



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E RECURSOS  
AQUÁTICOS TROPICAIS**

**THAYANNE CRISTINE CAETANO DE CARVALHO**

**CARACTERIZAÇÃO DA PESCA ARTESANAL DE CAMARÃO ROSA  
*Farfantepenaeus subtilis* (PÉREZ FARFANTE, 1967) CAPTURADO EM UM  
ESTUÁRIO AMAZÔNICO (PARÁ-BRASIL)**

**BELÉM**

**2020**

**THAYANNE CRISTINE CAETANO DE CARVALHO**

**CARACTERIZAÇÃO DA PESCA ARTESANAL DE CAMARÃO ROSA  
*Farfantepenaeus subtilis* (PÉREZ FARFANTE, 1967) CAPTURADO EM UM  
ESTUÁRIO AMAZÔNICO (PARÁ-BRASIL)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais da Universidade Federal Rural da Amazônia, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.

**Área de concentração:** Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais  
**Linha de pesquisa:** Biologia e Manejo de Ecossistemas Aquáticos Tropicais

Orientador: Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo.

Co-orientador: Dr. Glauber David Almeida Palheta.

**BELÉM**

**2020**

Dados Internacionais de Catalogação na  
Publicação (CIP) Bibliotecas da  
Universidade Federal Rural da Amazônia  
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

C331 Carvalho, Thyanne Cristine Caetano de  
CARACTERIZAÇÃO DA PESCA ARTESANAL DE CAMARÃO ROSA  
Farfantepenaeus subtilis (PÉREZ FARFANTE, 1967) CAPTURADO EM UM ESTUÁRIO  
AMAZÔNICO (PARÁ-BRASIL) /  
Thyanne Cristine Caetano de Carvalho. - 2020.  
104 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Aquicultura e  
Recursos Aquáticos Tropicais (PPGARAT), Campus Universitário de Belém,  
Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2020.

Orientador: Prof. Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo  
Coorientador: Prof. Dr. Glauber David Almeida Palheta.

1. Sazonalidade. 2. Camarão-da-amazônia. 3. Ictiofauna. 4. Conservação. I. Melo, Nuno Filipe Alves  
\_\_\_\_ Correia de , *orient.* II. Título

CDD 591.7

THAYANNE CRISTINE CAETANO DE CARVALHO

**CARACTERIZAÇÃO DA PESCA ARTESANAL DE CAMARÃO ROSA  
*Farfantepenaeus subtilis* (PÉREZ-FARFANTE, 1967) CAPTURADO EM UM  
ESTUÁRIO AMAZÔNICO (PARÁ-BRASIL)**

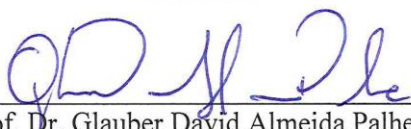
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais da Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte avaliativa para a obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.

Data da aprovação: 25 de setembro de 2020

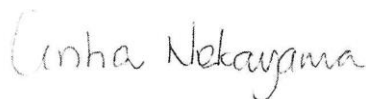
Banca examinadora:



Prof. Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo  
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA  
Orientador



Prof. Dr. Glauber David Almeida Palheta  
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA  
Co-orientador



Prof. Dr.ª Cintia Labussière Nakayama  
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG  
1º Examinador



Prof. Dr.ª Bianca Bentes da Silva  
Universidade Federal do Pará - UFPA  
2º Examinador



Prof. Dr. Fábio Carneiro Sterzelecki  
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA  
3º Examinador

Dedico este trabalho ao meu pai Alcides Carvalho e minha mãe Edilene Caetano e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (AqRAT).

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Nuno F. Alves Correia de Melo, desde a graduação, pela orientação, ensino e amizade, por me apoiar sempre com seus conselhos e sua inestimável confiança e ainda por ter me concedido a oportunidade de aprender no Laboratório de Ecologia Aquática e Aquicultura Tropical-LECAT e ingressar no mestrado, oportunidades únicas que com certeza serão sempre lembradas por mim.

Ao meu Co-orientador, Prof. Dr. Glauber D. Almeida Palheta que sempre esteve ao meu lado, me ensinado a ser uma boa profissional, sempre com muito carinho, respeito e amizade, manifesto aqui minha gratidão por compartilhar sua sabedoria, o seu tempo e sua experiência, serei eternamente grata.

Ao Prof. Dr. Antônio Sérgio Silva de Carvalho, agradeço a contribuição durante a realização deste trabalho, por ter me guiado e amparado sempre e por despertar em mim a vontade de trabalhar com a pesquisa, ao seu exemplo vou construindo o meu caminho.

Meus respeitosos agradecimentos aos membros da banca: Prof. Dr<sup>a</sup>. Cintia Nakayama, Prof. Dr<sup>a</sup>. Bianca Bentes e Prof. Dr. Fábio Sterzelecki por aceitarem compor a banca examinadora desta dissertação.

Agradeço a todos os moradores da Vila Guajará Mirim-Colares, especialmente a Dona Joana e seus familiares e Marquinho, por estarem sempre apoiando nas coletas desde o início do projeto.

Aos meus pais Alcides Carvalho, Edilene Caetano e meu irmão Danilo Carvalho por todo amor, carinho e cuidado que vocês sempre tiveram.

Aos meus familiares que sempre me incentivaram, acreditaram e me apoiaram obrigada por todos os ensinamentos e orações.

Aos meus amigos: Alex Ribeiro, Alvaro Ramos, Andreone Almeida, Barbara Oliveira, Mara Barros, Rafael Anaisce, Rayla Roberta Serra, Renata Franco, Ryuller Reis e Sávio Guerreiro, sempre estiveram presentes e me apoiaram quando mais precisei, são pessoas que se tornaram mais que colegas, amigos são a família que podemos escolher, e eu tive a grande oportunidade de construir uma família de amigos maravilhosa.

E a todos que contribuíram direta e/ou indiretamente para a concretização deste trabalho.

“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que melhor se adapta às mudanças.”

(Charles Darwin)

## RESUMO

No estuário amazônico a pesca de arrasto artesanal de camarão é uma das atividades mais exploradas. No entanto, dados sobre a relação da captura do camarão rosa *Farfantepenaeus subtilis* com a sazonalidade amazônica e o impacto que esta atividade exerce sobre a fauna do camarão-da-amazônia e os recursos ictiofaunísticos está abaixo do necessário, o que afeta diretamente o manejo e a gestão de planos de conservação para mitigar os impactos gerados pelo arrasto artesanal na região amazônica do Brasil. A amostragem foi realizada a cada dois meses entre janeiro de 2012 e novembro de 2017, no estuário de Guajará-Mirim, Colares-Pará, Brasil, usando uma rede denominada “puçá”. A rede foi arrastada à noite durante a maré baixa, a uma profundidade de 1,5 m por 45 minutos, em um percurso de 1.418 m entre três pontos de coleta. As amostras foram armazenadas, conservadas em gelo e conduzidas para análises biométricas e taxonômicas até o Laboratório de Ecologia Aquática e Aquicultura Tropical na Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Belém. O monitoramento da temperatura, pH e salinidade foi aferido in situ utilizando-se uma sonda multiparâmetros. Com base no regime de chuvas dos últimos 34 anos, foi possível identificar que a região estudada possui duas estações distintas: chuvosa (de janeiro a junho, forte precipitação) e seca (de julho a dezembro, pouca precipitação). Durante o monitoramento das amostragens no período de 2012 a 2016 a salinidade foi significativamente diferente entre as estações seca e chuvosa, e a salinidade média foi inversamente proporcional à precipitação em cada estação. Um total de 8.377 espécimes de camarão rosa foram capturados durante o período de estudo (52% fêmeas e 48% machos) o comprimento médio do corpo foi de  $5,56 \pm 1,14$  cm e o peso corporal médio foi de  $1,25 \pm 0,83$  g. A maior abundância de *F. subtilis* foi observada no período chuvoso. Com relação à fauna acompanhante, no período de 2012 a 2015 foram coletados 2.210 animais, 22% fêmeas e 78% machos da espécie de camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* contribuindo com 34,16% da biomassa total do camarão capturado, a maior captura foi no período chuvoso. A fecundidade média foi de 461 ovos, com comprimento e peso médio de  $8,63 \pm 1,21$  cm e  $5,36 \pm 1,91$  g. Durante o monitoramento (2012 a 2017) a relação total de camarão / ictiofauna foi de 1: 0,42 kg e a proporção sazonal foi de 1: 0,78 kg (estação chuvosa) e 1: 0,22 kg (estação seca). Um total de 6.229 espécimes peixes, pertencentes a 12 ordens, 26 famílias, 44 gêneros e 63 espécies, foram capturados as espécies possuem comprimento e peso baixos, sendo totalmente descartadas. A maior abundância de *F. subtilis* foi observada quando a salinidade da água foi baixa provavelmente coincidindo com o período de desova na região litorânea, no entanto os camarões com baixo comprimento e peso são capturados, o que pode influenciar o padrão de distribuição ecológico da espécie no ambiente estuarino e conseqüentemente, da fauna capturada no arrasto devido à falta de seletividade da rede de pesca. Sugere-se que haja uma diminuição nas capturas de camarão rosa por meio de arrasto artesanal no período de março a maio, a fim de reduzir os impactos do arrasto sobre a fauna de *M. amazonicum*, devido à maior incidência que ocorre na época das chuvas, além das fêmeas capturadas no período reprodutivo e para reduzir o descarte da ictiofauna, como medida de manejo a fim de contribuir para a conservação das espécies no ambiente estuarino de Guajará-Mirim.

**Palavras-chave:** Sazonalidade. Camarão-da-amazônia. Ictiofauna. Conservação.



## ABSTRACT

In the Amazon estuary, artisanal shrimp trawling is one of the most explored activities. However, data on the relationship between the capture of the pink shrimp *Farfantepenaeus subtilis* and Amazonian seasonality and the impact that this activity has on the fauna of the Amazonian shrimp and the ichthyofaunistic resources is below what is necessary, which directly affects the management and the management of conservation plans to mitigate the impacts generated by artisanal trawling in the Amazon region of Brazil. Sampling was carried out every two months between January 2012 and November 2017, in the Guajará-Mirim estuary, Colares-Pará, Brazil, using a network called “puçá”. The net was dragged at night during low tide, at a depth of 1.5 m for 45 minutes, in a course of 1,418 m between three collection points. The samples were stored, preserved on ice and conducted for biometric and taxonomic analysis to the Laboratory of Aquatic Ecology and Tropical Aquaculture at the Federal Rural University of the Amazon, Belém campus. Monitoring of temperature, pH and salinity was measured in situ using a multiparameter probe. Based on the rainfall regime of the last 34 years, it was possible to identify that the studied region has two distinct seasons: rainy (from January to June, heavy precipitation) and dry (from July to December, little precipitation). During the monitoring of samples from 2012 to 2016, salinity was significantly different between the dry and rainy seasons, and the average salinity was inversely proportional to the rainfall in each season. A total of 8,377 pink shrimp specimens were captured during the study period (52% females and 48% males), the average body length was  $5.56 \pm 1.14$  cm and the average body weight was  $1.25 \pm 0.83$  g. The highest abundance of *F. subtilis* was observed in the rainy season. Regarding the accompanying fauna, in the period from 2012 to 2015, 2,210 animals were collected, 22% females and 78% males of the freshwater shrimp species *Macrobrachium amazonicum* contributing 34.16% of the total biomass of the captured shrimp, the largest capture was in the rainy season. The average fertility was 461 eggs, with an average length and weight of  $8.63 \pm 1.21$  cm and  $5.36 \pm 1.91$  g. During monitoring (2012 to 2017) the total shrimp / ichthyofauna ratio was 1: 0.42 kg and the seasonal proportion was 1: 0.78 kg (rainy season) and 1: 0.22 kg (dry season). A total of 6,229 fish, belonging to 12 orders, 26 families, 44 genera and 63 species, were caught. The species have a low length and weight, being totally discarded. The greater abundance of *F. subtilis* was observed when the salinity of the water was low, probably coinciding with the spawning period in the coastal region, however shrimp with low length and weight are caught which may influence the ecological distribution pattern of the species in the estuarine environment and, consequently, of the fauna captured in the trawl due to the lack of selectivity of the fishing net. It is suggested that there is a decrease in the catches of pink shrimp through artisanal trawling from March to May, in order to reduce the impacts of trawling on the fauna of *M. amazonicum*, due to the higher incidence that occurs in the rainy season, in addition to the females captured in the reproductive period and to reduce the disposal of ichthyofauna, as a management measure in order to contribute to the conservation of species in the Guajará-Mirim estuarine environment.

**Keywords:** Seasonality. Amazonian shrimp. Ichthyofauna. Conservation.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I – CONTEXTUALIZAÇÃO

<b>Figura 1-</b> Caracterização morfológica externa de camarões da Família Penaeidae. ....	21
<b>Figura 2-</b> Desenho esquemático das variações ontogenéticas no tégico (A, C,E e G) e petasma (B, D, F e H) de <i>F. subtilis</i> . A, B, C, D =juvenis; E e F = subadultos e G, H = adultos. ....	22
<b>Figura 3-</b> Subáreas de atuação da frota industrial de captura do camarão rosa.....	23
<b>Figura 4-</b> Ciclo de vida da Família Penaeidae.....	24
<b>Figura 5-</b> Mapa de localização geográfica do Município de Colares, Pará, Brasil. ....	33
<b>Figura 6-</b> Mapa da localização das estações de coleta, estuário de Guajará-Mirim no Município de Colares, Pará, Brasil.....	34
<b>Figura 7-</b> Aparelho de pesca de arrasto utilizado para a captura dos espécimes de <i>F. subtilis</i> no estuário de Guajará-Mirim-PA. ....	35
<b>Figura 8-</b> Detalhe do aparelho reprodutor do <i>F. subtilis</i> : A) Petasma; B) Tégico;.....	36
<b>Figura 9-</b> Medidas analisadas para a espécie <i>Farfantepenaeus subtilis</i> : Comprimento total (Ct). ....	36
<b>Figura 10-</b> Medidas analisadas para a espécie <i>Macrobrachium amazonicum</i> : Comprimento total (Ct); Comprimento do cefalotórax (Cc); Comprimento do abdômen (Ca); .....	37
<b>Figura 11-</b> Medida analisada para os peixes: Comprimento padrão (Cp). ....	38

### CAPÍTULO II - SEASONALITY IN ARTISANAL CAPTURE OF *Farfantepenaeus subtilis* (PÉREZ-FARFANTE, 1967) IN A TROPICAL AMAZON ESTUARY

<b>Fig.1.</b> Location of collection points, Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil .....	53
<b>Fig.2.</b> Seasonality of the pluviometric regime (mm), corresponding to the average climatological rainfall of the last 34 years (1982-2016) for the Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. . ....	54
<b>Fig. 3.</b> Seasonality of the pluviometric regime (mm), corresponding to the climatological average of rainfall of the last 34 years (1982-2016) and monthly total referring to the annual sampling cycle of the years 2012 (A), 2013 (B) and 2014 (C) for the Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. . ....	55
<b>Fig. 4.</b> Seasonality of the pluviometric regime (mm), corresponding to the climatological average of rains of the last 34 years (1982-2016) and monthly total referring to the annual sampling cycle of the years 2015 (A) and 2016 (B) for the Guajará-Mirim estuary, To Brazil. . ....	56

<b>Fig. 5.</b> Behavior of salinity and rainfall (daily average) in sample period for the Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. . . . .	57
<b>Fig. 6.</b> Composition of the annual catch of pink shrimp <i>F. subtilis</i> in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. . . . .	58
<b>Fig. 7.</b> Composition of the annual seasonal catch of the pink shrimp <i>F. subtilis</i> in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. . . . .	59
<b>Fig. 8.</b> Multivariate analysis of <i>F. subtilis</i> capture abundance with the environmental variables temperature (° C), hydrogen potential (pH), pluviometric index (PI) and salinity in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. . . . .	60

**CAPÍTULO III– THE AMAZON SHRIMP *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) IN THE ACCOMPANYING FAUNA OF PINK SHRIMP ARTISANAL FISHING IN AMAZON ESTUARY**

<b>Figure 1.</b> Trawling equipment used to capture pink shrimp <i>F. subtilis</i> in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. . . . .	68
<b>Figure 2.</b> Location of collection stations in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. . . . .	68
<b>Figure 3.</b> Frequency of capture from 2012 to 2015 by classes of total length of the Amazon shrimp <i>M. amazonicum</i> in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. . . . .	71
<b>Figure 4.</b> Frequency of occurrence by classes of total length of females (A) and males (B) of <i>M. amazonicum</i> in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. . . . .	72

**CAPÍTULO IV– BIOLOGICAL AND FISHERY ASPECTS OF BYCATCH: ICHTHYOFAUNA IN ARTISANAL FISHING FOR PINK SHRIMP IN AN AMAZONIAN ESTUARY, NORTHERN BRAZIL**

<b>FIGURE 1.</b> Trawling equipment used to capture pink shrimp <i>F. subtilis</i> in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. . . . .	86
<b>FIGURE 2.</b> Location of collection stations, Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. . . . .	86
<b>FIGURE 3.</b> Total annual weight (kg) of shrimp and ichthyofauna catches in artisanal trawling in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. . . . .	88
<b>FIGURE 4.</b> Annual variation of the total weight (kg) of pink shrimp and the accompanying ichthyofauna in the rainy period (A) and dry period (B) in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. . . . .	88
<b>FIGURE 5.</b> Annual seasonal frequency of ichthyofauna and <i>F. subtilis</i> captured with artisanal trawl in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. . . . .	89

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II - SEASONALITY IN ARTISANAL CAPTURE OF *Farfantepenaeus subtilis* (PÉREZ-FARFANTE, 1967) IN A TROPICAL AMAZON ESTUARY

<b>Table 1</b> Seasonal behavior of physical chemical parameters (annual average) for the Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.....	57
<b>Table 2</b> Spearman correlation between the average precipitation index (PI) and the average of the physical-chemical parameters in the Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. ....	58
<b>Table 3</b> Tukey test between the average of abiotic factors and the abundance of <i>F. subtilis</i> sampling, in the Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. ....	59

### CAPÍTULO III- THE AMAZON SHRIMP *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) IN THE ACCOMPANYING FAUNA OF PINK SHRIMP ARTISANAL FISHING IN AMAZON ESTUARY

<b>Table 1.</b> Annual and total biomass of <i>M. amazonicum</i> fauna captured in <i>F. subtilis</i> artisanal trawling in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. AS / PS = proportion of amazonian shrimp / pink shrimp;.....	70
<b>Table 2.</b> Absolute frequency of Amazonian shrimp fauna and target species caught with artisanal trawl in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. MA = <i>Macrobrachium amazonicum</i> ; FS = <i>Farfantepenaeus subtilis</i> ; .....	70
<b>Table 3:</b> Average length and weight per year for male and female <i>M. amazonicum</i> in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. (TL) Average total length; (TW) Average total weight. ....	71
<b>Table 4.</b> Monthly sex ratio of <i>M. amazonicum</i> in Guajará-Mirim estuary, Pará. Brazil. M/F = male / female ratio; P= probabilidade; *P< 0.05; ns = no statistical difference; (-) = without occurrence of the species.....	72
<b>Table 5.</b> Total length-weight relationships (LWR) and allometry parameters (A) for <i>M. amazonicum</i> in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. <b>a)</b> line intersection; <b>b)</b> Angle of inclination of the line and allometry coefficient; ( <b>r</b> ) Pearson's coefficient; <b>A</b> = allometry: (-) = negative; (+) = positive. ....	73
<b>Table 6.</b> Length-weight relationships (LWRs) for ovigerous female <i>M. amazonicum</i> captured as companion fauna in trawling of pink shrimp in 2015 in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. TW (g) = total weight; TL(cm) = total length: AW (g) = Abdomen weight; AL (cm) = abdomen length: CW (g) = cephalothorax weight; CL (cm) = cephalothorax length; a) line intersection;	

b) Angle of inclination of the line and allometry coefficient; (r) Pearson's coefficient; (-) = Negative allometry; ..... 73

**Table 7.** Frequency of occurrence by cephalothorax length classes and average number of *M. amazonicum* eggs captured in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. CL = cephalothorax length; Xi = class center; F = average fecundity; Fr% = relative frequency; ..... 74

**CAPÍTULO IV– BIOLOGICAL AND FISHERY ASPECTS OF BYCATCH:  
ICHTHYOFAUNA IN ARTISANAL FISHING FOR PINK SHRIMP IN AN  
AMAZONIAN ESTUARY, NORTHERN BRAZIL**

**TABLE 1.** Frequency of monthly, annual, and total capture of accompanying ichthyofauna during artisanal trawling in the Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. .... 89

**TABLE 2.** Annual frequency of accompanying ichthyofauna captured from January 2012 to November 2017 in the Guajará Mirim estuary, Pará, Brazil. .... 90

**TABLE 3.** Standard length and total weight of the most frequent species, in the Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. .... 92

**TABLE 4.** Length-weight relationship (LWR) parameters and allometric condition factor for the most frequent species of fish in the Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. .... 93

