian estuary. *Journal of Coastal Research*, v. 64, n. 1, p. 1477-1481, 2011.
- DÍAZ-FERGUSON, E.; ARROYO, D.; MORALES, A. VARGAS, J. A. Observaciones sobre la larva del cangrejo marino tropical (Decapoda: Porcellanidae) *Petrolisthes armatus* en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, v. 56, n. 3, p. 1209-1223, 2008.
- DIELE, K.; SMITH, D. J. B. Salinity tolerance of northern Brazilian mangrove crab larvae, *Ucides cordatus* (Ocypodidae): Necessity for larval export? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 68, n. 1, p. 600-608, 2006.
- DRAKE, P.; ARIAS, A. M.; RODRÍGUEZ, A. Seasonal and tidal abundance patterns of decapod crustacean larvae in a shallow inlet (SW Spain). *Journal of Plankton Research*, v. 20, n. 3, p. 585-601, 1998.
- ELLIOTT, M.; MCLUSKY, D. S. The need for definitions in understanding estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 55, n. 1, p. 815-827, 2002.
- EMPARANZA, E. J. M. Patterns of distribution of dominant porcelain crabs (Decapoda: Porcellanidae) under boulders in the intertidal of northern Chile. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 87, n. 1, p. 523-531, 2007.
- FERREIRA, C. E. L.; FLOETER, S. R.; GASPARINI, J. L.; JOYEUX, J. C.; FERREIRA, B. P. Trophic structure patterns of Brazilian reef fishes: a latitudinal comparison. *Journal of Biogeography*, v. 31, n. 1, p. 1093-106, 2004.
- FLOETER, S. R.; GUIMARÃES, R. Z. P.; ROCHA, L. A.; FERREIRA, C. E. L.; RANGEL, C. A.; GASPARINI, J. L. Geographic variation in reef-fish assemblages along the Brazilian coast. *Global Ecology and Biogeography*, v. 10, n. 1, p. 423-433, 2001.
- GIMÉNEZ, L. Potential effects of physiological plastic responses to salinities on population networks of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata*. *Helgoland Marine Research*, v. 56, n. 1, p. 265-273, 2003.
- GIMÉNEZ, L.; ANGER, K. Larval performance in an estuarine crab, *Chasmagnathus granulata*, is a consequence of both larval and embryonic experience. *Marine Ecology Progress Series*, v. 249, n. 1, p. 251-264, 2003.
- GORE, R. H. *Petrolisthes armatus*: A redescription of larval development under laboratory conditions (Decapoda, Porcellanidae). *Crustaceana*, v. 18, n. 1, p. 74-89, 1970.
- HERNÁNDEZ, G.; BOLAÑOS, J.; GRATEROL, K.; LIRA, C. The larval development of *Petrolisthes politus* (Gray, 1831) (Crustacea: Decapoda: Porcellanidae) under laboratory conditions. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v. 35, n. 1, p. 143-156, 2000.
- HERNÁNDEZ, G.; GRATEROL, K.; ALVAREZ, A.; BOLAÑOS, J. Larval development of *Porcellana sayana* (Leach, 1820) (Crustacea: Decapoda: Porcellanidae) under laboratory conditions. *Nauplius*, v. 6, n. 1, p. 101-118, 1998.
- HERNÁNDEZ, G.; MAGÁN, I.; GRATEROL, K.; GAVIRIA, J. I.; BOLAÑOS, J. A.; LIRA, C. Larval development of *Clastocheilus nodosus* (Streets, 1872) (Crustacea: Decapoda: Porcellanidae), under laboratory conditions. *Scientia Marina*, v. 67, n. 4, p. 419-428, 2003.
- HOLLEBONE, A. L.; HAY, M. E. Population dynamics of the non-native crab *Petrolisthes armatus* invading the South Atlantic Bight at densities of thousands m<sup>-2</sup>. *Marine Ecology Progress Series*, v. 336, n. 1, p. 211-223, 2007.
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBIO. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2279-resex-mae-grande-de-curuca.html>>. Acesso em: 29 abr. 2014.
- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO PARÁ (IDESP). Estatística municipal de Curuçá. Aspectos físico-territoriais. Disponível em: <<http://www.idesp.pa.gov.br/index.php/estatistica-municipal>>. Acesso em: 27 jul de 2015 às 01:27.
- LACERDA, S. R.; KOENING, M. L.; NEUMANN-LEITÃO, S.; FLORES-MONTES, M. J. Phytoplankton nictemeral variation at a tropical river estuary (Itamaracá - Pernambuco - Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, v. 64, n. 1, p. 81-94, 2004.
- LIMA, J. F.; ABRUNHOSA, F.; MELO, M. A. Development and functional morphology of the foregut of larvae and postlarvae of *Petrolisthes armatus* (Gibbes) (Decapoda, Porcellanidae). *Revista Ciência Agronômica*, v. 36, n. 3, p. 290-294 2005.
- LUCENA-FRÉDOU, F.; ROSA FILHO, J. S.; SILVA, M. C. M.; AZEVEDO, E. F. Population dynamics of the river prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) on Combú island (Amazon estuary). *Crustaceana*, v. 83, n. 3, 2010.
- LUPPI, T. A.; SPIVAK, E. D.; BAS, C. C. The effects of temperature and salinity on larval development of *Armases rubripes* Rahtbun, 1897 (Brachyura, Grapsioidea, Sesarmidae), and the southern limit of its geographical distribution. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 58, n. 1, p. 575-585, 2003.