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I – CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>17</b>
<b>2. OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1 Objetivos específicos</b> .....	<b>19</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>20</b>
<b>3.1 Características biológicas da espécie</b> .....	<b>20</b>
3.1.1 Sistemática.....	20
3.1.2 Nomes vulgares.....	21
3.1.3 Morfologia externa .....	21
3.1.4 Distribuição geográfica.....	23
3.1.5 Ciclo de vida .....	23
3.1.6 Reprodução .....	24
<b>3.2 Pesca artesanal de camarões Penaeidae no litoral brasileiro</b> .....	<b>26</b>
<b>3.2.1 Região Norte</b> .....	<b>26</b>
3.2.2 Região Nordeste.....	27
3.2.3 Região Sudeste.....	27
3.2.4 Região Sul.....	28
<b>3.3 Fauna acompanhante</b> .....	<b>28</b>
3.3.1 Camarão-da-Amazônia .....	29
3.3.2 Ictiofauna .....	30
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>33</b>
<b>4.1 Descrição da área</b> .....	<b>33</b>
<b>4.1.1 Área de amostragem</b> .....	<b>33</b>
<b>4.2 Origem e período de coleta dos animais</b> .....	<b>34</b>
<b>4.3 Aparelho de pesca</b> .....	<b>34</b>

<b>4.4</b>	<b>Variáveis ambientais .....</b>	<b>35</b>
<b>4.5</b>	<b>Amostragem .....</b>	<b>35</b>
4.5.1	Análise da espécie alvo .....	35
4.5.2	Análise do camarão-da-Amazônia .....	36
4.5.3	Análise da ictiofauna acompanhante .....	37
<b>4.6</b>	<b>Análise estatística geral .....</b>	<b>38</b>
	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>39</b>
	<b>CAPÍTULO II - SEASONALITY IN ARTISANAL CAPTURE OF <i>Farfantepenaeus subtilis</i> (PÉREZ-FARFANTE, 1967) IN A TROPICAL AMAZON ESTUARY .....</b>	<b>51</b>
	<b>ABSTRACT .....</b>	<b>52</b>
<b>1.</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>52</b>
<b>2.</b>	<b>Materials and methods.....</b>	<b>53</b>
<b>4.</b>	<b>Discussion .....</b>	<b>61</b>
<b>5.</b>	<b>Conclusions .....</b>	<b>63</b>
	<b>Acknowledgment .....</b>	<b>63</b>
	<b>References.....</b>	<b>64</b>
	<b>CAPÍTULO III- THE AMAZON SHRIMP <i>Macrobrachium amazonicum</i> (HELLER, 1862) IN THE ACCOMPANYING FAUNA OF PINK SHRIMP ARTISANAL FISHING IN AMAZON ESTUARY .....</b>	<b>67</b>
	<b>ABSTRACT .....</b>	<b>68</b>
	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>68</b>
	<b>MATERIALS AND METHODS.....</b>	<b>69</b>
	<b>RESULTS.....</b>	<b>71</b>
	<b>DISCUSSION.....</b>	<b>76</b>
	<b>ACKNOWLEDGMENT.....</b>	<b>78</b>
	<b>REFERENCES .....</b>	<b>79</b>

<b>CAPÍTULO IV– BIOLOGICAL AND FISHERY ASPECTS OF BYCATCH: ICHTHYOFAUNA IN ARTISANAL FISHING FOR PINK SHRIMP IN AN AMAZONIAN ESTUARY, NORTHERN BRAZIL .....</b>	<b>85</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>86</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>86</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>87</b>
<b>Materials and Methods .....</b>	<b>87</b>
<b>Results.....</b>	<b>89</b>
<b>Discussion .....</b>	<b>95</b>
<b>Acknowledgment .....</b>	<b>98</b>
<b>References.....</b>	<b>99</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>104</b>



## **CAPÍTULO I – CONTEXTUALIZAÇÃO**

Padronizado de acordo com as normas da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Os estuários são ambientes de transição entre o continente e o oceano, possuem alta produtividade biológica, servindo como áreas de crescimento, alimentação e berçário de muitas espécies de peixes e crustáceos, a dinâmica físico-química deste ambiente exerce inúmeras interações principalmente entre as variáveis biológicas que determinam a estrutura e composição das comunidades dos organismos (WOLFF, 1973; VIANA et al., 2010; BERNARDINO et al., 2015; GERLING et al., 2016).

Na costa norte do Brasil, o ambiente estuarino apresenta uma elevada produtividade biológica, é formado pela desembocadura dos rios Tocantins e Amazonas entre os estados do Pará e Amapá, este ambiente destaca-se pela diversidade de espécies que são exploradas pela atividade de pesca artesanal e industrial na região amazônica (MENDES; BARTHEM, 2010; OLIVEIRA; FREDÓU, 2011; MONTEIRO et al., 2015; FREITAS et al., 2019).

Considerando que a pesca artesanal é uma das mais tradicionais do país, apresentando importância significativa para muitas comunidades ribeirinhas, devido à incorporação de renda e de alimentos, no estado do Pará, a pesca artesanal no ambiente estuarino exerce importantes funções na economia podendo atender o mercado local e de exportação, variando entre comercial e de subsistência, sendo o segmento do setor pesqueiro que contribui para as principais fontes de ocupação de mão-de-obra, alimentos e renda (SANTOS, 2005; BATISTA et al., 2014).

No entanto, Carvalho et al. (2015) ressaltam que nenhum monitoramento efetivo da pesca artesanal é realizado no Pará em áreas estuarinas, devido a sua extensão bem como as diferenças socioeconômicas das comunidades pesqueiras, havendo dificuldades em monitorar e controlar os recursos pesqueiros principalmente da pesca de camarões peneídeos que ocorre continuamente.

Entre as espécies de camarões exploradas na região amazônica, o camarão rosa *Farfantepenaeus subtilis* (PÉREZ-FARFANTE, 1967), destaca-se por ser um dos recursos mais explorados no estuário amazônico com alto valor comercial (ISAAC et al., 1992; ASSANO-FILHO et al., 2003; MCLUSKY; ELLIOTT, 2004; BENTES et al., 2012; CARVALHO et al., 2019). Hart (2012) resalta que a família penaeidae, possui dependência dos ecossistemas estuarinos durante o seu desenvolvimento, utilizando-o como áreas importantes de recrutamento, onde permanecem durante parte de seu ciclo de vida.

Deve-se também considerar que pesquisas estão sendo realizada para o desenvolvimento da pesca artesanal de camarão rosa em bases sustentáveis. Todavia, apesar do conhecimento sobre a espécie *F.subtilis* estar relativamente bem avançado, ainda permanece algumas lacunas, principalmente com relação a características ambientais e climáticas,

especialmente os ciclos de chuva que determinam ou influenciam o padrão de distribuição e a ecologia geral do camarão rosa e, conseqüentemente, da fauna capturada no arrasto camaroeiro.

Estudos sobre a pesca artesanal proporcionam informações sobre a importância dos recursos pesqueiros no estuário amazônico principalmente do ponto de vista ecológico, pesqueiro e econômico (SANTOS; SANTOS, 2005; ISAAC-NAHUM, 2006). No entanto, faz-se necessário compreender as relações de captura artesanal do camarão rosa com o ambiente estuarino, buscando informações para futuros planos de conservação para mitigar os impactos gerados pelo arrasto artesanal no desenvolvimento do ciclo de vida da espécie alvo e da fauna acompanhante.

Os dados referentes à fauna acompanhante da pesca de camarão são mais voltados para a pesca industrial, ressalta-se que há poucas informações sobre a fauna da captura artesanal, principalmente relacionado ao arrasto de camarão com o “puçá”.

Fonseca e Souza (2002) destacam que a pesca com puçá de arrasto para camarão, embora importante no que se refere a sócio-economia local, mostra-se preocupante, porque atua intensivamente sobre formas jovens de organismos aquáticos em área de berçário, devido a não seletividade de captura podendo causar impactos futuros sobre os estoques.

Segundo Carvalho et al. (2019) a pesca artesanal com o puçá de arrasto no estuário Guajará Mirim atua principalmente na captura de camarão rosa *Farfantepenaeus subtilis*, as demais espécies de macrocrustáceos podem ser consideradas como capturas acessórias devido à baixa ocorrência na pesca, no entanto, dentre elas a espécie *Macrobrachium amazonicum* apresenta grande interesse comercial na região amazônica.

Com base neste conjunto de informações, a proposta desta dissertação delimita-se nas seguintes perguntas: Qual a relação de captura do camarão rosa com os períodos sazonais amazônicos? E qual impacto que a pesca artesanal de camarão rosa exerce sobre a fauna do camarão-da-Amazônia (*M. amazonicum*) e os recursos ictiofaunísticos?

Neste sentido os capítulos apresentados visam o levantamento de dados para contribuir para a ampliação de informações disponíveis sobre captura artesanal do camarão rosa, contribuindo com o manejo sustentável dos recursos e a conservação do ecossistema estuarino amazônico.

## 2. OBJETIVO GERAL

Verificar as interações ecológicas e biológico-pesqueiro, da atividade de pesca artesanal do *F. subtilis*, no estuário de Guajará-Mirim, Colares-PA.

### 2.1 Objetivos específicos

- I. Analisar a interação do camarão rosa com a sazonalidade do estuário amazônico;
  - Verificar os parâmetros físico-químicos (temperatura, pH e salinidade) e suas interações no estuário nos períodos chuvoso e seco;
  - Identificar o tamanho máximo, médio e mínimo dos indivíduos capturados de *F. subtilis*;
  - Analisar a sazonalidade de captura do *F. subtilis*;
  - Correlacionar os parâmetros físico-químicos com a espécie em estudo;
- II. Analisar a composição do camarão-da-Amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) como fauna acompanhante na pesca de arrasto artesanal de camarão rosa;
  - Analisar a proporção de captura entre a espécie alvo e o *M. amazonicum*;
  - Identificar o tamanho máximo, médio e mínimo dos indivíduos capturados;
  - Verificar a frequência das classes de comprimento para sexo agrupado, machos e fêmeas;
  - Determinar as relações comprimento e peso por sexo separado e sexo agrupado de *M. amazonicum*;
  - Definir a proporção sexual do camarão-da-Amazônia;
  - Determinar a fecundidade média;
- III. Analisar a composição da ictiofauna acompanhante na pesca de arrasto artesanal de camarão rosa;
  - Analisar a proporção de captura entre a espécie alvo e a ictiofauna;
  - Avaliar a abundância e o peso da ictiofauna capturada durante os períodos chuvoso e seco;
  - Identificar taxonomicamente a ictiofauna;
  - Determinar a frequência de ocorrência das espécies de peixes;
  - Determinar as relações comprimento e peso e o fator de condição alométrico (Ka);

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Características biológicas da espécie

##### 3.1.1 Sistemática

O camarão peneídeo *F. subtilis* descrito por Pérez-Farfante em 1967, inicialmente identificado como a espécie *Penaeus subtilis*, foi considerada uma subespécie do camarão *Penaeus aztecus* (IVES, 1891). Entretanto estudos morfológicos em *F. subtilis* observaram que o sulco adrostral é curto e nunca atinge a margem posterior da carapaça, diferente do encontrado em *P. aztecus* e *P. notialis* (TAKEDA; OKUTAMI, 1983). Posteriormente, após revisão sistemática realizada por Pérez-Farfante e Kinsley (1997), a espécie *P. subtilis* passou a pertencer ao gênero *Farfantepenaeus*.

Atualmente há uma divergência taxonômica relacionada ao gênero da espécie, o registro na base Integrated Taxonomic Information System (ITIS, 2018) utiliza o gênero *Farfantepenaeus* e a base World Register of Marine Species (WORMS, 2018) reconhece o gênero *Penaeus*. No entanto pouco mudou desde o tratamento abrangente em Pérez Farfante e Kinsley (1997), que por sua vez constituiu a base da classificação de Martin e Davis (2001), recentemente estudos moleculares Ma et al. (2011) propuseram por meio de análises moleculares, que as espécies do gênero *Farfantepenaeus* (PÉREZ-FARFANT; KENSLY, 1997), teriam nova classificação taxonômica restaurando o gênero *Penaeus* (FABRICIUS, 1798).

Entretanto, uma vez que os trabalhos de Teodoro et al. (2016) e Tavares e Gusmão, (2016) não consideraram essa alteração taxonômica, e levando-se também em consideração a análise realizada por França et al. (2019) onde os resultados moleculares comprovaram a eficácia dos caracteres diagnósticos utilizados (forma do télico, do petasma, do sulco adrostral e do sulco do último somito abdominal) para identificação morfológica, para ambos os grupos ontogenéticos das espécies do gênero *Farfantepenaeus*, a classificação taxonômica utilizada para a espécie no presente trabalho foi a proposta por Pérez-Farfante e Kinsley (1997) registrado na base Integrated Taxonomic Information System (ITIS, 2018), devido a identificação através de características morfológicas.

Reino Animalia

Filo Arthropoda

Subfilo Crustacea Brünnich de 1772

Classe Malacostraca Latreille, 1802

Subclasse Eumalacostraca Grobben de 1892

Superordem Eucarida Calman, 1904

Ordem Decapoda Latreille, 1802

Subordem Dendrobranchiata Bate, 1888

Superfamília Penaeoidea Rafinesque, 1815

Família Penaeidae Rafinesque, 1815

Gênero *Farfantepenaeus* Burukovsky de 1997

Espécies *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez Farfante, 1967)

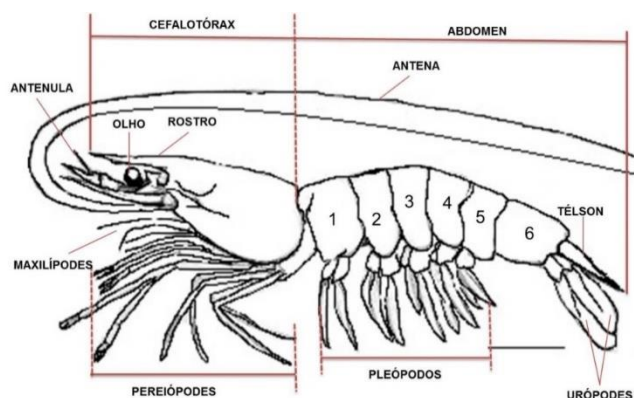
### 3.1.2 Nomes vulgares

O *Farfantepenaeus subtilis* (PÉREZ FARFANTE, 1967) é mais vulgarmente conhecido como camarão rosa da costa norte (DIAS-NETO, 2011), camarão marrom e camarão lixo (SANTANA, 2005). Na comunidade do Guajará no município de Colares no nordeste paraense, os camarões penaeideos dentre eles o *F. subtilis* também é conhecido como “camarão mole” devido ao seu exoesqueleto ser menos rígido, diferenciando-se da espécie *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862), que por sua vez é chamado de “camarão duro” (GONÇALVES, 2016).

### 3.1.3 Morfologia externa

Os camarões tem o corpo dividido em duas regiões: o cefalotórax e o abdomen. A maioria apresenta um rostro proeminente com dentes dorsais e alguns gêneros com dentes na região ventral. Os olhos são pedunculados e no cefalotórax apresentam um par de antenas, um par de antênulas, um par - mandíbulas, maxilas e maxílula. O cefalotórax possui três e cinco pares de maxilípodos e pereiópodos, respectivamente (D’INCAO, 1999) (Figura 1).

**Figura 1-** Caracterização morfológica externa de camarões da Família Penaeidae.



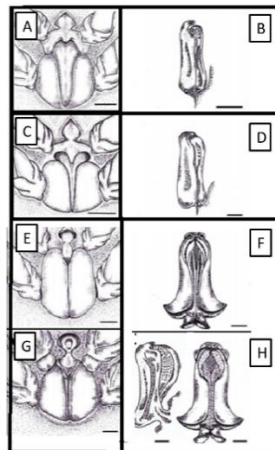
**Fonte:** Adaptado de Cervigón et al. (1992).

Os apêndices dos camarões são altamente desenvolvidos e modificados para exercerem as mais variadas funções, como locomoção, alimentação, escavação, limpeza das brânquias e funções sensoriais. Os apêndices localizados no cefalotórax têm basicamente a função sensorial (táctil, olfativa e de equilíbrio), como é o caso das antenulas e antenas, ou função alimentar corte, manipulação e trituração de alimentos), como é o caso das mandíbulas, maxilulas e maxilas. Na base das maxilas há uma estrutura, chamada de escafognativo, que ao se movimentar, força a circulação de água pelas brânquias, possibilitando a realização das trocas gasosas (BARBIERI-JR; OSTRENSKY-NETO, 2002).

Na região do abdômen estão localizados os pleopodos (apresentam função de locomoção para a natação) que está associado a um somito abdominal, sendo que não há nenhum pleopodo associado ao sexto somito abdominal, mais sim um par de apêndices laminares chamados de uropodo e uma estrutura pontiaguda chamada de telson. Em conjunto os uropodes atuam no direcionamento da locomoção durante a natação e o telson tem a função na defesa contra predadores (BARBIERI-JR; OSTRENSKY-NETO, 2002).

Os camarões da família penaeidae apresentam características morfológicas externas que os diferenciam dos camarões palaemonidae, apresentando os três primeiros pares de pereiópodos quelados similares em tamanhos e formas, a pleura do segundo somito abdominal sobrepõe a terceira, mas não a primeira, com brânquias do tipo dendobranquias (PÉREZ FARFANTE, 1988). Os indivíduos machos pertencentes a esta família apresentam o apêndice reprodutivo localizado no primeiro par de pleopodos, sendo denominado de petasma e as fêmeas possuem o aparelho reprodutor denominado de téllico (Figura 2), que está situado ventralmente na base entre o quarto e quinto par de pereiópodos do tipo fechado (massa espermiática é colocada internamente nas placas do téllico) (DALL et al. 1990).

**Figura 2-** Desenho esquemático das variações ontogenéticas no téllico (A, C, E e G) e petasma (B, D, F e H) de *F. subtilis*. A, B, C, D =juvenis; E e F = subadultos e G, H = adultos.



**Fonte:** França et al. (2019). Adaptado.

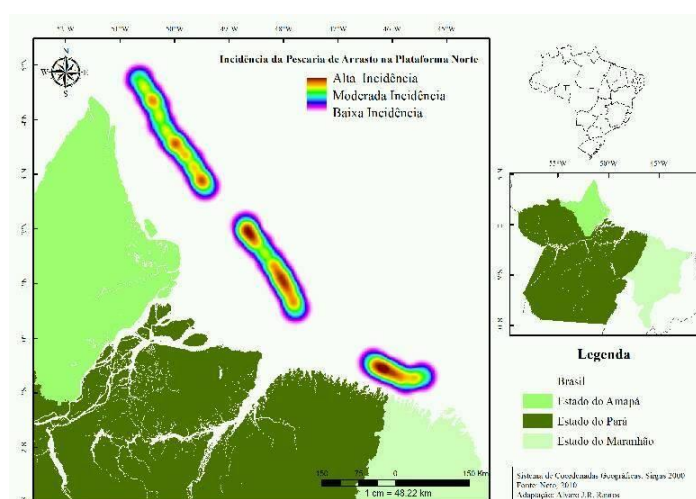
### 3.1.4 Distribuição geográfica

O camarão rosa possui ampla distribuição na faixa de águas tropicais do Atlântico, se estendendo desde Cuba até o estado do Rio de Janeiro, Brasil (PÉREZ FARFANTE, 1969).

A distribuição desta espécie na área da costa norte do Brasil, compreende a faixa oceânica da plataforma continental amazônica brasileira, entre a foz do Rio Parnaíba ( $02^{\circ}53'S$ ), no estado do Piauí, e a foz do Rio Oiapoque ( $04^{\circ}23'N$ ), na fronteira com a Guiana Francesa, correspondendo à costa dos estados do Maranhão, Pará e Amapá (IBAMA, 1994).

Destacando-se três subáreas de atuação da frota pesqueira, devido às características de substratos favoráveis à espécie. De acordo com Dias-Neto (2011) essas subáreas são compreendidas entre: a foz do Rio Parnaíba ( $02^{\circ}53'S$ ) e o Cabo Gurupi ( $00^{\circ}53'S$ ), sendo os substratos compostos por lama e areia (litoral do Maranhão); a faixa compreendida entre as latitudes  $00^{\circ}50'N$  e  $02^{\circ}30'N$ , com substrato constituído predominantemente de lama (Amazonas) e a área compreendida entre as latitudes  $02^{\circ}30'N$  e  $04^{\circ}23'N$  (Cabo Orange), onde predominam substratos duros e rochosos (litoral do Amapá) (Figura 3).

**Figura 3-** Subáreas de atuação da frota industrial de captura do camarão rosa.



Fonte: ARAGÃO et al., (2001). Adaptado.

### 3.1.5 Ciclo de vida

O *F. subtilis* apresenta ciclo relativamente curto com altas taxas de crescimento, compõe a estrutura trófica de diversas espécies devido a sua vulnerabilidade, contribuindo para elevada mortalidade (CASCORBI, 2004; GILLET, 2008).

A frequência do camarão rosa nos habitats é influenciada pela distância da costa e pela salinidade, esses fatores são importantes para que a espécie complete seu ciclo de desenvolvimento (ROGERS et al., 1993; WENNER et al., 2005; CALAZANS et al., 2010).

O camarão *F. subtilis* apresenta desova contínua, liberando seus ovos em águas profundas de mar aberto. O transporte das larvas e pós-larvas para a zona costeira tem a duração



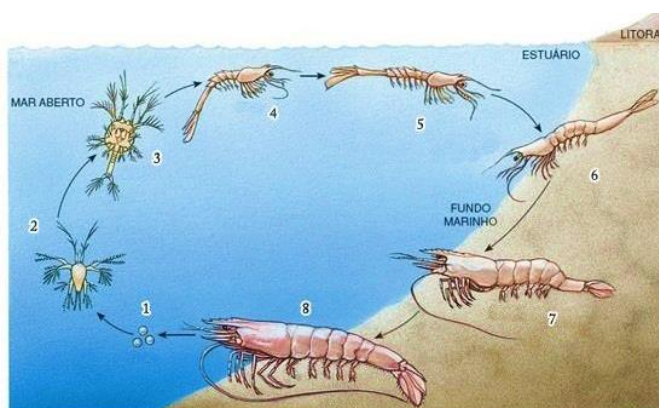
aproximada de três a quatro semanas (HUGHES, 1969; HILL, 1991; ROTH LISBERG et al., 1995; CRIALES et al., 2006).

A espécie apresenta três estágios larvais (náuplio, protozoé e mysis) quando atinge a fase juvenil, migra para a costa, adentrando os estuários onde encontra proteção e alimento para o seu desenvolvimento. Quando em fase de pré-adulto, migra ao mar aberto, dando continuidade ao seu ciclo de vida (BOLTOVSKOY, 1981; ISAAC et al., 1992; MARTINELLI, 2005).

Para a Costa Norte do Brasil Isaac et al. (1992) destaca que as populações de camarão rosa possuem um ciclo com duas gerações por ano, uma coorte iniciando em março e outra em setembro. Após curto tempo as pós-larvas de pouco mais que 30mm começam a ser capturadas no estuário onde permanecem por, aproximadamente, três meses.

Sendo alvo da pesca artesanal, os indivíduos juvenis apresentam quase em sua totalidade abaixo dos 8 cm de comprimento total, são comumente capturados com o puçá-de-arrasto, que apresenta um formato retangular afunilado, medindo até 6 metros de comprimento e com malha entre 20 e 30 milímetros entre nós opostos. Esta arte de pesca é utilizada principalmente no estuário nas margens em profundidades de até 1,5 metros sendo realizado o arrasto manual operado por duas pessoas. Os pré-adultos migram novamente para o mar, para a desova (ISAAC et al. 1992) (Figura 4).

**Figura 4-** Ciclo de vida da Família Penaeidae



**Legenda:** (1) ovo; (2) Náuplio; (3) Protozoé; (4) Mysis; (5) Pós-larva; (6) Juvenil. (7) Pré-adulto; (8) Adultos  
**Fonte:** Adaptado de Kungvankij et al (1985). Disponível em: [www.fao.org](http://www.fao.org)

### 3.1.6 Reprodução

Segundo Porto e Santos (1996) o aparelho reprodutor masculino do camarão rosa, é constituído por dois testículos situados no cefalotórax, numa região delimitada em uma parte anterior pelo estômago, e posteriormente pelo início do abdômen, apresentando-se com

coloração esbranquiçada, com os respectivos canais deferentes e ampolas terminais, além do petasma que é facilmente identificado, mesmo nos indivíduos imaturos.

Em camarões sexualmente maduros, os testículos ocupam grande parte do cefalotórax e a cada um deles continua o canal deferente. O canal deferente apresenta em sua posição terminal um alarguemento que desemboca na ampola terminal. Cada ampola terminal encontra-se no coxopódito, apêndice denominado de petasma, localizado no quinto par de pereiópodos, as variações são caracterizadas quanto aos aspectos de coloração e tamanho, da glândula testicular, apresentando modificações quando a espécie se encontra na fase jovem e adulta, divididos em três estágios gonadais: imaturo, maduro, desovado. (PORTO; SANTOS, 1996).

**Estágio I** (imaturo): testículos pequenos e transparentes, com canais deferentes pouco desenvolvidos, não chegando a aparentar qualquer estrutura na ampola terminal.

**Estágio II** (maduro): testículos desenvolvidos de coloração esbranquiçada, canais deferentes calibrosos, exibindo a ampola terminal repleta de espermátóforos contendo espermatozoides maduros.

**Estágio III** (desovado): testículos flácidos e de coloração pardacenta. Os canais deferentes embora desenvolvidos apresentam ampolas terminais vazias, sem espermátóforos.

O sistema reprodutor das fêmeas em camarões peneídeos é composto basicamente por gônadas pares de estruturas tubulares, que se encontram dorsal e lateralmente ao intestino. Essas, quando maduras podem atingir ou não o último segmento abdominal e apresentar cores que variam de uma espécie para outra. Cada porção do ovário apresenta ainda um oviduto localizado dorsoventralmente na porção cefalotóracica, e que desemboca em gonóporos na altura do esterno no terceiro par de pereiópodos (KING, 1948; NEIVA et al., 1971; WORSMANN et al. 1976, DALL et al. 1990; HARRISON, 1990; BROWDY, 1992)

Porto e Santos (1996) relatam que a fêmea recebe o espermátóforo no téllico (tipo fechado) na época da muda de acasalamento, após a fecundação os ovos são liberados pelo orifício de saída dos ovidutos, sendo os mesmos lançados na água, onde cada desova pode variar de 100.000 a 200.000 ovos, a identificação dos estágios gônadais das fêmeas é realizada através da observação micro e macroscópica caracterizam quatros estágios de desenvolvimento gonadal:

**Estádio I** (imaturo): ovários filiformes, translúcidos ou levemente esbranquiçados, ocupando pequeno volume na região do cefalotórax, não chegando a atingir o abdômen.

**Estádio II** (em início de maturação): ovários mais numerosos de coloração amarela ou amarelo-esverdeado e possuem bordos e superfícies lisas ou com uma leve rugosidade.

**Estádio III** (em maturação avançada): apresentam ovários volumosos, com a superfície e bordos bastante rugosos, bem desenvolvidos chegando a alcançar o telsón. A coloração apresenta-se fortemente esverdeada, tendendo ao verde escuro, podendo ser distinguido através da visão macroscópica por meio da granulação resultante do desenvolvimento dos óvulos.

**Estádio IV** (desovado): ovários flácidos pardacentos e pouco volumosos. Podem ser observadas algumas lacunas deixadas pelos óvulos liberados por ocasião da desova.

### **3.2 Pesca artesanal de camarões Penaeidae no litoral brasileiro**

A pesca artesanal no litoral brasileiro é uma das atividades pesqueiras mais tradicionais do país, atuando na captura de camarões em seus estágios juvenis e pré-adultos de seu ciclo de vida (D'INCAO et al., 2002; BRANCO et al., 2006; VIANNA; D'INCAO, 2006), em ecossistemas costeiros litorâneos e águas interiores. Sua produção destina-se principalmente à comercialização nos mercados locais (SOUZA, 2007), agregando significativa importância social, econômica, cultural e histórica junto às comunidades pesqueiras, representando assim uma fonte de emprego, renda e alimento para estas pessoas (SILVANO, 2004; BRANCO, 2005; LIMA e VELASCO, 2012).

#### **3.2.1 Região Norte**

O camarão é um dos recursos aquáticos de destaque no cenário pesqueiro do Norte do Brasil, sendo importante fonte geradora de renda, no entanto as informações sobre as pescarias artesanais e de pequena escala na região são escassas e muitas vezes desatualizadas. (ISAAC et al. 1998; ARAGÃO et al., 2015).

Entre as espécies exploradas na região, destaca-se o camarão rosa (*F. subtilis*), dentre os estudos realizados sobre os camarões Penaeidae, podemos citar Isaac et al. (1992) referente à *F. subtilis* da região Norte do Brasil; Silva et al. (2002) registrando espécies de decápodes capturados na Costa Norte brasileira; Silva e Isaac (1997), Braga et al. (1998) sobre biologia e pesca dos estoques de camarões da região estuarina do Rio Caeté – Bragança - Pará, Martinelli (2005) sobre estrutura populacional de camarões Penaeidae no estuário do rio Caeté, litoral Norte do Brasil, Corrêa e Martinelli (2009), sobre a composição de *F. subtilis* no estuário do Rio Curuçá, Pará, e Carvalho (2015) em seu trabalho com a composição, abundância, variação espaço-temporal e estrutura populacional de camarões Penaeidae (Crustacea: Decapoda) no estuário de Curuçá, Litoral Nordeste do Pará.

Segundo Carvalho et al. (2019) a pesca artesanal com o puçá de arrasto no estuário Guajará-Mirim, no município de Colares, Pará atua principalmente na captura de camarão rosa da espécie *F. subtilis* sendo classificada como dominante na pescaria.

### 3.2.2 Região Nordeste

A pesca camaroeira do litoral nordeste brasileiro, atua principalmente sobre os estoques de espécies do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (HELLER, 1862), do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (BURKENROAD, 1936) e do camarão rosa *Farfantepenaeus subtilis* (PÉREZ FARFANTE, 1967) e *Farfantepenaeus brasiliensis* (LATREILLE, 1817) (SANTOS et al., 2013).

A pesca artesanal realizada ao largo da foz do rio São Francisco entre os estados de Alagoas e Sergipe é direcionada ao camarão sete-barbas sendo que espécies do gênero *Farfantepenaeus ssp.*, ocorrem como fauna acompanhante segundo registro de Santos, et al. (2016).

De acordo com Andrade et al. (2016) a maior expressividade das pescarias de camarões no litoral pernambucano está concentrada em três gêneros principais: o camarão rosa (*Farfantepenaeus ssp.*), sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*, HELLER, 1862) e o camarão branco (*Litopenaeus schmitti*, BURKENROAD, 1938), sendo que uma das capturas mais tradicionais e frequentes, são os arrastos de praia.

A atividade pesqueira nos municípios de Humberto de Campos e Primeira Cruz no estado do Maranhão é realizada de forma predominantemente artesanal, sendo utilizado o puçá de arrasto para a captura de camarão (*Xiphopenaeus kroyeri* e *Litopennaeus schimitti*) confeccionada artesanalmente pela própria comunidade com linhas de nylon (MONTELES; FUNO e CASTRO, 2010).

### 3.2.3 Região Sudeste

O camarão rosa apresenta elevado valor comercial, sendo alvo das capturas da pesca camaroeira no sudeste do Brasil (COSTA et al., 2005; EMERENCIANO et al., 2007; NETO; DIAS, 2015). Em São Paulo, a pesca artesanal em Cananeia é a principal atividade pesqueira, sendo que o camarão rosa (*Farfantepenaeus ssp*) compõe este recurso pesqueiro explorado por esta atividade, os juvenis são pescados no estuário para serem comercializados como isca viva (MENDONÇA, 2007).

No estuário do rio Paraíba do Sul, município de São João da Barra, costa norte do estado do Rio de Janeiro, a pesca artesanal é direcionada a captura do camarão sete-barbas (FERNANDES et al., 2014).

A atividade artesanal no município de Piúma, Espírito Santo apresenta pescarias que são desenvolvidas esporadicamente como a captura de camarões (*Xiphopenaeus kroyeri*, *Litopenaeus schimitti*, *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus paulensis*) (BASILIO, 2015).

### 3.2.4 Região Sul

No estuário da Lagoa dos Patos, no estado do Rio Grande do Sul- Brasil, a principal atividade pesqueira é a pesca artesanal do camarão rosa (*F. paulensis*). Devido aos fatores ambientais favoráveis este estuário é considerado área de berçário de pós-larvas e pré-adultos da espécie (REIS, 1999; D'INCAO et al., 2002).

Em Tramandaí, município situado no litoral norte do Rio Grande do Sul, a pesca artesanal de camarão rosa é praticada basicamente por pescadores locais que se utilizam da região do estuário junto ao oceano como área de trabalho (SILVA-GONÇALVES; D'INCAO, 2016).

Segundo Sedrez et al., (2013) no município de Porto Belo, Santa Catarina pode-se destacar a pesca artesanal do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), como a principal espécie alvo da pesca de arrasto artesanal.

No Estado do Paraná, os camarões de maior importância econômica são o camarão-sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (HELLER, 1862), seguido do camarão-branco, *Litopenaeus schmitti* (BURKENROAD, 1936), e dos camarões-rosa, *Farfantepenaeus paulensis* (PÈREZ FARFANTE, 1967) e *F. brasiliensis* (LATREILLE, 1817), as pescarias na região são predominantemente artesanais e se concentram na captura do camarão-sete-barbas (ROBERT et al., 2007).

### 3.3 Fauna acompanhante

A pesca de arrasto de camarão é eficiente na captura de espécies-alvo, mas é uma arte não seletiva que comumente tem uma captura associada de organismos não-alvo (PINA; CHAVES, 2009). A pesca incidental pode ser conceituada como a captura de organismos diferentes do alvo da pescaria, compondo um conjunto denominado fauna acompanhante, sendo sua captura normalmente descartada (ALVERSON et al., 1994; GRAÇA-LOPES et al. 2002; KEUNECKE; D'INCAO, 2001).

A pesca de pequena escala é composta por uma fauna acompanhante que apresenta valor comercial sendo muitas vezes comercializada, diferente do que ocorre na industrial, em que o descarte é maior, no entanto ressalta-se que a captura incidental possui impactos negativos como a captura de indivíduos juvenis, ou prestes a reproduzir-se; em tamanho fora do

autorizado na legislação; ou de espécies com captura proibida (EAYRS, 2007; CHAVES; SILVA, 2019).

### 3.3.1 Camarão-da-Amazônia

Os crustáceos constituem o segundo grupo zoológico em importância que compõem a fauna acompanhante da pesca dos camarões, tanto em biomassa, quanto em diversidade de espécies, analisar a composição da fauna de crustáceos de uma captura artesanal é necessário para obter informações sobre a importância das espécies principalmente do ponto de vista ecológico e pesqueiro (LENIHAN; MICHELI, 2001; SEVERINO-RODRIGUES et al., 2002; BERTINI et al., 2010).

No Pará, a pesca artesanal nos estuários utilizando o arrasto manual é dirigida à captura de camarão (camarão rosa, branco e o sete-barbas), no entanto a espécie *Macrobrachium amazonicum* é capturada como fauna acompanhante, visto que a pesca dirigida ao camarão-da-Amazônia, é a utilização de armadilhas, conhecidas como “matapi” iscadas com farelo de babaçu (*Orbinya speciosa*), (ISAAC et al., 1992; SCHALLENBERGER, 2010; ARAGÃO et al., 2015; CARVALHO et al., 2019).

A espécie, *M. amazonicum* (Heller, 1862), é um camarão de água doce pertencente à família Palaemonidae (RAFINESQUE, 1815) apresenta o primeiro par de antenas, com três apêndices filiformes terminais, sendo os dois externos, 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).

O camarão-da-Amazônia possui uma característica biológica com variação, relatada por uma diversidade de habitats colonizados, portanto o sucesso em colonizar vastas áreas geográficas na América do Sul, resultando na maleabilidade com adaptações ecológicas rápidas em ambientes diferenciados (ODINETZ-COLLART, 1991). As populações da costa atlântica dependem da água salobra para seu desenvolvimento, enquanto as populações da Amazônia Central e Ocidental completam todo seu ciclo de vida em água doce (ODINETZ COLLART; RABELO, 1996).

Devido o camarão ser uma espécie nativa da região amazônica as pesquisas existentes em referência a *M. amazonicum* estão principalmente relacionadas aos fatores ambientais, ecológicos e da biologia pesqueira das populações no meio natural (ODINETZ-COLLART, 1991; ODINETZ-COLLART; MOREIRA, 1993; ODINETZ-COLLART; MAGALHÃES, 1994; SILVA et al., 2002; MACIEL; VALENTI, 2009; LUCENA-FRÉDOU et al. 2010; BENTES et al., 2011; BENTES et al. 2012), distribuição geográfica (SAMPAIO et al. 2009;

FERREIRA et al., 2010), abundância (ODINETZ-COLLART, 1993) e aspectos de crescimento (GUEST, 1979; MORAES-RIODADES; VALENTI, 2002; SILVA et al., 2007; BENTES et al. 2012).

Com base nas informações de fecundidade e fertilidade (ODINETZ-COLLART; RABELO, 1996; DA SILVA, et al. 2004), desenvolvimento larval (GUEST, 1979; MAGALHÃES, 1985), biologia reprodutiva (LOBÃO et al. 1986; ODINETZ-COLLART, 1991; ODINETZ-COLLART; SCAICO, 1992; FRANSOZO et al. 2004; SILVA et al. 2009; ROCHA, 2010; PANTALEÃO et al. 2012) e ciclo reprodutivo das fêmeas (SAMPAIO et al. 2007) ressalta-se que o *M. amazonicum* apresenta algumas vantagens em relação a habitat tanto em ambientes de água doce como de água salobra durante o ciclo de vida.

Em virtude da importância comercial que o *Macrobrachium amazonicum* apresenta, particularmente para a região Amazônica, tornam-se necessários estudos sobre sua ocorrência como captura acessória, constituindo uma ferramenta para o desenvolvimento de estratégias de manejo, visto que possibilita um melhor aproveitamento desse recurso natural, (SILVA et al. 2007; CARVALHO et al., 2019).

### 3.3.2 Ictiofauna

As comunidades de peixes é um dos principais recursos potencialmente exploráveis nos estuários, têm grande importância biológica, pois podem influenciar a composição, abundância e distribuição de outras comunidades bióticas, devido a muitas das espécies dependerem dessa área para atividades de reprodução, alimentação e crescimento, fatores como o refúgio contra predadores, pouca profundidade e turbidez explicam a elevada abundância de peixes nessas áreas (YAÑEZ-ARANCIBIA, 1978; LONERAGAN, 1999; KIMMERER, 2002; SPACH et al., 2003; BORGES et al., 2010).

Existem diferentes abordagens usadas na descrição de assembleias de peixes, bem como os fatores que influenciam sua variação, estudos em estuários brasileiros mostram que a ictiofauna estuarina sofre claras flutuações sazonais na biomassa e diversidade, que podem estar relacionadas a padrões reprodutivos, aumento do recrutamento e, mesmo indiretamente, à precipitação (BARLETTA-BERGAN et al, 2002; BARLETTA et al, 2003; VILAR et al, 2011).

As ordens mais frequentes capturadas no estuário amazônico são: os perciformes, siluriformes, clupeiformes e tetraodontiformes e as famílias: ariidae, carangidae, engraulidae, sciaenidae e tetraodontidae (FONSECA; SOUSA, 2002; BARROS et al, 2011).

A família ariidae conhecidos como bagres, habitam regiões litorâneas, estuarinas e rios de regiões tropicais e temperadas, atualmente, espécies desta família representam um grupo de

interesse na pesca comercial, sendo de grande importância em estudos de ecologia de regiões costeiras (MARCENIUK, 2005).

Entre as comunidades de peixes, a família Carangidae contribui com aproximadamente 5% das capturas de pesca comercial em todo o mundo, ocorrendo em ambiente tropical e de clima quente, no Brasil, aproximadamente 35 espécies pertencem a família carangidae (DITTY et al., 2004; ABLE, 2005; LAROCHE et al., 2005).

Segundo Espírito-Santo e Isaac (2012) dentre as espécies capturadas na região costeira a família carangidae contribuiu com 21 toneladas desembarcadas nos portos do estuário do rio Caeté, município de Bragança-PA.

Os peixes da família Engraulidae, vulgarmente conhecidos como manjubas e sardinhas, apresentam ampla distribuição geográfica, sendo encontrados predominantemente em águas tropicais e sub-tropicais das Américas, sendo abundantes em regiões costeiras semi-abertas, apresentam ciclo de vida relativamente curto (MCGOWAN; BERRY 1983; COTO et al. 1988, MACGREGOR; HOUDE 1996),

A maioria dos engraulídeos desova em áreas costeiras na plataforma continental interna, e o recrutamento ocorre frequentemente em áreas rasas e protegidas que fornecem alimento e abrigo contra predadores, os indivíduos adultos realizam migrações sazonais entre áreas estuarinas e oceânicas agregando-se em grandes cardumes que são frequentemente visados pela pesca comercial (MACGREGOR; HOUDE, 1996; SILVA et al., 2003),

Os peixes da família Sciaenidae possuem ampla distribuição geográfica e ocorrem em águas rasas, geralmente próximas às regiões continentais, várias espécies marinhas entram no estuário, e na costa do Brasil há registros de em torno de 30 espécies (MENEZES; FIGUEIREDO, 1980; NELSON, 2006).

No estado do Pará algumas das espécies da família sciaenidae destacam-se como um dos principais recursos desembarcados, as quais podemos citar a pescada amarela (*Cynoscion acoupa*), pescadinha-gó (*Macrodon ancylodon*), corvina (*Micropogonias furnieri*), pescada (*Cynoscion sp.*) e pescada branca (*Plagioscion squamosissimus*) (BARTHEM, 1985; ESPÍRITO-SANTO et al., 2005; CARDOSO et al. 2014),

Dos organismos capturados a família tetraodontidae é conhecida vulgarmente como baiacu, é comum em regiões tropicais, sendo que no Brasil é mais encontrado em todo estuário da região amazônica (BELL et al., 1984; ANDRADE-TUBINO et al., 2008; CAMARGO; MAIA, 2008).