- MAGALHÃES, A. L. P.; COSTA, R. M.; LIANG, T. H.; PEREIRA, L. C. C.; RIBEIRO, M. J. S. Spatial and temporal distribution in density and biomass of two *Pseudodiaptomus* species (Copepoda: Calanoida) in the Caeté river estuary (Amazon region - North of Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, v. 66, n. 1, p. 421-430, 2006.
- MAGALHÃES, A.; BESSA, R. S. C.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Variação temporal da composição, ocorrência e distribuição dos Copepoda (Crustacea) do estuário do Taperaçu, Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais*, v. 4, n. 1, p. 133-148, 2009.
- MCCORMICK, M. I.; MOLONY, B. W. Influence of water temperature during the larval stage on size, age and body condition of a tropical reef fish at settlement. *Marine Ecology Progress Series*, v. 118, n. 1, p. 59-68, 1995.
- MELO JÚNIOR, M.; SCHWAMBORN, R.; NEUMANN-LEITÃO, S.; PARANAGUÁ, M. N. Abundance and instantaneous transport of *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) planktonic larvae in the Catuama inlet, Northeast Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 84, n. 1, p. 95-102, 2012.
- NEVIS, A. B.; MARTINELLI, J. M.; CARVALHO, A. S. S.; NAHUM, V. J. I. Abundance and spatial-temporal distribution of the family Portunidae (Crustacea, Decapoda) in the Curuçá estuary on the Northern Coast of Brazil. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, v. 13, n. 1, p. 71-79, 2009.
- NÓBREGA, P. S. V.; BENTES, B.; MARTINELLI-LEMOS, J. M. Population structure and relative growth of the Amazon shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) on two islands in the fluvial-estuarine plain of the Brazilian Amazon. *Nauplius*, v. 22, n. 1, p. 13-20, 2014.
- OLIVEIRA, D. B.; SILVA, D. C.; MARTINELLI-LEMOS, J. M. Larval and adult density of the porcelain crab *Petrolisthes armatus* (Anomura, Porcellanidae) in an Amazon estuary, northern Brazil. *Zoologia*, v. 30, n. 6, p. 592-600, 2013.
- OLIVEIRA, D. B.; MARTINELLI-LEMOS, J. M.; SOUZA, A. S.; COSTA, J. R.; ABRUNHOSA, F. A. Does retention or exportation occur in the larvae of the mud shrimp *Upogebia vasquezii* (Decapoda, Gebiidea)? Implications for the reproductive strategy of the species on the Amazon coast. *Hydrobiologia*, 2016.
- PEREIRA, C. T. C.; GIARRIZZO, T.; JESUS, A. J. S.; MARTINELLI, J. M. Caracterização do efluente de cultivo de *Litopenaeus vannamei* no estuário do Rio Curuçá (PA) In: Barroso, G.F.; Poersch, L.H.S. and Cavali, R.O. *Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias e aspectos ambientais e sócio-econômicos*. 1. ed.: Museu Nacional, 2007. p. 291-302. 2007.
- PINHEIRO, S. C. C.; LEITE, N. R.; COSTA, V. B.; COSTA, K. G.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Spatial-temporal influence of hydrological variables on the diversity and abundance of copepods on an equatorial macrotidal beach in the Brazilian Amazon region. *Journal of Coastal Research*, v. 64, n. 1, p. 425-429, 2011.
- RODRIGUES, M. D.; HEBLING, N. J. *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda). Complete larval development under laboratory conditions and its systematic position. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 6, n. 1, p. 147-166, 1989.
- SCHWAMBORN, R.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SILVA, T. A.; SILVA, A. P.; EKAU, W.; SAINT-PAUL, U. Distribution and dispersal of Decapod crustacean larvae and other zooplankton in the Itamaracá estuarine system, Brazil. *Tropical Oceanography*, v. 29, n. 1, p. 1-18, 2001.
- SILVA, A. P.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; GUSMÃO, L. M. O.; SILVA, T. A. Mesozooplankton of an impacted bay in North Eastern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 47, n. 3, p. 485-493, 2004.
- SMITH, D. J. B.; DIELE, K. O efeito da salinidade no desenvolvimento larval do caranguejo - uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Ocypodidae) no Norte do Brasil. *Acta Amazonica*, v. 38, n. 2, p. 345 - 350, 2008.
- SOUZA FILHO, P. W. M.; PARADELLA, W. R. Recognition of the main geobotanical features along the Bragança mangrove coast (Brazilian Amazon Region) from Landsat TM and RADARSAT-1 data. *Wetlands Ecology and Management*, v. 10, n. 2, p. 123-132, 2002.
- SOUZA FILHO, P. W. M.; PARADELLA, W. R. Use of synthetic aperture radar for recognition of Coastal Geomorphological Features, land-use assessment and shoreline changes in Bragança coast, Pará, Northern Brazil. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, v. 75, n. 3, p. 341-356, 2003.
- SPIVAK, E. D.; CUESTA, J. A. The effect of salinity on larval development of *Uca tangeri* (Eydoux, 1835) (Brachyura: Ocypodidae) and new findings of the zoeal morphology. *Scientia Marina*, v. 73, n. 2, p. 297-305, 2009.