Os baiacus têm mecanismos de defesa contra predadores, dentre elas a tetrodotoxina (TTx) é a principal neurotoxina encontrada e pode ser isolada em maiores concentrações nas vísceras (especialmente gônadas, fígado e baço) e na pele do peixe, sendo geralmente



descartado das capturas na pesca artesanal (HADDAD JUNIOR, 2003; SANTANA et al., 2010; PINHEIRO et al., 2018).

Apesar de inventários de ictiofauna estarem disponíveis para alguns estuários Amazônicos, como da zona costeira do Rio Taperaçu, no município de Bragança (FONSECA; SOUSA, 2002), dos rios Caeté (BARLETTA et al. 2003) e Curuçá (GIARRIZZO; KRUMME 2007) e das baías de Marajó (Barthem 1985) e Guajará (VIANA et al. 2010), estuário de São Caetano de Odivelas e Vigia (BARROS et al, 2011) e do Rio Marapanim (CORRÊA et al, 2012), todavia poucos estudos se basearam em observações sobre a fauna acompanhante da captura artesanal do camarão rosa ainda.

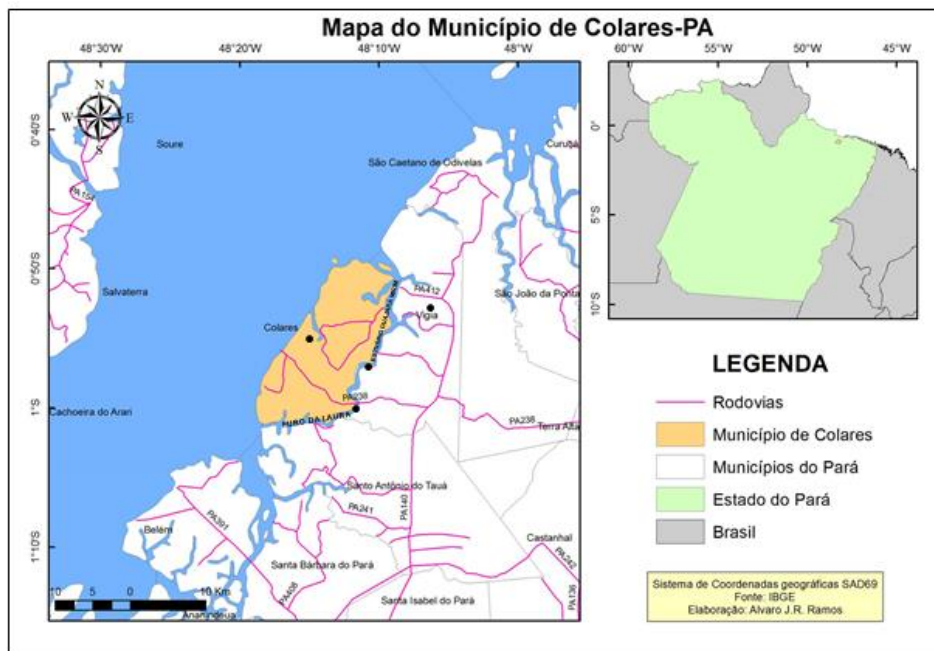
Grande parte dos peixes capturados na pesca artesanal é composta por indivíduos juvenis, o que pode comprometer a manutenção dos estoques em níveis sustentáveis. Dessa forma, o conhecimento da ictiofauna acompanhante é de fundamental importância, visto que a pesca de arrasto do camarão rosa na região estuarina amazônica afeta diretamente a comunidade de peixes (FONSECA; SOUZA, 2002).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Descrição da área

De acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), o município de Colares, está localizado nas margens da baía do Marajó, na zona fisiográfica do Salgado. A ilha de Colares (Figura 5) pertencia ao município de Vigia, quando, em 1827, adquiriu categoria de distrito, e somente se modificou em 1962, quando foi elevado à condição de município de Colares.

Figura 5- Mapa de localização geográfica do Município de Colares, Pará, Brasil.



Fonte: Elaborado pelo autor.

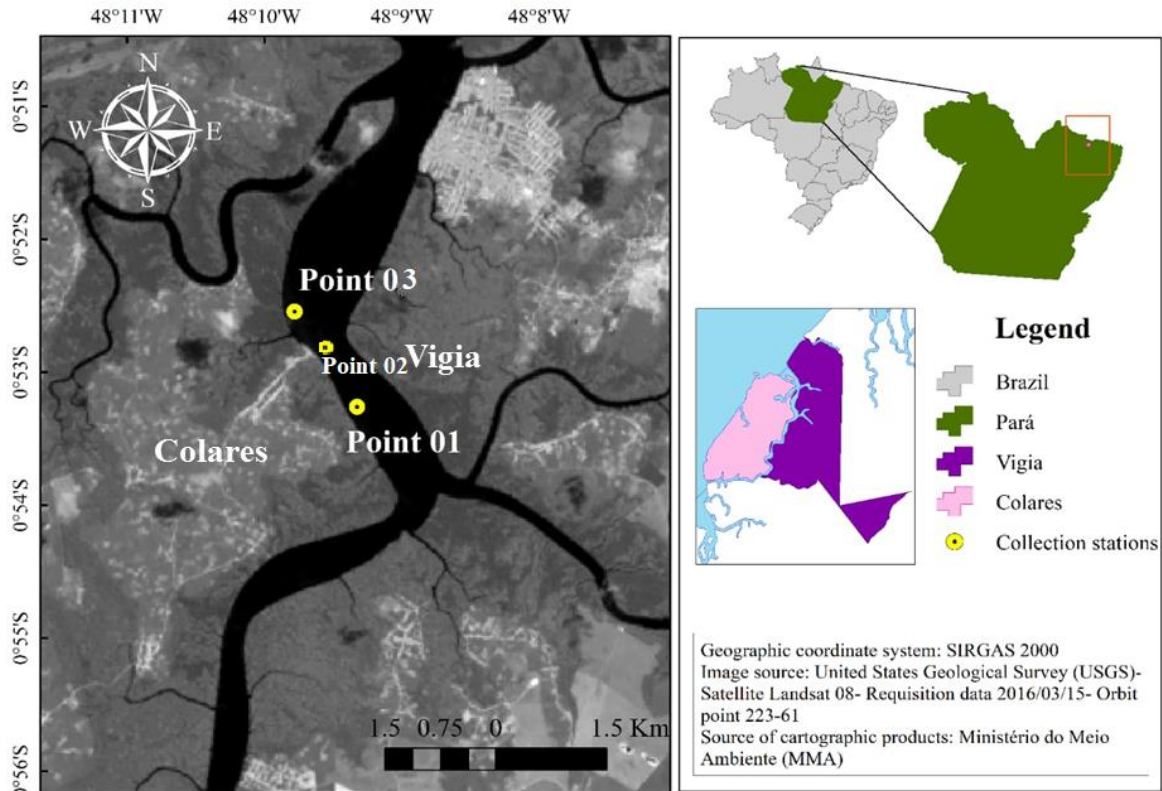
#### 4.1.1 Área de amostragem

O estuário de Guajará-Mirim é um acidente hidrográfico do município, fazendo limite, ao norte e oeste pela Baía do Marajó, a leste, com Vigia e, ao sul, com Santo Antônio do Tauá, convergindo vários rios e igarapés (onde se destacam o Tauapará, Itajurá, Mariteua, Fazenda, Maracajá), além do furo Itaqueçaua. Fazem também parte desta rede hidrográfica o rio Tupinambá e os igarapés Tauandeua, Chácara, Arari, Boca Larga e outros, que deságuam no Oceano Atlântico (IDESP, 2012).

As estações de coleta estão localizadas em um ambiente altamente dinâmico, com fortes correntes de marés geradas pelo vento com poder suficiente para propiciar a mistura das águas e ressuspensão dos sedimentos de fundos permitindo que no período de baixa pluviosidade as águas fiquem salobras devido à penetração da água marinha, pois devido a sua proximidade ao oceano Atlântico, estando sujeita a influência das macromarés oceânicas (RIBEIRO, 2004). As estações de coleta apresentam-se de acordo com as seguintes

coordenadas geográficas: estação 1 (00°52'55"S 48°09'34"W), 2 (S 00° 52 '50" W 048° 09' 38) e 3 (S 00° 52 '41 "W 048° 09' 47") (Figura 6).

**Figura 6-** Mapa da localização das estações de coleta, estuário de Guajará-Mirim no Município de Colares, Pará, Brasil



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

#### 4.2 Origem e período de coleta dos animais

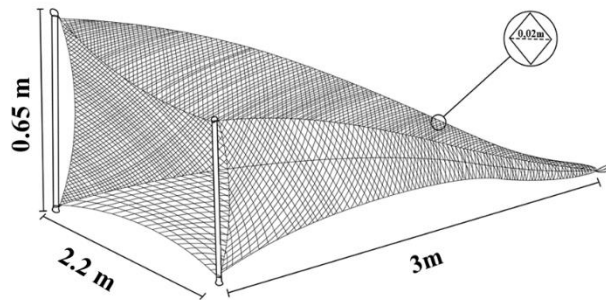
Os espécimes foram coletados bimensalmente, no período compreendido entre janeiro de 2012 a novembro de 2017, na área estuarina de Guajará Mirim, município de Colares, Pará, Brasil.

#### 4.3 Apetrecho de pesca

O apetrecho de pesca utilizado na pescaria artesanal do camarão rosa no Estuário de Guajará-Mirim foi um puçá de arrasto em formato de funil, confeccionado com poliamida, possuindo 3 m de comprimento, 65 cm de altura, 2,20 (m) de largura ou abertura e malha de 20 mm (Figura 7). O apetrecho apresentou duas varas de madeira com espessura regular amarrado

em suas extremidades da abertura do puçá para facilitar seu uso. A rede foi arrastada por dois pescadores em horário noturno durante a maré vazante num percurso total de 1.418 metros.

**Figura 7-** Aparelho de pesca de arrasto utilizado para a captura dos espécimes de *F. subtilis* no estuário de Guajará-Mirim-PA.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

#### 4.4 Variáveis ambientais

O monitoramento das principais características hidrológicas e ambientais como o potencial hidrogeniônico (pH), temperatura da água e salinidade, foram aferidas *in situ*, utilizando-se uma sonda multiparâmetros da marca HANNA modelo HI9828.

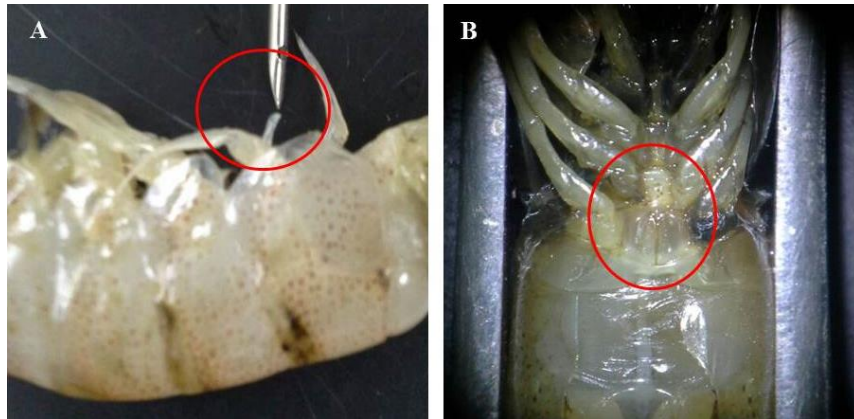
#### 4.5 Amostragem

Após cada arrasto, os indivíduos foram separados e armazenados em sacolas plásticas de polietileno devidamente etiquetadas de acordo com a data e o local de coleta. Os espécimes acondicionados em uma caixa térmica (isopor) e conservados em gelo, sendo conduzidos para identificação e análises biométricas até o Laboratório de Ecologia Aquática e Aquicultura Tropical – LECAT no campus da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, em Belém.

##### 4.5.1 Análise da espécie alvo

Os espécimes coletados foram identificados de acordo com Cervigón et al. (1992) e Pérez-Farfante e Kensley (1997). A identificação do sexo foi baseada através da observação do tético que está situado ventralmente na base entre o quarto e quinto par de pereópodos para as fêmeas e no petasma localizado no primeiro par de pleópodos para os machos com o auxílio de lupa binocular (Figura 8).

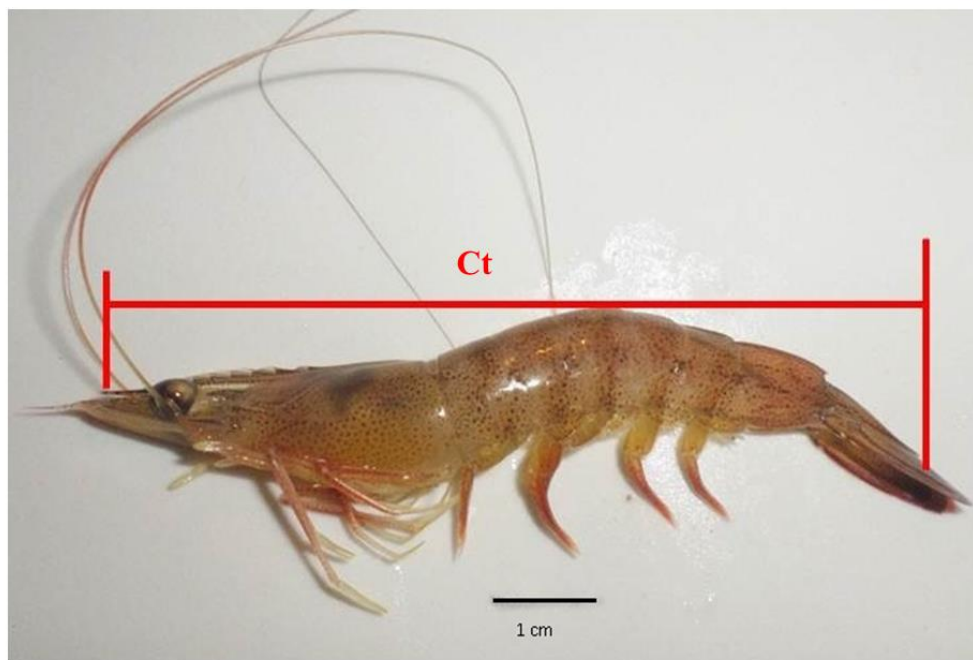
**Figura 8-** Detalhe do aparelho reprodutor do *F. subtilis*: A) Petasma; B) Téfico;



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Para cada espécime, foram mensuradas o comprimento total em cm (Ct) que compreende a distância entre a extremidade anterior do rostro e a extremidade posterior do télson, (Figura 9) usando um paquímetro com precisão de 0,01 mm e peso úmido total (Pt), com uma balança digital de precisão de 0,01 g.

**Figura 9-** Medidas analisadas para a espécie *Farfantepenaeus subtilis*: Comprimento total (Ct).



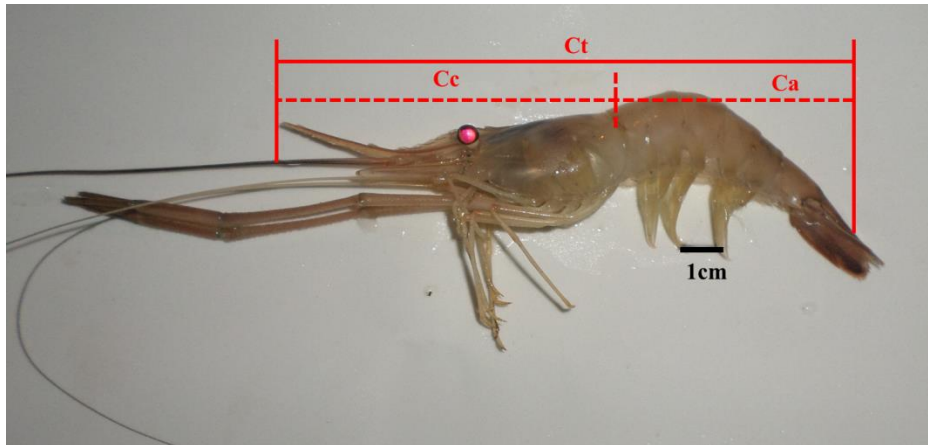
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

#### 4.5.2 Análise do camarão-da-Amazônia

Os espécimes coletados foram identificados de acordo com Melo (2003) e Espírito Santo et al (2005). A identificação sexual dos organismos foi baseada através da observação da

ausência ou presença do apêndice masculino com o auxílio de lupa binocular. Para cada espécime, foram mensurados os seguintes comprimentos: o comprimento total em cm (Ct) que compreende a distância entre a extremidade anterior do rostro e a extremidade posterior do télson, comprimento de cefalotórax (Cc) e comprimento do abdômen (Ca) usando um paquímetro com precisão de 0,01 mm (Figura 10) e peso úmido total (Pt), cefalotórax (Pc) e abdômen (Pa) com uma balança digital de precisão de 0,01 g.

**Figura 10-** Medidas analisadas para a espécie *Macrobrachium amazonicum*: Comprimento total (Ct); Comprimento do cefalotórax (Cc); Comprimento do abdômen (Ca);



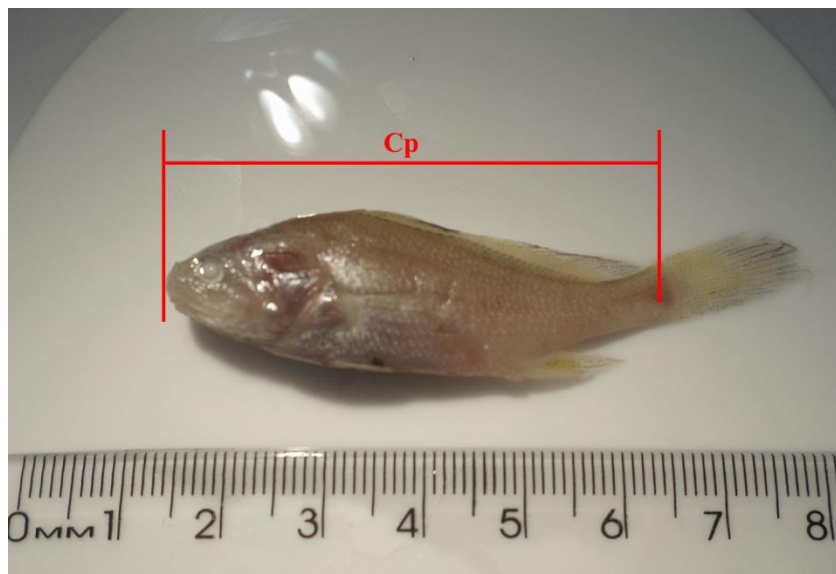
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

#### 4.5.3 Análise da ictiofauna acompanhante

A ictiofauna foi identificada de acordo com as referências de Figueiredo; Menezes, (1980), Cervigon et al, (1992), Carpenter (2002) e Espírito-Santo et al. (2005). Foi registrado o comprimento padrão usando um paquímetro com precisão de 0,01 mm (Figura 11) o peso total da captura da fauna de peixes a fim de obter a proporção da captura em massa (kg) de camarão rosa e da ictiofauna acompanhante e o peso total das espécies mais frequentes com uma balança digital de precisão de 0,01 g.



**Figura 11-** Medida analisada para os peixes: Comprimento padrão (Cp).



**Fonte:** Elaborado pelo autor. Espécie do gênero *Stellifer* (LORENZ OKEN, 1817).

A nomenclatura dos táxons seguiu o padrão internacional, utilizando-se a base de dados online da FishBase (FROESE; PAULY, 2019).

#### 4.6 Análise estatística geral

Para todo o período foi verificado as médias e desvio padrão das variáveis do comprimento (cm) e peso (g) dos organismos.

A frequência do comprimento para os camarões distribuídos em classes com intervalos de um 1 cm de comprimento total (Ct).

A razão sexual (sexo masculino: feminino) foi calculada pelo teste do qui-quadrado ( $\chi^2$ ), com nível de significância de 95%, para testar a diferença de 1: 1 (ZAR, 2009).

As relações entre comprimento e peso foram determinadas de acordo com a equação  $Pt = a.Ct^b$ , onde Pt = peso total; Ct = comprimento total (para os camarões) e Cp= comprimento padrão (para os peixes); e 'a' e 'b' = parâmetros de crescimento (WEATHERLEY e GILL, 1987). A taxa de crescimento de peso foi avaliada pelo grau de alometria como isométrico ( $b = 3$ ), alométrico positivo ( $b > 3$ ) ou alométrico negativo ( $b < 3$ ) (ZAR, 2009).

A existência de correlação foi determinada pelo coeficiente de correlação de Pearson (r), admitindo-se que  $r > 0$  indica uma relação direta  $r < 0$  indica uma correlação inversa e  $r = 0$  indica inexistência de correlação.

## REFERENCIAS

- ABLE, K. W. A re-examination of fish estuarine dependence: evidence for connectivity between estuarine and ocean habitats. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 64, n. 1, p. 5-17, 2005.
- ANDRADE, C.E.R; MARIN Y; HAZIN, F.H; BENEVIDES, L; NASCIMENTO, M; BENTES, B; OLIVEIRA, P.G. Diagnóstico da pesca de arrasto de camarões marinhos no Estado de Pernambuco, Brasil. **Biota Amazônia** Macapá, v. 6, n. 3, p. 1-6, 2016.
- Andrade-Tubino M.F., Ribeiro A.N.R. and Viana M. (2008) Organização espaço-temporal das ictiocenoses demersais nos ecossistemas estuarinos brasileiros: uma síntese. **Oecologia Brasiliensis** 12, 640–661.
- ARAGÃO, J. A. N. **Dinâmica populacional e avaliação do estoque do camarão rosa (*Farfantepenaeus subtilis* Pérez-Farfante 1967) na plataforma continental amazônica brasileira**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental. São Paulo, 2012.
- ARAGÃO, J. A. N., SILVA, K. C. A.; CINTRA, I. H. A. Pesca industrial do camarão-rosa na plataforma continental Amazônica: aspectos da dinâmica da população, avaliação do estoque e influência dos parâmetros ambientais. **Acta Fish. Aquat. Res.** 3 (1): 77-90. 2015.
- ARAUJO, M.V.L.F; CINTRA, I.H.A; FERREIRA, I.L.S; KLAUTAU, A.G.C.M; BRABO, M.F; SILVA, K.C.A. Frequência de ocorrência e sazonalidade de camarões em águas estuarinas de Salinópolis, Estado Do Pará, Brasil. **Bol. Téc. Cient. Cepnor**, Belém, v. 9, 2009.
- ARAÚJO, R.F. **Variação espaço temporal do microfitoplâncton em um estuário amazônico**. Dissertação de mestrado. 2013.
- ASANO-FILHO, M; HOLANDA, F.C.A.F; SANTOS; F.J.S. Influência Da Profundidade Na Distribuição Do Camarão rosa, *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez Farfante, 1967), Na Região Norte Do Brasil. **Bol. Téc. Cient. Cepnor**, BELÉM, V.3, N.1, P. 9-19, 2003.
- BARBIERI-JR, R. C.; OSTRENSKY-NETO, A. **Camarões marinhos – reprodução, maturação e larvicultura**. vol. 1. Viçosa: Ed. Aprenda fácil, 255p. 2002.
- BARLETTA-BERGAN, A.; BARLETTA, M. ; SAINT-PAUL, U. Structure and seasonal dynamics of larval fish in the Caeté river estuary in north Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 54:193-206. 2002.
- BARLETTA, M.; BARLETTA-BERGAN, A.; SAINT-PAUL, U. ; HUBOLD, G. Seasonal changes in density, biomass, and diversity of estuarine fishes in tidal mangrove creeks of the lower Caeté Estuary (northern Brazilian coast, east Amazon). **Marine Ecology Progress Series** 256:217-228. 2003.
- BARROS, D. F.; TORRES, M. F.; LUCENA FRÉDOU, F. Ictiofauna do estuário de São Caetano de Odíveas e Vigia (Pará, Estuário Amazônico). **Rev. Biota Neotropica**, vol. 11, n. 2. 367-389 p. 2011.
- BARTHEM, R.B. Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da baía de Marajó, estuário amazônico. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, ser. Zool. 2(1):49-69. 1985.



BASILIO, T. H.; SILVA, E. V.; FIORESI, D. B.; GOMES, M. P.; GARCEZ, D. S. Sustentabilidade das atividades pesqueiras do município de Piúma, litoral sul do Espírito Santo, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 48, n. 1, p. 69–86, 2015.

BELL, JD., POLLARD, DA., BURCHMORE, JJ., PEASE, BC. AND MIDDLETON, MJ., Structure of a fish community in a temperate tidal mangrove creek in Botany Bay, New South Wales. **Austral. J. Mar. Freshwater Res.**, vol. 35, no. 1, p. 33-46. 1984.

BENTES, B.S.; MARTINELLI, J. M.; CAVALCANTE, D. V.; SILVA, L. S.; ALMEIDA, M.C.; ISAAC V. J. Spatial distribution of the Amazon River shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, PA). *Brazilian Journal of Biology*. 2011.

BENTES, B. S.; MARTINELLI, J. M.; ISAAC, V. J. Dinâmica populacional do camarão-da-Amazônia – *Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862 (Decapoda: Palaemonidae) – no estuário Guajará – Belém – PA – Brasil. Tese de Doutorado, UFPA, Belém-PA. 2012.

BERNARD, H.R; **Research methods in cultural anthropology**. Sage. Newbury Park, CA, EEUU. 520p. 1988

BERNARDINO, A. F., BARROS, F., PEREZ, L. F., NETTO, S. A., COLLING, L. A., PAGLIOSA, P. R., LANA, P. C., MAIA, R. C., CHRISTO-FOLETTI, R. A., FILHO, J. S. R. ; COSTA, T. M. Monitoramento de ecossistemas bentônicos estuarinos. in TURRA, A. ; DENADAI, M. R. (eds.). **Protocolos para o moni-toramento de habitats bentônicos costeiros**. São Paulo, ReBentos, cap. 11: 134-154. 2015.

BOLTOVSKOY, D., **Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplancton Marino**. Inedep, Argentina, 936 pp. 1981.

BORGES, P. A.; TRAIN, S.; DIAS, J. D. ; BONECKER, C. C. Effects of fish farming on plankton structure in a Brazilian tropical reservoir. **Hydrobiologia** 649:279-291. 2010.

BRANCO, J.; VERANI, J.; PAULO, S. Análise quali-quantitativa da ictiofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas, na Armação do Itapocoró, Penha, Santa Catarina Armação Itapocoró. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.23, n.2, p.381-391, 2006.

BRANCO, J.O. Biologia e pesca do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Decapoda), na Armação do Itapocoroy, Penha, SC. **Revista Brasileira de Zoologia**, 22(4):1050-1062. 2005.

BRASIL. 2012 INSTRUÇÃO NORMATIVA INTERMINISTERIAL MPA/MMA Nº 15 de 28 de novembro de 2012. **Diário Oficial da União**, Seção 1, 30 novembro de 2012, p.81-82. Available on: <<http://www.jusbrasil.com.br/diarios/43729112/dou-secao-1-30-11-2012-pg-81>>

BROWDY, C. L. A review of the reproductive biology of *Penaeus* species: perspectives on controlled shrimp maturation system for high quality nauplii production. Proc. Of The Special Session On Shrimp Farm. **World Aquaculture Society**, p. 22-50. 1992.

CALAZANS, N. K. F.; SILVA, E.; SOARES, M.; SOARES, R. ; PEIXOTO, S. Influência da Salinidade no Crescimento, Sobrevivência e Osmolalidade da Hemolinfa do Camarão-Rosa (*Farfantepenaeus subtilis*). Resumo. JEPEX 2010. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2010.

CAMARGO M, MAIA T. Análise populacional do baiacu, *Colomesus psittacus* (Tetraodontiformes, Tetraodontidae), no estuário o rio Caeté, costa norte do Brasil. **Uakari** 2008; 4(1): 23-28. <http://dx.doi.org/10.31420/uakari.v4i1.34>.

CARDOSO, C. N. A.; NASCIMENTO, M. S.; CRUZ, P. A. P.; MENDES, N. C.B.; FONTES, V. B.; MARQUES, C. B.; ASP, E. N.; BENTES, B. S. Composição e estimativa da abundância das principais espécies de Sciaenidae (Teleostei: Perciformes) em uma região estuarina do norte do Brasil. **Arquivo de Ciências do Mar**, v. 47, n. 2, p. 39-45, 2014a.

CARPENTER KE.(Coord.). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: **Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae)**. 1. ed. Roma: FAO, 2002. 773 p.

CARVALHO, A. S. S. 2006. **Composição, abundância, variação espaço-temporal e estrutura populacional dos camarões Penaeidae (Crustacea; Decapoda) do estuário de Curuçá, Litoral Nordeste do Pará, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biologia Ambiental). Universidade Federal Do Pará, Bragança.

CARVALHO, A. S. S., MARTINELLI-LEMOES, J. M., NEVIS, A. B., ; ISAAC, V. Spatio-temporal variation of the density of shrimps *Farfantepenaeus Subtilis*, *Litopenaeus Schmitti* and *Xiphopenaeus Kroyeri* (Crustacea; Decapoda) in the Curuçá Estuary, North of Brazil. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 42(3), 598-610. 2016.

CARVALHO, A. S. S; MARTINELLI-LEMOES, J.M; NEVIS, A.B; ISAAC, V. Pulational Biology of Three Penaeidae Shrimps (Decapoda) In The Curuçá Estuary on the Northern Coast of Brazil. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 41(4): 975 – 986, 2015.

CARVALHO, T. C. C.; REIS, A. R; PALHETA, G. D. A; MELO, N. F. A. C. Composição taxonômica de macrocrustáceos decápodos capturados na pesca artesanal com puçá de arrasto em uma área estuarina Amazonica. In: SENHORAS, E. M. A (Org.). **Gestão Ambiental e Sustentável na Amazônia**. 1ed. Ponta Grossa: Atena Editora, v. 1, p. 21-32. 2019.

CASCORBI, A. Seafood Watch Seafood Report: Wild-caught warm water shrimp (Family Penaeidae-the Penaeid shrimps). Monterey, California, United States, Monterey Bay Aquarium. Disponível em: [http://www.montereybayaquarium.org/cr/cr\\_seafoodwatch/content/media/MBA\\_SeafoodWatch\\_WarmwaterShrimpReport.pdf](http://www.montereybayaquarium.org/cr/cr_seafoodwatch/content/media/MBA_SeafoodWatch_WarmwaterShrimpReport.pdf). Acesso em 25 junho de 2015.

CERVIGON, F.; CIPRIANI, R.; FISHER, W.; GARIBALDI, L. ; HENDRICKX, M.; LEMUS, A. J.; MÁRQUEZ, R. ; POUTIERS, J. M.; ROBAINA, G. ; RODRIGUES, B. 1992. **Guia de Campo de Lãs Espécies Comerciales Marinas y de ÁguasSalobres de La Costa Septentrional de Sur América**. Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion. Roma, 512p.

CHAVES, P. T.C; SILVA, A. V.F. Recursos-alvo que são também bycatch, e recomendação para a gestão da pesca de emalhe no litoral do Paraná, Brasil. **Revista CEPSUL-Biodiversidade e Conservação Marinha**, v. 8, p. e2019001, 2019.

CINTRA, I. H. A.; ARAGÃO, J. A. N.; SILVA, K. C. A. Maturação gonadal do camarão-rosa, *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967), na região norte do Brasil. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, 4 (1): 21-29. 2004.

- CORRÊA J. M.; GERHARD, P.; FIGUEIREDO, R. O. Ictiofauna de igarapés de pequenas bacias de drenagem em área agrícola do Nordeste Paraense, Amazônia Oriental. **Rev. Ambiente ; Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science**: vol. 7, n. 2, 214-230 p. 2012.
- CORRÊA, A.B; MARTINELLI, J.M. Composição da População do Camarão-Rosa *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1936) no Estuário do Rio Curuçá, Pará, Brasil. **Revista Científica da UFPA**, V. 7, Nº 01, 2009.
- COSTA, R.C., FRANSOZO, A., MELO, G.A.S., FREIRE, F.A.M., An illustrated key for Dendrobranchiata shrimps from the northern coast of São Paulo state, Brazil. **Biota Neotropica** 3, 1-12. 2003.
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; CASTILHO, A.L; FREIRE, F.A.M. Annual, seasonal and spatial variation of abundance of the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 85: 107-112. 2005.
- COSTELLO, T. J.; ALLEN, D. M. Synopsis of biological data on the pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad, 1939. **FAO Fisheries Report**, Rome, v.57, n.4, p.1499-1537, 1970
- COTO, C.F.; A.O. LUNA; A.L. CALV ; F.Z. GARCÍA. 1988. Abundancia de algunas especies de Anchoas en la laguna de Términos (México), estimada a través de la captura de huevos. **Annal del Institute de Ciência del Mar y Limnologia da Universidad Autónoma de México**, México, **15** (1): 125-134.
- CRIALES, M. M.; WANG, J.; BROWDER, J. A.; ROBBLEE, M. B.; JACKSON, T. L.; HITTLE, C. Variability in supply and cross-shelf transport of pink shrimp postlarvae into western Florida Bay. **Fishery Bulletin**, St. Petersburg, v.104, p.60–74, 2006.
- CRUZ, P. A., LEÃO, S. A., COSTA, J. F.; BENTES, B. Composição e abundância da fauna de camarões em um Estuário da Região Norte do Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, 24(1). 2011.
- CUTRIM, R. S. F.; SILVA, K. C. A.; CINTRA, I. H. A. Composição dos recursos pesqueiros capturados na área da “lixreira”, Pará, Brasil. **Boletim Técnico Científico do Cepnor**, Belém, v. 1, p. 59-76, 2001.
- D’INCAO, F. e REIS, E.G. Community-based management and technical advice in Patos Lagoon estuary (Brazil). **Ocean e Coastal Management**, 45: 531-539. 2002.
- D’INCAO, F. Subordem Dendrobranchiata (camarões marinhos). *In*: Backup, L.; Bond-Backup, G. **Os crustáceos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS. 1999.
- DALL, W.; HILL, B. J.; ROTHLSBERG, P. C.; STAPLES, D. J. **Advances in marinebiology (vol. 27): The biology of the Penaeidae**. London: Academic Press, 489 p. 1990.
- DE GRAVE, S., FRANSEN, C.H.J.M., Carideorum catalogus: the recent species of the Dendrobranchiata, Stenopodidean, Procarididean and Caridean shrimps (Crustacea: Decapoda). **Zoologische Mededelingen** 85, 195-588. 2011.

DE GRAVE, S.; PENTCHEFF, N. D.; AHYONG, S. T.; CHAN, T. Y.; CRANDALL, K. A.; DWORSCHAK, P. C.; WETZER, R. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. **Raffles Bulletin of Zoology**, 21: 1-109. 2009.

DIAS-NETO, J. Proposta de Plano Nacional de Gestão para o uso sustentável de Camarões marinhos do Brasil. Brasília: IBAMA, 2011.

DITTY, J; SHAW, R; COPE, J Distribution of carangid larvae (Teleostei: Carangidae) and concentrations of zooplankton in the northern Gulf of Mexico, with illustrations of early *Hemicaranx amblyrhynchus* and *Caranx* spp. larvae. **Mar Biol**. 145:1001 - 1014. 2004.

EAYRS, S. 2007. **A guide to bycatch reduction in tropical shrimp-trawl fisheries**. Revised edition. Roma, FAO. 108 p.

EMERENCIANO, M.G.C.; WASIELESKY, W.J.; SOARES, R.B.; BALLESTER, E.C.; IZEPP, E.M; CAVALLI, R.O. Crescimento e sobrevivência do camarão rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) na fase de berçário em meio heterotrófico. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, 29(1): 1-7. 2007.

ESPÍRITO-SANTO, R. V.; ISAAC, V. J.; SILVA, L. M. A.; MARTINELLI, J. M.; HIGUCHI, H.; SAINTPAUL, U. **Peixes e Camarões do Litoral Bragantino, Pará, Belém, Brasil**. MADAM. 268p. 2005.

ESPÍRITO-SANTO, R. V.; ISAAC, V. J. Desembarques da pesca de pequena escala no município de Bragança-PA, Brasil: esforço e produção. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 25, n. 1, 2012.

FERNANDES, L. P; KEUNECKE, K. A.; DI BENEDITTO, A. P. M. Produção e socioeconomia da pesca do camarão sete-barbas no norte do estado do Rio de Janeiro. **Boletim Instituto de Pesca**, 40(4): 541 – 555. 2014.

FONSECA, A. F.; SOUZA, R. A. L. Relações morfométricas de algumas espécies de peixes da fauna acompanhante capturada nas pescarias artesanais do camarão em região estuarina do rio Taperaçu (Bragança-PA-Brasil). **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, v. 6, n. 1, p. 79-87, 2002.

FRANÇA, N. F. C., DE MORAES, A. B., CARVALHO-BATISTA, A., DE MELO, M. C. R. B., LÓPEZ-GRECO, L., MANTELATTO, F. L., ; DE MORAIS FREIRE, F. A. *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) and *F. brasiliensis* (Latreille, 1817)(Decapoda, Penaeidae): Ontogenetic comparison using the combined analysis of secondary sexual characters and molecular markers. **Fisheries Research**, 216, 89-95. 2019.

FREITAS, Á.C; MATSUNAGA, A. M. F.; Furtado-JUNIOR, I. A pesca artesanal de pequena escala na comunidade da Ilha de Algodão-Maiandeuá, Maracanã-Pará. **Boletim Técnico Científico do CEPNOR**, v. 19, n. 1, p. 29-35, 2019.

GARCIA, S. M. A note on environmental aspects of penaeid shrimp biology and dynamics. In: John A. Gulland and Brian J. Rothschild (Eds.), **Penaeid Shrimps - Their Biology and Management**. Surrey, England: Fishing News Books, Ltd., p.268- 271, 1985b

GARCIA, S. M.; LERESTE, L. Life cycles, dynamics, exploitation and management of coastal penaeid shrimp stocks. **FAO Fisheries**, Technical Paper, Rome, n.203, 215p. 1981.

GERLING, C., RANIERI, C., FERNANDES, L., GOUVEIA, M. T. J. ; ROCHA, V. 2016. **Manual de ecossistemas marinhos e costeiros para educadores**. Santos, Editora Comunicar. 34p. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/ManualEcossistemasMarinhoseCosteiros3.pdf>. Acesso em: jan. 2020.

GIARRIZZO, T. ; KRUMME, U. 2007 Spatial differences and seasonal cyclicity in the intertidal fish fauna from four mangrove creeks in a salinity zone of the Curuçá Estuary, North Brazil. **Bull. Mar. Sci.** 80:739-754.

GILLET, R. Global study of shrimp fisheries. **FAO Fisheries**, Technical Paper 475. Roma: FAO, 331p. 2008.

GONÇALVES, J.A. **Caracterização da pesca artesanal de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862), com puçá de arrasto manual em um estuário tropical amazônico**. Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais). Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 130f. 2016.

GUIMARÃES, R. H. E. **Influência da sazonalidade sobre as águas estuarinas dos furos da ilha de Colares (baía do Marajó)**. Dissertação Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, 2014.

HADDAD JUNIOR, V. Animais aquáticos de importância médica no Brasil. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, Uberaba , v. 36, n. 5, p. 591-597, Oct. 2003 . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext;pid=S0037-86822003000500009;lng=en;nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext;pid=S0037-86822003000500009;lng=en;nrm=iso)>. access on 11 Sept. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822003000500009>.

HARRISON, K. E. The Role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of decapod crustacean: a review. **Journal of shellfish research** 9 (9): 1-28. 1990.

HART, CW Jr (Ed.). **Pollution ecology of estuarine invertebrates**. Elsevier, 422p. 2012.

HILL, A.E. Vertical migration in tidal currents. **Marine Ecology Progress Series**, v. 75, p. 39–54, 1991.

HUGHES, D.A. Responses to salinity change as a tidal transport mechanism of pink shrimp, *Penaeus duorarum*. **Biological Bulletin**, Woods Hole, v.136, p.45-53, 1969.

IBAMA. Camarão norte e piramutaba: relatórios reuniões dos grupos permanentes de estudos. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Coleção Meio Ambiente, Série Estudos-Pesca** 9, 148p. 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010. <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualização/dtbs/para/colares>. Acesso em 20 de agosto de 2015.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO PARÁ-IDESEP. **Estatística Municipal: Colares**. Belém-PA. 49p. 2012. Disponível em: <<http://iah.iec.pa.gov.br/iah/fulltext/georeferenciamento/vigia.pdf>>. Acesso em: 28 agosto. 2015.

ISAAC, V. J.; DIAS NETO, J.; DAMASCENO, F. G. Camarão rosa da costa Norte. Biologia, dinâmica e administração pesqueira. Brasília, IBAMA – **Coleção Meio Ambiente. Série Estudos Pesca**. V. 1, 187p. 1992.

ISAAC-NAHUM, V. J. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros do litoral amazônico: um desafio para o futuro. **Cienc. Cult.** vol.58, n.3, pp.33-36. ISSN 0009-6725. 2006.

ITIS - Integrated Taxonomic Information System. *Farfantepenaeus subtilis* TSN 551577, 2018. Disponível em: <https://www.itis.gov>

KIMMERER, W. J. Effects of freshwater flow on abundance of estuarine organisms: physical effects or trophic linkages? **Marine Ecology Progress Series** 243:39-55. 2002.

KING, J. E. A Study of the Reproductive Organs of the Common Marine Shrimp, *Penaeus setiferus* (Linnaeus). **Biological Bulletin**, Woods Hole, v.94, n.3, p.244-262, 1948.

KLIPPEL, S.; VOOREN, C.M.; LAMÓNACA, A.F.; PERES, M.B. A pesca industrial no sul do Brasil. In: Vooren, C.M.; Klippel, S. (Ed.). **Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil**. Porto Alegre: Igaré. p. 135-178. 2005.

LAROCHE, W.A; DITTY, J.G; LAMKIN, J.T; WHITCRAFT S Carangidae: Jacks. In: Richards WJ, editor. **Arly stages of Atlantic fishes: an identification guide for the western central north Atlantice**. 2:1439 - 510. 2005.

LARSON, S. C.; M. J. AVYLE, V. D.; BOZEMAN JR, E. L. Species profiles: life histories and environmental requirements o f coastal fishes and invertebrates (South Atlantic)- brown shrimp. U.S. **Fish Wild Service Biology**, Rep. 82(11.90). U.S. Army Corps of Engineers TR EL-82-4, 1989. 14p

LIMA, B.B. e VELASCO, G. Estudo piloto sobre o Autoconsumo de pescado entre pescadores artesanais do estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 38(4): 357–367. 2012.

LONERAGAN, N. R. River flows and estuarine ecosystems: implications for coastal fisheries from a review and a case study of the Logan river, southeast Queensland. **Australian. Journal of Ecology** 24:431-440. 1999.

LONERAGAN, N. R.; KENYON, R. A.; HAYWOOD, M. D. E.; STAPLES, D. J. Population dynamics of juvenile tiger prawns (*Penaeus esculentus* and *P. semisulcatus*) in seagrass habitats of the western Gulf of Carpentaria, Australia. **Marine Biology**, v.119, p.133-143, 1994.

MA, K. Y; CHAN, T.Y; CHU, K. H. Refuting the six-genus classification of *Penaeus* s.l. (Dendrobranchiata, Penaeidae): a combined analysis of mitochondrial and nuclear genes. **Zoologica Scripta**, v. 40, p. 498–508, 2011.

MACGREGOR, J.M.; E.D. HOUDE. 1996. Onshore-Offshore pattern and variability in distribution and abundance of bay anchovy *Anchoa mitchilli* eggs and larvae in Chesapeake Bay. **Marine Ecology Progress Series**, Nordbunte, **138**: 15-25.

MARCENIUK, A.P. Chave para identificação das espécies de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) da costa brasileira. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, v.31, n.2, p.89-101, 2005.

MARTIN, J. W. & DAVIS, G. E. An updated classification of the recent Crustacea. Natural History Museum of Los Angeles County. **Science Series** 39, Los Angeles. 2001.

MARTINELLI, J. M. **Estrutura populacional dos camarões Penaeidae no estuário do rio Caeté, litoral Norte do Brasil**. Belém, Pará. Tese de doutorado. 2005.

- MCGOWAN, M.F. & F.H. BERRY. Clupeiformes: Development and Relationships. In *Ontogeny and Systematics of Fishes – Ahlstrom Symposium*. **American Society of Ichthyologist and Herpetologist**, Califórnia, **8**: 108-126. 1983.
- MCLUSKY, D.S., ELLIOTT, M., **The Estuarine Ecosystem: ecology, threats and management**. Oxford University Press, New York, 223 pp. 2004.
- MENDES, F.L.S. & BARTHEM, R.B. Hábitos alimentares de bagres marinhos (Siluriformes: ariidae) do estuário amazônico. **Amazônia: Ci. & Desenv.**, v. 5, n. 10, 2010.
- MENDONÇA J.T. **Gestão dos recursos pesqueiros do complexo estuarino-lagunar de Cananeia-Iguape-Ilha Comprida, litoral sul de São Paulo, Brasil**. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 383p. 2007.
- MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de Oceanografia Física de Estuários**. São Paulo: Edusp, 411 p. 2002.
- MONTEIRO, S.M.; EL-ROBRINI, M.; ALVES, I.C.C. Dinâmica sazonal de nutrientes em estuário amazônico. **Mercator**, v. 14, n. 1, p. 151-162, 2015.
- MONTELES, J. S.; FUNO, I. C. A; CASTRO, A. C. L. Caracterização da pesca artesanal nos municípios de Humberto de Campos e Primeira Cruz – Maranhão. **Boletim do laboratório de hidrobiologia**, 23:65-74. 2010
- MPA – MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. 2014. Produção pesqueira e aquícola. Disponível em: Acesso em: 5 nov. 2014
- NEAL, R.A., MARIS, R.C., Fisheries biology of shrimps and shrimplike animals. In: Provenzano Jr, A.J. (Ed.), *Economic Aspects: Fisheries and Culture, the Biology of Crustacea*. **Academic Press**, Inc, New York, pp. 1-110. 1985.
- NEIVA, G.S., WORSMANN, T.U; OLIVEIRA, M.T., VALENTI, H. Contribuição ao estudo da maturação da gônada feminina do “camarão rosa” (*Penaeus paulensis* Pérez Farfante, 1967). **Bol. Inst. Pesca**. S. Paulo. 1 (4): 23-38. 1971.
- NELSON, J. S. **Fishes of the world**. **Wiley**, 4 edition, 624 p. 2006.
- NETO, J.D; DIAS, J.F.O.O. **uso da biodiversidade aquática no Brasil: Uma avaliação com foco na pesca**. IBAMA, Brasília, 287p. 2015.
- NOBREGA, P. S. V; BENTES, B; MARTINELLI-LEMOS, J. M. Composition of shrimp populations (Crustacea: Decapoda) in non-vegetated areas of two river islands in a Brazilian Amazon estuary. **Zoologia** (Curitiba) [online], vol.30, n.6, pp.652-660. Epub Dec 06, 2013.
- NUNES, A. J. P. **Feeding dynamics of the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* Pérez-Farfante, 1967 (Crustacea, Penaeidae) under semi-intensive culture in NE Brazil**. 166 f. Theses Memorial University of Newfoundland. St. John’s Newfoundland. 1995.
- NUNES, A. J. P., GESTEIRA, T. C. V., GODDARD, S. Food ingestion and assimilation by the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 149, p. 121-136, 1997.

- OLIVEIRA, D.M.; FRÉDOU, F.L. Caracterização e dinâmica espaçotemporal da atividade pesqueira na Baía de Marajó – Estuário Amazônico. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 44, n. 3, p. 40-53, 2011.
- OLIVEIRA, D.M., FRÉDOU, T., LUCENA, F., A pesca no Estuário Amazônico: uma análise uni e multivariada. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi** 2, 11-21. 2007.
- PÉREZ-FARFANTE, I. **Illustrated key to penaeoid shrimp of commerce in the Americas**. NOAA Technical Report. Department of Commerce. National Oceanic and Atmospheric Administration. National Marine Fisheries Service, 32p. 1988.
- PÉREZ-FARFANTE, I. P. Western Atlantic shrimps of the genus *Penaeus*. **Fisheries Bulletin**, 67(3): 461-591. 1969.
- PERÉZ-FARFANTE, I., **A new species and two new subspecies of shrimps of the genus *Penaeus* from Western Atlantic**. Proceedings of The Biological Society of Washington 80, 83-100. 1967.
- PÉREZ-FARFANTE, I; KENSLEY, B. Penaeoid and Sergestoid shrimp and prawns of the world keys and diagnosis for the families and genera. **Memoires du Museum National d’Histoire Naturelle**. Tome 175.1997.
- PINA, J.V.; CHAVES, P. T. Incidência da pesca de arrasto camaroeiro sobre peixes em atividade reprodutiva: uma avaliação no litoral norte de Santa Catarina, Brasil. **Atlântica**, 31(1): 99-106. <http://dx.doi.org/10.5088/atl.2009.31.1.99>. 2009.
- PINHEIRO, R. H.S.; SANTANA, R. L. S; MONKS, S.; SANTOS, J. N; GIESE, E.G. *Cucullanus marajoara* n. sp. (Nematoda: Cucullanidae), a parasite of *Colomesus psittacus* (Osteichthyes: Tetraodontiformes) in the Marajó, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 27(4), 521-530. 2018.
- PORTO, H. L. R. & SANTOS A. B. L. Contribuição ao conhecimento da ecologia e biologia do camarão vermelho, *Penaeus (Farfantepenaeus) subtilis* Perez-Farfante, 1967 na Ilha de São Luis, Estado do Maranhão. **Bol. Lab. Hidrob.**, São Luís, 9: 55-71. 1996.
- REIS, E.G. Pesca artesanal na Lagoa dos Patos. História e administração pesqueira. In: ALVES, F. N. (Ed.). **Por uma história multidisciplinar do Rio Grande**. Ed. FURG, Rio Grande, RS. 81-84p. 1999.
- REYMOND, H., LAGARDERE, J.P. Feeding rhythms and food of *Penaeus japonicus* Bate (Crustacea, Penaeidae) in salt water ponds: role of halophilic entomofauna. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 81, p. 125–143, 1990.
- RIBEIRO, K. T. **Água e saúde humana em Belém**. Projeto MEGAM. Editora Cejup. 2004.
- ROBERT, R.; BORZONE, C. A.; NATIVIDADE, C. D. Os camarões da fauna acompanhante na pesca dirigida ao camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) no litoral do Paraná. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 33, n. 2, p. 237-246, 2007.
- ROGERS, B. D.; SHAW, R. F.; HERKE, W. H.; BLANCHET, R. H. Recruitment of postlarval and juvenile brown shrimp (*Penaeus aztecus* Ives) from offshore to estuarine waters of the northwestern Gulf of Mexico. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.36, p.377-394, 1993.



ROTHLISBERG, P. C.; CHURCH, J. A.; FANDRY, C. B. A mechanism for near-shore concentration and estuarine recruitment of post-larval *Penaeus plebejus* Hess (Decapoda, Penaeidae). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.40, p.115–13, 1995.

RUPPERT, E. E; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. São Paulo: Roca, 6ª ed., 1013 p. 1996.

SAMPAIO, H.A; MARTINELLI-LEMOES, J.M. Use of intertidal areas by shrimps (Decapoda) in a Brazilian Amazon estuary. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 86(1): 301-313. 2014.

SANTANA I. C. H. **Estudo Morfológico do Sistema Reprodutor Feminino do Camarão *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967), do Litoral Cearense**. 2005. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) Programa de Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

SANTANA PL NO, AQUINO EC, SILVA JA, AMORIM ML, OLIVEIRA AE JR, HADDAD V JR. Intoxicação fatal causada por baiacu (Tetrodontidae): relato de um caso envolvendo criança. **Rev Soc Bras Med Trop** 2010; 43 (1): 92-94. PMID: 20305977.

SANTOS, M. A. S. D.A Cadeia produtiva da pesca artesanal no Estado do Pará: estudo de caso no Nordeste Paraense. **Amazônia Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v.1, n. 2005.

SANTOS, G. M.; SANTOS, A. C. M. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. **Estud. Av.** São Paulo, v. 19, n. 54, pág. 165-182. 2005.

SANTOS, M.C.F., BRANCO, J.O; BARBIERI, E. Biologia e pesca do camarão sete-barbas nos estados nordestinos brasileiros onde não há regulamentação do período de defeso. **Boletim do Instituto de Pesca**, 39(3): 217-235. 2013.

SANTOS, M.C.F; SILVA, K.C.A; CINTRA; I.H.A. Carcinofauna acompanhante da pesca artesanal do camarão-sete-barbas ao largo da foz do rio São Francisco (Alagoas e Sergipe, Brasil). **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**. 4:1-10, 2016.

SEDREZ, M. C.; SANTOS, C. F.; MARENZI, R. C.; SEDREZ, S. T.; BARBIERI, E.; BRANCO, J. O. Caracterização socioeconômica da pesca artesanal do camarão sete-barbas em Porto Belo, SC. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 311-322, 2013.

SILVA, L. M. A; ISAAC, V. J. Ocorrência e estrutura das populações de camarões (Crustacea, Decapoda), no estuário do rio Caeté, município de Bragança-PA, Brasil. In: 3º Workshop Internacional: Dinâmica e recomendações para manejo em áreas de manguezais de Bragança-PA. Programa MADAM, UFPA/MPEG/ZMT, Belém, p. 11-12. 1997

SILVA, C.A., **Análise morfoestratigráfica do estuário do Rio Marapanim - NE do Pará**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará. 1998

SILVA, M.C., Estuários - critérios para uma classificação ambiental. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** 5, 25-35. 2000.

SILVA, K. C. A.; CINTRA, I. H. A.; SOUZA, R. A. L. & GARRIDO, P. A. M. Camarões capturados em áreas estuarinas no município de Vigia-Pará- Brasil. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, 2(1): 81-96. 2002.

- SILVA, M. A., F. G. ARAÚJO, M. C. C. AZEVEDO & P. MENDONÇA. Distribuição espacial e temporal de *Cetengraulis edentulus* (Cuvier, 1829) (Actinopterygii, Engraulidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 20: 577-581. 2003.
- SILVA, A.C. **Caracterização Ambiental E Distribuição Espaço-Temporal Da Biodiversidade De Ovos E Larvas De Peixe No Estuário Guajará-Mirim (Pará-Brasil)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural Da Amazônia, 2013.
- SILVA, E.F; CALAZANS, N; NOLÉ, L; VIANA, A; SOARES, R; PEIXOTO, S; FRÉDOU, F.L. Population dynamics of the pink shrimp *Farfantepenaeus subtilis* (PÉREZ-FARFANTE, 1967) in Northeastern Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, VOL. 35, NO. 2, 2015.
- SILVA-GONÇALVES, R.S.; D'INCAO, F. Perfil socioeconômico e laboral dos pescadores artesanais de camarão-rosa no complexo Estuarino de Tramandaí (RS), Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 42(2): 387-401. <http://dx.doi.org/10.20950/1678-2305.2016v42n1p387>. 2016.
- SILVANO, R.A.M. Pesca artesanal e etnoictiologia. In: BEGOSSI, A. (org), “**Ecologia de Pescadores da Mata Atlântica e da Amazônia**”. 185-220, Ed. UCITEC, NEPAUB/USP, São Paulo, SP, Brasil. 2004.
- SOUZA, M. R. Caracterização Da “Mistura” Na Pesca De Arrasto-De-Parelha Desembarcada Em Santos E Guarujá, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.33, n.1, p.43-51, 2007.
- SPACH, H.L., SANTOS, C., GODEFROID, R.S., Padrões temporais nas assembleias de peixes na Gamboa do Sucuriú, Baía de Paranaguá, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 20, 591-600. 2003.
- TAKEDA, M.; OKUTANI, T. **Crustaceans and Mollusks trawled off Suriname and French Guiana**. Japan Marine Fishery Resource Research Center. 354 p. (1983)
- TAVARES, C., GUSMÃO, J. Description of a new Penaeidae (Decapoda: Dendrobranchiata) species, *Farfantepenaeus isabelae* sp. nov. **Zootaxa**. 4171(3): 505-516. 2016.
- TEODORO, S.S.A., TEROSSI, M., MANTELATTO, F.L., COSTA, R.C. Discordance in the identification of juvenile pink shrimp (*Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis*: Family Penaeidae): An integrative approach using morphology, morphometry and barcoding. **Fisheries Research**. 183: 244-253. 2016.
- VIANNA, M.; D'INCAO, F. Evaluation of bycatch reduction devices for use in the artisanal pink shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*) fishery in Patos Lagoon, Brazil. **Fisheries Research**, v.81, p.331-336, 2006.
- VIANA, AP.; FRÉDOU, F. L.; FRÉDOU, T.; TORRES, M. F.; BORDALO, A. Fish fauna as an indicator of environmental quality in an crustacea region of the Amazon Estuary. **Journal of Fish Biology**, nº 76, p. 467-486. 2010.
- VILAR, C. C.; SPACH, H. L. & JOYEUX, J. C Spatial and temporal changes in the fish assemblage of a subtropical estuary in Brazil: environmental effects. **Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom** 91(3):635-648. . 2011.

WENNER, E. L.; KNOTT, D. M.; BARANS, C. A.; WILDE, S. ; BLANTON, J. O.; AMFT, J. Key factors influencing transport of white shrimp (*Litopenaeus setiferus*) post-larvae into the Ossabaw Sound system, Georgia, USA. **Fisheries Oceanography**, [s.l.], v.14, n.3, p.175–194, 2005.

WOLFF, W. J. 1973. **The estuary as a habitat**. Leiden, E. J. Brill. 251p.

WORMS - **World Register of Marine Species**. Acessado de <http://www.marinespecies.org>. 2017.

WORSMANN, T. U., BARCELOS, S. R., FERRI, A. C. Étude histologique de l'ovaire de *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, S. Paulo, 34-54. 1976.

YAÑEZ-ARANCIBIA, A., **Taxonomia, ecologia y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México**. Universidad Nacional Autónoma de México, México 2, 1-306. 1978.

**CAPÍTULO II - SEASONALITY IN ARTISANAL CAPTURE OF *Farfantepenaeus subtilis* (PÉREZ-FARFANTE, 1967) IN A TROPICAL AMAZON ESTUARY**

**Submissão à revista científica: Regional Studies in Marine Science**

**ISSN: 2352-4855**

**Artigo de acordo com as normas no seguinte site:**

[https://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws\\_home/734491?generatepdf=true](https://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/734491?generatepdf=true)

Foram respeitadas todas as normas de apresentação de artigo da revista.

## Seasonality in artisanal capture of *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) in a tropical Amazon estuary

### ABSTRACT

The pink shrimp *Farfantepenaeus subtilis* is ecologically important, and it is captured from tropical Amazon estuaries at a small scale via artisanal fishing. The present study aimed to verify the abundance of pink shrimp and its association with seasonality in the Guajará-Mirim estuary, Colares, Pará, Brazil, to generate data for supporting its sustainable management in the light of exploitation by artisanal fisheries in this region. Sampling was performed every 2 months between January 2012 and November 2016 using a shrimp net, and hydrological characteristics (pH, water temperature, and salinity) were monitored in situ. The studied region has two distinct seasons: rainy (from January to June, heavy precipitation) and dry (from July to December, little precipitation). Salinity was significantly different between dry and rainy seasons, and average salinity was inversely proportional to precipitation in each season. A total of 8,377 pink shrimp specimens were captured during the study period (52% females and 48% males) average body length were  $5.56 \pm 1.14$  cm and average body weight were  $1.25 \pm 0.83$  g. The highest abundance of *F. subtilis* was observed when the salinity of the water was low (rainy seasons). Our results demonstrate the importance of hydrological characteristics associated with the capture of pink shrimp in the Guajará-Mirim estuary. These data are crucial for future management and policies in this region.

**Key words:** Penaeidae, Dry season, Rainy season, Pink shrimp.

### 1. Introduction

Shrimp of the genus *Farfantepenaeus* (Burukovsky, 1997) are among the most exploited fishing resources along the American coast, particularly the Brazilian coast (Boos et al., 2016). Among species belonging to this genus, pink shrimp (*Farfantepenaeus subtilis*) (Perez-Farfante, 1967) is an important resource for industrial fishing along the northern coast of Brazil. This species has high commercial value and thus greatly contributes to export trade, mainly to Japan and the USA, as it is the main product (in the form of frozen tails) of the fishing industry traded internationally from the state of Pará (Assano-Filho et al., 2003; Aragão et al., 2015).

As observed in most feathered shrimp, during the life cycle of *F. subtilis*, postlarvae are transported to estuaries through coastal currents. The estuaries are characterized as recruiting areas and are fundamental for the life cycle of this species (Cintra et al., 2004). Moreover, shrimp abundance is closely associated with habitat, season, and environmental factors in a particular region (Bentes et al., 2012).

In estuaries, pink shrimp are mostly captured via craft-motorized or non-motorized vessels in shallow waters close to the coast at a moderate scale. Industrial vessels are used for capture on the Amazon continental shelf (Aragão et al., 2001).

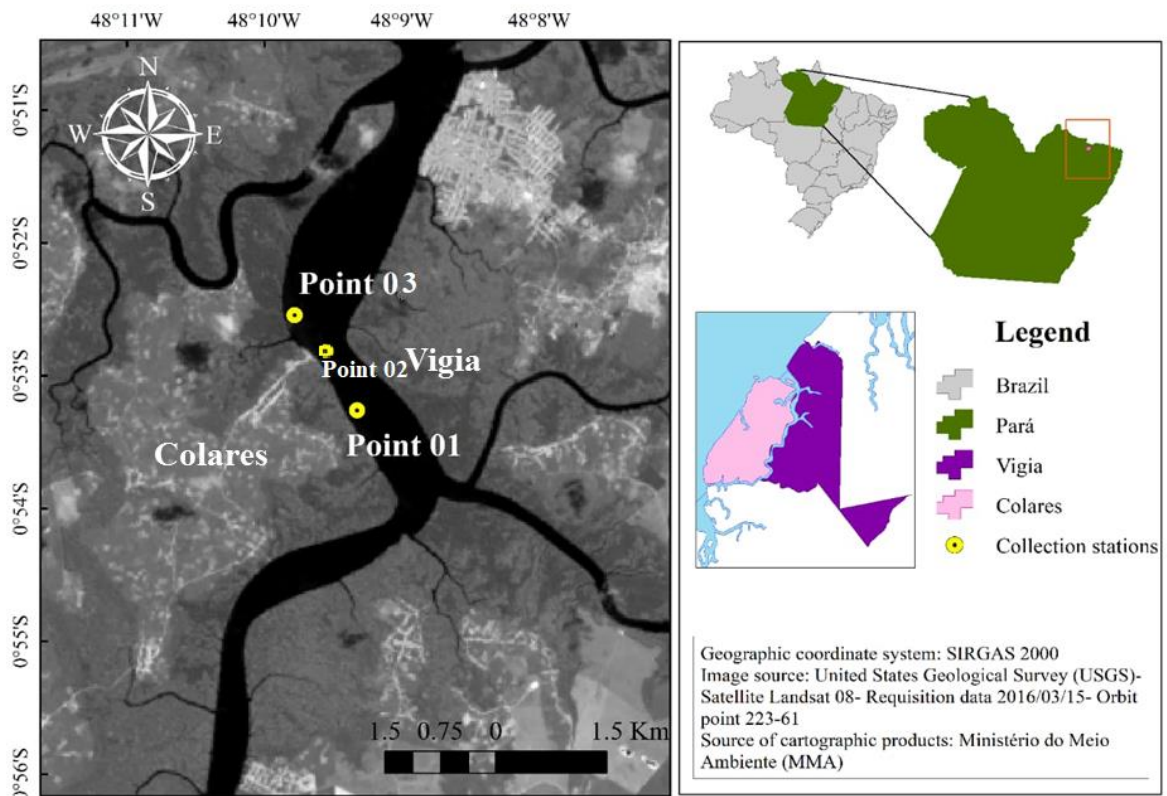
Pink shrimp is ecologically important, and its capture in tropical estuaries is performed at a small scale via artisanal fishing. In this type of fishing, mostly juveniles are

captured, which reduces adult population in the adjacent coastal regions that are targets of industrial fishing. In this context, the present study aimed to assess the abundance of pink shrimp and its association with seasonality in the Guajará-Mirim estuary, Colares, Pará, Brazil, to gather data for supporting sustainable management of this species in the light of exploitation via artisanal fisheries in this region.

## 2. Materials and methods

Sampling was performed every 2 months between January 2012 and November 2017 using a manual trawl net (length, 3 m; height, 0.65 m; width, 2.20 m; mesh size, 0.02 m) at two stations.

During low tide at night, the fishing net was dragged to a depth of 1.0 m for 45 min in a total 1.418 m course between stations 1 ( $00^{\circ}52'55''S$   $48^{\circ}09'34''W$ ), 2 ( $S$   $00^{\circ} 52' 50'' W$   $048^{\circ} 09' 38''$ ) and 3 ( $S$   $00^{\circ} 52' 41'' W$   $048^{\circ} 09' 47''$ ) (Fig. 1).



**Fig.1.** Location of collection points, Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil

The captured individuals were stored, labelled according to collection date and place, packed in a thermal box, preserved on ice, and taken to the laboratory for further physicochemical and taxonomic analyses.

Species were identified according to the keys of Cervigon et al. (1992) and Pérez-Farfante and Kensley (1997). The following lengths were measured: the total length (LT)

comprising the distance between the anterior end of the rostrum and the posterior end of the telson, using a caliper with 0.01 mm accuracy and total weight (TW), with a 0.01 g precision digital scale. Key hydrological characteristics (pH, water temperature, and salinity) were measured in situ using a multiparameter probe (HI9828, HANNA Instruments).

Monthly data of the number of days and level of precipitation were obtained from the pluviometric station in the municipality of Vigia according to the guidelines of the National Hydrometeorological Network of the National Water Agency (ANA, 2020). These data represent a historical series from 1982 to 2016 and are collected, stored, and organized both monthly and annually.

The obtained variables were linearized by evaluating data normality using Shapiro–Wilk test. Pluviometric data were analyzed using ANOVA (5% probability level). Spearman correlation coefficients ( $r$ ) were calculated to determine the trends of physiochemical parameters and their degree of association with mean precipitation index during the study period (ZAR, 1996). Seasonal variations in physicochemical parameters were analyzed using Student's t-test ( $\alpha = 0.05$ ).

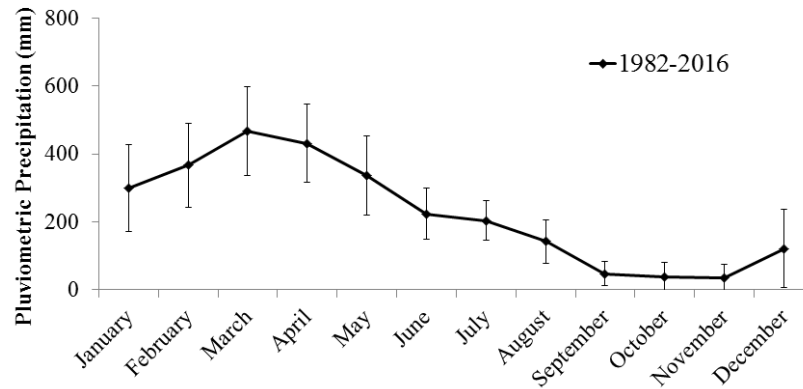
The ANOVA test was applied to verify potential differences between seasonal and annual catch abundance and to analyze the relationship between abundance and environmental variables. The associations of environmental variables with species abundance were analyzed through principal component analysis (PCA) using a matrix of monthly catch abundances and mean environmental variables (temperature, pH, salinity, and precipitation index).

### **3. Results**

#### *3.1 Environmental variables*

Annual mean precipitation between 1982 and 2016 was 226.05 mm. Monthly means showed seasonal peaks, with the minimum of 35.13 mm in November and the maximum of 467.38 mm in March. Precipitation index varied widely throughout the year.

Based on rainfall regime of the last 34 years, two distinct seasons characteristic to the Amazon estuarine region were identified: rainy (from January to June, heavy precipitation) and dry (from July to December, little precipitation) (Fig. 2).

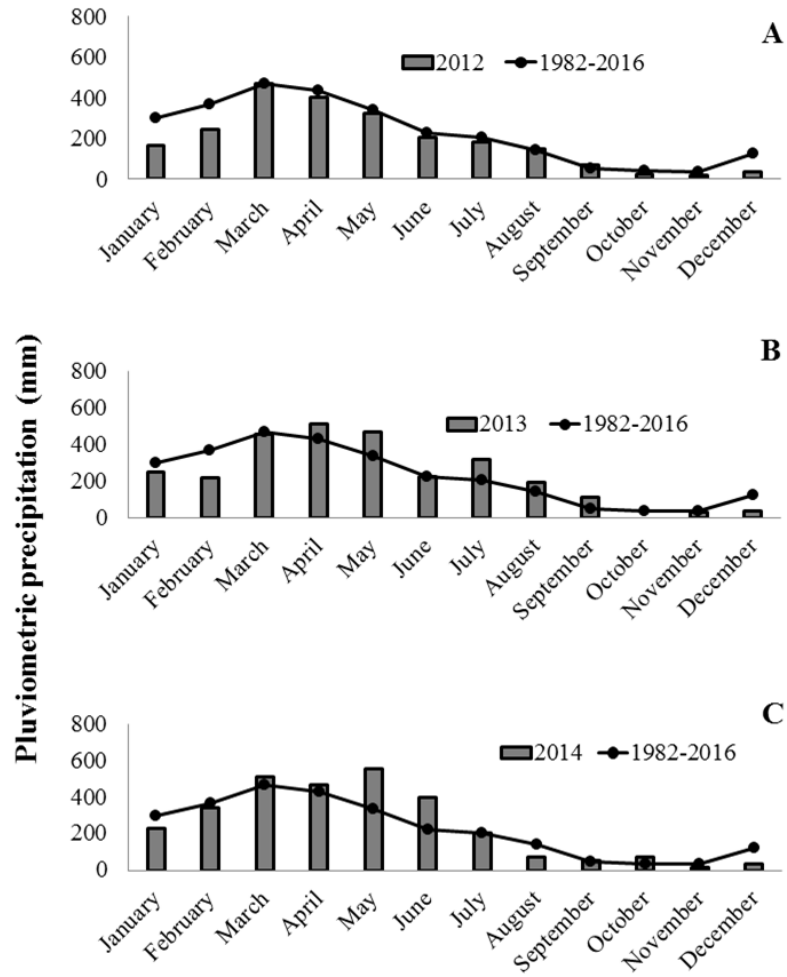


**Fig.2.** Seasonality of the pluviometric regime (mm), corresponding to the average climatological rainfall of the last 34 years (1982-2016) for the Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.

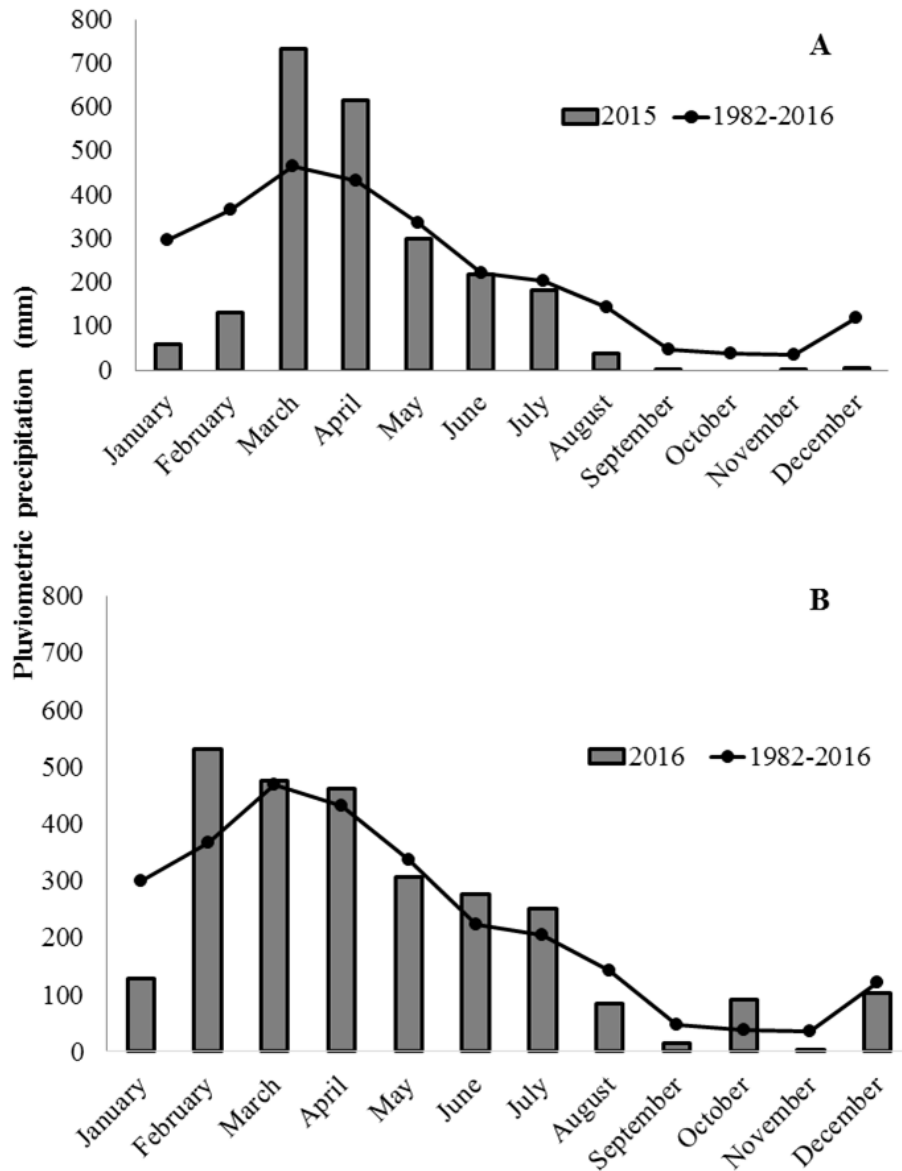
Mean annual precipitation during the sampling period was 188.25 mm in 2012, 234.70 mm in 2013, 246.62 mm in 2014, 191.21 mm in 2015, and 226.93 mm in 2016. Overall, mean annual precipitation in 2012 and 2015 was lower than that throughout the historical series (1982 to 2016).

Seasonal peaks (maximum and minimum) of mean annual precipitation were noted in 2012 (469.00 and 16.60 mm, respectively), 2013 (510.60 and 0.00, respectively), 2014 (558.30 and 16.60 mm, respectively), 2015 (734.70 and 0.00 mm, respectively), and 2016 (531.00 and 3.60 mm, respectively) (Figs. 3 & 4).





**Fig. 3.** Seasonality of the pluviometric regime (mm), corresponding to the climatological average of rainfall of the last 34 years (1982-2016) and monthly total referring to the annual sampling cycle of the years 2012 (A), 2013 (B) and 2014 (C) for the Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.



**Fig. 4.** Seasonality of the pluviometric regime (mm), corresponding to the climatological average of rains of the last 34 years (1982-2016) and monthly total referring to the annual sampling cycle of the years 2015 (A) and 2016 (B) for the Guajará-Mirim estuary, To Brazil.

There were no significant differences in mean monthly rainfall regime of the historical series (1982 to 2016) and mean values for 2012, 2013, 2014, 2015, and 2016 (Figs. 3 & 4) according to ANOVA ( $F = 0.5855$ ;  $p = 0.7394$ ).

In the Guajará-Mirim estuary, the period of the highest rainfall is considered the rainy season. During the sampling period (2012 to 2016), mean physicochemical parameters such as water temperature and salinity during rainy season ( $28.20 \pm 0.20^\circ\text{C}$  and  $1.63 \pm 0.80$ , respectively) were lower than those during dry season ( $28.48 \pm 0.50^\circ\text{C}$  and  $6.59 \pm 0.98$ , respectively).

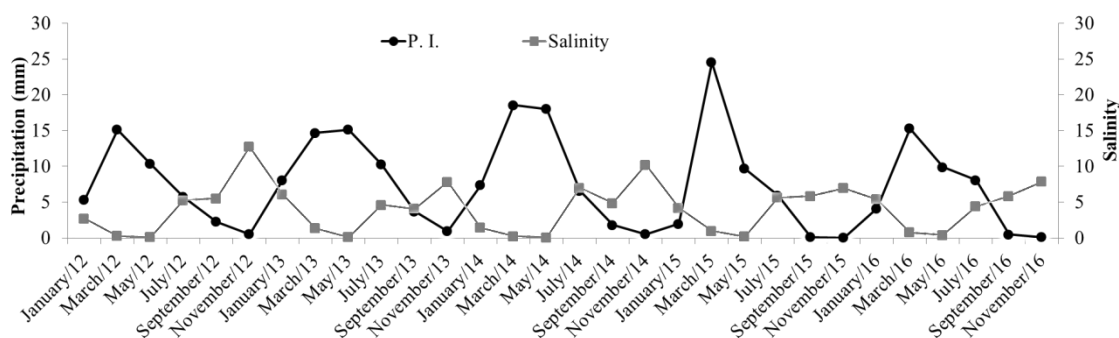
Throughout the sampling period, pH remained homogenous, ranging between 5.07 and 8.62, with a mean value of  $6.75 \pm 0.85$ . Mean pH was  $6.77 \pm 0.44$  in dry season and  $6.73 \pm 0.38$  in rainy season. Water temperature ( $p = 0.3958$ ) and pH ( $p = 0.8762$ ) did not significantly differ between the two seasons, whereas mean salinity was significantly different between the two seasons ( $p = 2.2596E-05$ ).

Furthermore, temperature, pH, and salinity during rainy season in 2013 were higher than values during the same period in other years. In addition, temperature and salinity during dry season in 2012 were higher than values during the same period in other years. The highest pH was recorded in 2014 (Table 1).

**Table 1** Seasonal behavior of physical chemical parameters (annual average) for the Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.

RAINY SEASON					
Variable	2012	2013	2014	2015	2016
Temperature (°C)	28.30 ±0.6	28.88±0.13	27.70±0.55	28.36±0.47	27.77±0.63
pH	6.90±1.49	7.48±0.99	6.34±1.14	6.53±1.07	6.61±0.87
Salinity	1.06±1.45	2.53±3.14	0.60±0.75	1.80±2.12	2.20±2.78
DRY SEASON					
Temperature (°C)	28.96±0.23	28.59±0.42	27.91±0.53	28.93±0.70	28.01±0.85
pH	6.92±0.04	6.20±0.98	7.22±0.36	6.60±0.86	6.71±0.31
Salinity	7.85±4.24	5.51±2.04	7.37±2.69	6.15±0.72	6.06±1.74

During the study period, average salinity was the highest at 12.75 in November 2012 and the lowest at 0.07 in May 2014 (Fig. 5).



**Fig. 5.** Behavior of salinity and rainfall (daily average) in the sample period for the Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.

In the Guajará-Mirim estuary, salinity was significantly correlated with precipitation during the study period, as confirmed by  $r$  values with  $p < 0.05$ . Salinity was lower during rainy

season and higher during dry season. Therefore, salinity was inversely proportional to precipitation. No specific trends were observed for temperature and pH (Table 2).

**Table 2** Spearman correlation between the average precipitation index (PI) and the average of the physical-chemical parameters in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.

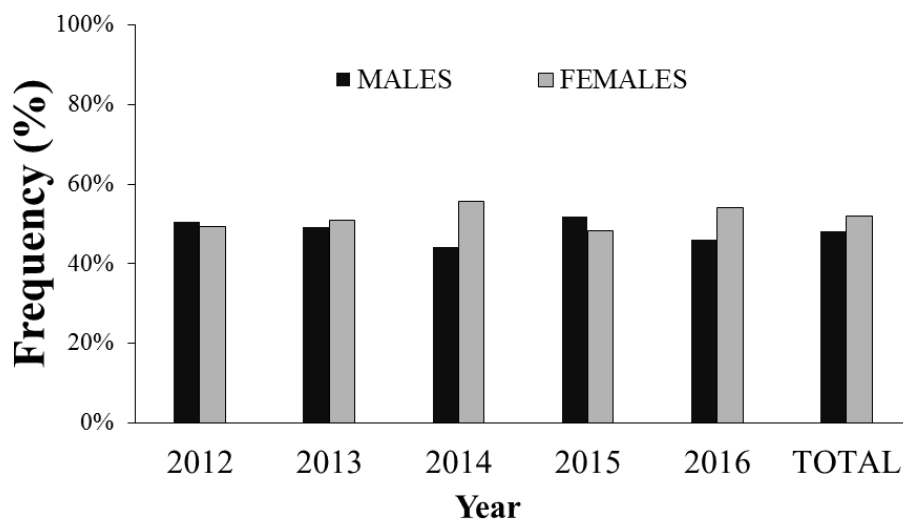
Physico-chemical parameters	PI	
	R	<i>p</i>
Salinity	-0.7458	2.2427E <sup>-06</sup>
Temperature	-0.0739	0.6979
pH	0.0167	0.9302

**Legenda:** PI = precipitation index; pH = hydrogenionic potential;

### 3.2 Composition of the catch

A total of 8,377 (52% females and 48% males) shrimp were captured from 2012 to 2016. Minimum, maximum, and average body lengths were 1.41, 10.88, and  $5.56 \pm 1.14$  cm, respectively. Minimum, maximum, and average body weights were 0.04, 8.36, and  $1.25 \pm 0.83$  g, respectively.

Overall, females were more abundant than males, except in 2012 and 2015, males were predominant, representing 51% and 52%, respectively, of the annual catch (Fig. 6).

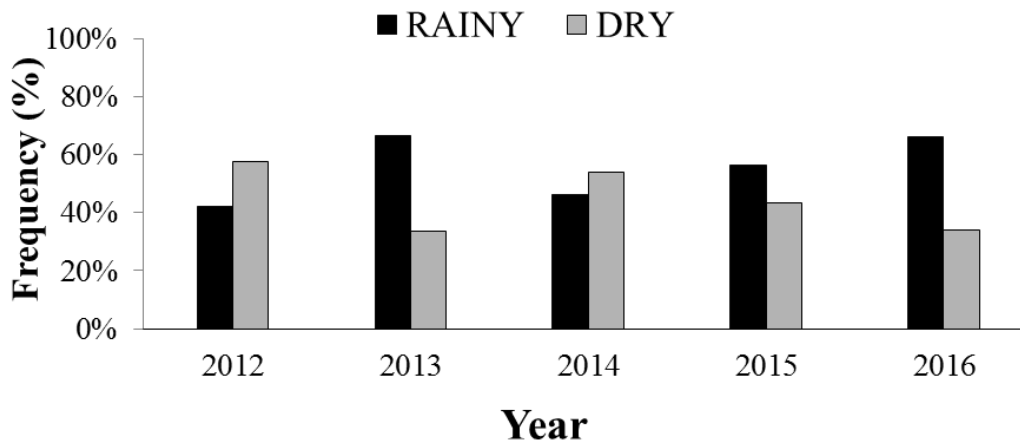


**Fig. 6.** Composition of the annual catch of pink shrimp *F. subtilis* in the Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.

### 3.3 Association between shrimp capture and environmental variables

There were seasonal variations in the capture of pink shrimp specimens. Overall greater catch was obtained in rainy season (52%); however, in 2012 and 2014, the largest catch

was obtained in dry season (58% and 54%, respectively) (Fig. 7). ANOVA test revealed no significant differences in annual catch between the two seasons ( $F=0.0199$ ;  $p=0.8904$ ).



**Fig. 7.** Composition of the annual seasonal catch of the pink shrimp *F.subtilis* in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.

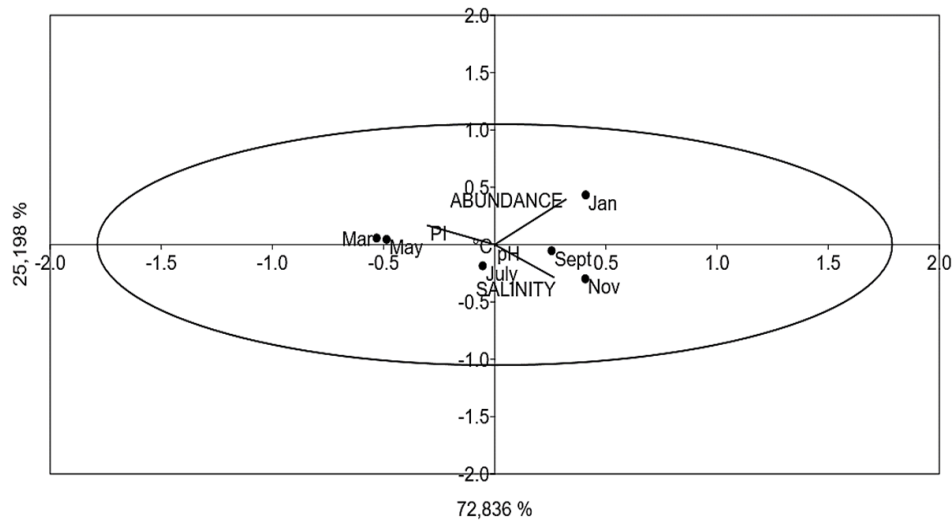
ANOVA revealed differences in the homogeneity of variances for mean values in 2012 ( $F=3.868$ ;  $p=0.01402$ ), 2013 ( $F=11.44$ ;  $p=4.348e-05$ ), 2014 ( $F=3.857$ ;  $p=0.01419$ ), 2015 ( $F=3.792$ ;  $p=0.01524$ ), and 2016 ( $F=3.63$ ;  $p=0.01827$ ). Tukey’s test revealed significant differences in mean abundances and environmental variables in each year (Table 3).

**Table 3** Tukey test between the average of abiotic factors and the abundance of *F. subtilis* sampling, in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.

FACTORS	ABUNDANCE				
	2012	2013	2014	2015	2016
PI	0.102	0.002*	0.177	0.031*	0.053
°C	0.952	0.140	0.965	0.991	0.987
pH	0.243	0.002*	0.285	0.393	0.317
Salinity	0.017*	7.877E-05*	0.014*	0.079	0.056

**Legenda:** PI = precipitation index; °C = temperature in degrees Celsius; pH = hydrogenionic potential; \* Tukey ( $p < 0.05$ ).

Multivariate analysis confirmed the association of season with *F. subtilis* abundance. In the Guajará-Mirim estuary, March and May received the highest rain, but precipitation was inversely proportional to salinity, with principal components 1 (72.836%) and 2 (25.198%) explaining 98.03% of variation (Fig. 8).



**Fig. 8.** Multivariate analysis of *F. subtilis* capture abundance with the environmental variables temperature ( $^{\circ}$  C), hydrogen potential (pH), pluviometric index (PI) and salinity in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.

#### 4. Discussion

According to Guimarães (2014), in estuaries of Colares, the availability and distribution of nutrients dissolved in waters are influenced by season, with the supply of nutrients being greater in the rainy season, mainly due to the leaching of mangrove swamps and flooding of the island surroundings, although the levels of available dissolved nutrients are low.

Factors such as the tidal cycle, photosynthetic activity, organism respiration, and organic or inorganic compound availability in the aquatic environment affect pH, because the excess organic matter content leached into rivers during the rainy season is deposited at the bottom and on the banks, making the pH slightly acidic (Esteves, 1998; Horbe et al., 2005; Cunha and Pascoaloto, 2006; Horbe et al., 2009; Alves et al., 2012; Guimarães, 2014). In the Curuçá estuary in Northeast Pará, pH showed a smaller range of variation but higher means in dry season (Corrêa and Martinelli, 2009; Carvalho et al., 2016).

In the Guajará-Mirim estuary, annual and seasonal mean pH values are within the range reported by Resolution 357 of CONAMA/05 for Brackish Waters, Class 1 (pH range, 6.5–8.5) for waters that can be used for aquaculture and fishing (BRASIL, 2005). The pH range (5.07 to 8.62) in the estuary in this study was similar to that observed by Sioli (1984); in that study, Amazonian rivers, in their natural state, were reported to have variable pH values along their length.

The productivity of an estuarine system is high due to the permanent supply of nutrients. Moreover, these systems are inhabited by several organisms, which greatly contribute

to the biomass of coastal aquatic environments. Among such organisms, the crustacean *F. subtilis* depends on the estuarine ecosystem throughout its life cycle (Dias-Neto and Damasceno 1992; Cardoso, 2009; Hart, 2012).

In the Guajará-Mirim estuary, the physicochemical variables associated with precipitation showed generally increasing trends, corroborating the reports by Silva et al. (2002) and Silva (2013) in the municipality of Vigia, where water temperature and salinity decreased during the rainy season and increased during the dry season.

According to Guimarães (2014), evaporation and precipitation rates in the Amazon estuaries regulate water salinity. During rainy season, rainfall is heavy and river flow rate is high, which decrease salinity. Even in dry season, river drainage is supplied with waters from free (more superficial) aquifers, which are reserves formed during the rainy season, thus decreasing salinity due to the mixing of marine water.

In the Guajará-Mirim estuary, salinity was inversely correlated with precipitation, with the lowest mean values recorded in January, March, and May due to heavy rainfall occurring from December through June. Heavy precipitation surges the continental drainage of rivers, increasing river water flow, which dissipates marine water from the estuarine complex to ultimately decrease salinity (Moraes et al., 2005; Espírito Santo et al., 2005).

The range of salinity noted in the Guajará-Mirim estuary (0.07 to 12.75) was similar to that reported by Silva et al. (2002) in estuarine areas in the municipality of Vigia (0 to 28). The salinity range reported in the Caeté estuary in Bragança [6 to 36 (Martinelli, 2005)] was lower than that reported in other estuaries in the northeastern region of Pará [6.1 to 40.8 in Curuçá (Carvalho et al., 2016)].

Variation in salinity is one of the most influential abiotic factors for the distribution and abundance of decapod crustaceans in estuarine environments (Abreu, 1980; Nevis et al., 2009; Silva et al., 2010; Oliveira et al., 2012). Silva et al. (2002) observed a greater shrimp recruitment in dry season, mainly due to the entry of marine water in the studied area. According Nobrega et al. (2013), *F. subtilis* juveniles were more abundant when salinity was higher (dry season). According to Nagelkerken et al. (2008), pink shrimp abundance is directly related to variations in rainfall.

In the Guajará-Mirim estuary, more pink shrimp were captured in the rainy season. During this period, small individuals, with a minimum total length of 1.41 cm, were captured, perhaps due to closed fishing season in the northern coastal areas. According to Dias-Neto and Damasceno (1992), spawning in pink shrimp coincides with periods of heavy rainfall and recruitment of artisans.

The Amazon exhibits strong seasonality in the amount and intensity of annual rainfall (Albuquerque et al., 2010). Annual variations in the amount of rainfall may alter the physicochemical characteristics of water in river systems in addition to gradually changing water volume (Galacatos et al., 2004). This gradual variation in water volume affects the structure and functioning of aquatic community throughout the year (Galacatos et al., 2004; Melo et al., 2009).

Shrimp habitats are subject to great variations. Therefore, the acceptable limits of variation must be determined to avoid physiological stress and mortality. These changes are mainly brought about by changes in water quality parameters and environmental conditions, which affect the growth and survival of penaeid shrimps. Moreover, variable resource availability throughout the year markedly affects the abundance and composition of fauna (Dall et al., 1990; Boyd and Egna, 1997; Parado-Estepa, 1998; Lake, 2003; Espírito-Santo et al., 2009; Soares et al., 2012).

## **5. Conclusions**

Based on the results of this study, artisanal capture of pink shrimp in the Guajará-Mirim estuary is affected by heavy rains, characteristic of the Amazon. Notably, the greater capture of *F. subtilis* was observed when the water salinity was low, probably coinciding with the spawning period in the coastal region, however shrimp with low length and weight are caught which may influence the ecological distribution pattern of the species in the estuarine environment. These data are important for future management and policies related to fishing in this region.

## **Acknowledgment**

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeioamento de Pessoal de Nível Superior - Brazil (CAPES) - Finance Code 001.



## References

- ABREU, J. Distribuição e ecologia dos Decapoda numa área estuarina de Ubatuba (SP). **Boletim do Instituto Oceanográfico**, 29(2): 1-3. 1980.
- ALBUQUERQUE, M. F.; SOUZA, E. B.; OLIVEIRA, M. C. F.; JÚNIOR J. A. S. Precipitação nas mesorregiões do Estado do Pará: climatologia, variabilidade e tendências nas últimas décadas (1978-2008). **Rev. Brasileira de Climatologia**, vol. 6(6): 151-168p. 2010.
- ARAGÃO, J. A. N., CINTRA, I. H. A.; SILVA, K. C. A. Situação da pesca de camarões na plataforma continental amazônica/Current situation of shrimp fishery on the amazon continental. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, 3(2), 61-76. 2015.
- ARAGÃO, J. A. N.; CINTRA, I. H. A.; SILVA, K. C. A.; VIEIRA, I. J. A. A exploração camaroeira na costa norte do Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPNOR**, v. 1, n. 1, p. 7-40, 2001.
- ASANO-FILHO, M; HOLANDA, F.C.A.F; SANTOS; F.J.S. Influência Da Profundidade Na Distribuição Do Camarão rosa, *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez Farfante, 1967), Na Região Norte Do Brasil. **Bol. Téc. Cient. Cepnor**, BELÉM, V.3, N.1, P. 9-19, 2003.
- BENTES, B.; ISAAC, V.J.; ESPÍRITO-SANTO, R.V.; FRÉDOU, T.; ALMEIDA, M.C.; MOURÃO, K.R.M.; FRÉDOU, F.L. 2012 Multidisciplinary approach to identification of fishery production systems on the northern coast of Brazil. **Biota Neotropica**, 12(1): 81-92.
- BOOS, H., COSTA, R.C., SANTOS, R.A.F., DIAS-NETO, J., SEVERINO-RODRIGUES, E., RODRIGUES, L.F., D'INCAO, F., IVO, C.T.C., COELHO, P.A., Avaliação dos camarões peneídeos (Decapoda: Penaeidae). In: Pinheiro, M., Boos, H. (Eds.), **Livro Vermelho Dos Crustáceos Do Brasil: Avaliação 2010-2014**. Sociedade Brasileira de Carcinologia –SBC, Porto Alegre, RS Cap. 23: p. 300–317. 2016.
- BOYD, C. E.; EGNA, H. I. **Dynamics of pond aquaculture**. Boca Raton: CRC Press, 1997.
- CARDOSO, F. F. **Dinâmica da Comunidade Microfitoplanctônica Relacionada com os Parâmetros Físico Químicos do Estuário do Rio Guajará-Mirim (Vigia-Pa)**. Dissertação, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, 22, 32-33 p. 2009.
- CARVALHO, A. S. S., MARTINELLI-LEMOES, J. M., NEVIS, A. B., & ISAAC, V.. Spatio-temporal variation of the density of shrimps *Farfantepenaeus Subtilis*, *Litopenaeus Schmitti* and *Xiphopenaeus Kroyeri* (Crustacea; Decapoda) in the Curuçá Estuary, North of Brazil. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 42(3), 598-610. 2016.
- CERVIGON, F.; CIPRIANI, R.; FISHER, W.; GARIBALDI, L.; HENDRICKX, M.; LEMUS, A. J.; MÁRQUEZ, R.; POUTIERS, J. M.; ROBAINA, G. & RODRIGUES, B. 1992. Guia de Campo de Lãs Espécies Comerciales Marinas y de Águas Salobres de La Costa Septentrional de Sur América. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 512p.

CINTRA, I.H.A.; ARAGÃO, J.A.N.; SILVA, K.C.A. 2004 Maturação gonadal do camarão-rosa, *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967), na região norte do Brasil. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, 4(1): 21-29.

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, n. 53, 18 mar. 2005, p. 58-63. Conselho Nacional de Meio Ambiente - Conama. Disponível em: <www.mma.conama.gov.br/conama>. Acesso em: fev. 2019.

CORRÊA, A.B; MARTINELLI, J.M. Composição da População do Camarão-Rosa *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1936) no Estuário do Rio Curuçá, Pará, Brasil. **Revista Científica da UFPA**, V. 7, Nº 01, 2009.

DALL W, BJ HILL, PC ROTHLSBERG & DJ STAPLES. 1990. The Biology of the Penaeidae. **Advances in Marine Biology**. Academic Press, London. 489p.

ESPÍRITO-SANTO, H. M. V.; MAGNUSSON, ZUANON, W. E.; J.; MENDONÇA F. P.; LANDEIRO, V. L. Seasonal variation in the composition of fish assemblages in small Amazonian forest streams: evidence for predictable changes. **Rev. FreshwBiol**, vol. 54: 536-548p. 2009.

ESPIRITO-SANTO, R. V.; ISAAC, V. J.; SILVA, L. M. A.; MARTINELLI, J. M.; HIGUCHI, H.; SAINTPAUL, U. 2005. **Peixes e Camarões do Litoral Bragantino, Pará, Belém, Brasil**. MADAM. 268p.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos da Limnologia**. Editora Interciência/FINEP, Rio de Janeiro, 2º ed. 88, 97-99, 223, 227, 231, 255-156, 260, 602 p. 1998.

GALACATOS, K.; R. BARRIGA-SALAZAR; STEWART. D. J. Seasonal and habitat influences on fish communities within the lower Yasuni River basin of Ecuadorian Amazon. **Rev. Environmental Biology of Fishes**, vol.71: 33-51p. 2004.

GUIMARÃES, R. H. E. **Influência da sazonalidade sobre as águas estuarinas dos furos da ilha de Colares (baía do Marajó)**. Dissertação Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, 2014.

HART, CW Jr (Ed.). **Pollution ecology of estuarine invertebrates**. Elsevier, 2012. 422p.

LAKE, P. S. Ecological effects of perturbation by drought in flowing waters. **Rev. Freshwater Biology**, vol.48: 1161-1172p. 2003.

LOPES, C.L., P.A.; DIAS, J.M.; ROCHA, A.; PLECHA, S.; FORTUNADO, A.B. 2011. Local sea level change scenarios for the end of the 21 st century and potential physical impacts in the lower Ria de Aveiro (Portugal). **Continental Shelf Research**, 31: 1515-1526.

MARTINELLI, J. M. **Estrutura populacional dos camarões Penaeidae no estuário do rio Caeté, litoral Norte do Brasil**. Belém, Pará. Tese de doutorado. 2005.

MELO, T. L.; TEJERINA-GARRO F. L; MELO, C. E. Influence of environmental parameters on fish assemblages of a Neotropical river with a flood pulse regime, Central Brazil. **Rev. Neotropical Ichthyology**, Sociedade Brasileira de Ictiologia, vol.7(1): 421-428p. 2009.

- MIRANDA, L.B.; CASTRO, B.M.; KJERFVE, B. 2002. Princípios de oceanografia física de estuários. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Acadêmica 42. 424p.
- MORAES, B.C.; COSTA, J.M.N.; COSTA, C.L.; COSTA, M.H. 2005 Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazonica**, 35(2): 207-214.
- NAGELKERKEN, I.; BLABER, S.J.M.; BULLON, S.; GREEN, P.; HAYWOOD, M.; KIRTON, L.G.; MEYNECK, J.O.; PAWLIK, J.; PENROSE, H.M.; SASEKUMAR, A.; SOMERFIELD, P.J. 2008. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: **A review. Aquatic Biology** 89: 155-185.
- NEVIS, A.B.; MARTINELLI, J.M.; CARVALHO, A.S.S.; NAHUM, V.J.I. 2009 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**, 13(1): 71-79.
- NOBREGA, P. S. V; BENTES, B; MARTINELLI-LEMOES, J. M. Composition of shrimp populations (Crustacea: Decapoda) in non-vegetated areas of two river islands in a Brazilian Amazon estuary. **Zoologia** (Curitiba) [online], vol.30, n.6, pp.652-660. Epub Dec 06, 2013.
- OLIVEIRA, D.B.; SILVA, D.C.; MARTINELLI, J.M. 2012 Density of larval and adult forms of the burrowing crustaceans *Lepidophthalmus siriboia* (Callianassidae) and *Upogebia vasquezi* (Upogebiidae) in an Amazon estuary, northern Brazil. **Journal of Marine Biological Association United Kingdom**, 92(2): 295-303.
- PARADO-ESTEPA, FD. 1998. Survival of *Penaeus monodon* postlarvae and juveniles at different salinity and temperature levels. **Isr. J. Aquacult.-Bamidgeh** 50:174-183.
- PÉREZ-FARFANTE, I; KENSLEY, B. Penaeoid and Sergestoid shrimp and prawns of the world keys and diagnosis for the families and genera. *Memoires du Museum National d'Histoire Naturelle*. Tome 175.1997.
- RIBEIRO, K. T. **Água e saúde humana em Belém**. Projeto MEGAM. Editora Cejup. 280p. 2004
- SILVA, A.C. Caracterização Ambiental E Distribuição Espaço-Temporal Da Biodiversidade De Ovos E Larvas De Peixe No Estuário Guajará-Mirim (Pará-Brasil). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural Da Amazônia, 2013.
- SILVA, E.; CALAZANS, N.; SOARES, M.; SOARES, R.; PEIXOTO, S. Effect of salinity on survival, growth, food consumption and haemolymph osmolality of the pink shrimp *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967). **Aquaculture**, 306: 352-356. 2010
- SILVA, K. C. A.; CINTRA, I. H. A.; SOUZA, R. A. L. & GARRIDO, P. A. M. Camarões capturados em áreas estuarinas no município de Vigia-Pará- Brasil. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, 2(1): 81-96. 2002.
- SIOLI, H. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses; and river types. *In: Sioli, H. (Ed.), The Amazon. Limnology and Landscape Ecology of a might Tropical River and its Basin*, Dordrecht, Dr. W. Junk Publishers, p. 127 – 165. 1984.
- SOARES, R. B., PEIXOTO, S. R. M., BIANCHINI, A., CAVALLI, R. O., & WASIELESKY JUNIOR, W. F. B. Efeito da temperatura na sobrevivência, consumo alimentar e crescimento de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis*. **Atlântica**, Rio Grande, 34(1) 23-30, 2012. (2012).

**CAPÍTULO III– THE AMAZON SHRIMP *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) IN THE ACCOMPANYING FAUNA OF PINK SHRIMP ARTISANAL FISHING IN AMAZON ESTUARY**

**Submissão à revista científica: Nauplius**

**ISSN: 2358-2936**

**Artigo de acordo com as normas no seguinte site:**

<http://www.scielo.br/revistas/nau/iinstruc.htm>

## **The Amazon shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) in the accompanying fauna of pink shrimp artisanal fishing in Amazon estuary**

### **ABSTRACT**

The estuaries of the Amazon region are of great biological, economic, and sociological importance. In this regard, this study aimed to analyze the composition of *Macrobrachium amazonicum* in the artisanal trawling fishery of *Farfantepenaeus subtilis*. Sampling was done every two months between January 2012 and November 2015. Furthermore, biometric analysis, taxonomic, and gender identification were performed in the laboratory. A total of 2210 animals were collected, with 22% females and 78% males. Average annual lengths and weights of *M. amazonicum* were  $7.43 \pm 1.75$  cm and  $3.49 \pm 2.46$  g, respectively. *M. amazonicum* contributed 34.16% of the total biomass of captured shrimp. The largest capture was during the rainy period, which constitutes 51% of the total from 2012 to 2015. There was no occurrence of the specie in the months of September and November 2015 in general, individuals 5 to 8 cm in length represented 65.07% The average fecundity was 461 eggs, with average total length and total weight of  $8.63 \pm 1.21$  cm and  $5.36 \pm 1.91$  g, respectively. It is suggested to decrease the catch by artisanal trawling between the months of March to May due to the low occurrence of pink shrimp and the fact that the highest incidence of shrimp in the Amazon occurs during the rainy season, in addition to catches of females in the reproductive period, which reduces the impacts of artisanal trawling on *M. amazonicum*.

**Keywords:** Bioecology; Fecundity; Abundance; Rainy

### **INTRODUCTION**

The Amazon estuarine region is an environment rich in biodiversity which is characterized by nurseries of different species with biological and economic importance; however, many of these species are captured by artisanal fishing, (Lazzari et al., 2003; Santos, 2005; Fonseca and Souza, 2006; Batista et al., 2014).

Amazonian artisanal fisheries are characterized by their high complexity, with emphasis on the richness and quantity of fish and shrimp species (D'incao et al., 2002; Branco et al., 2006; Freitas et al., 2019).

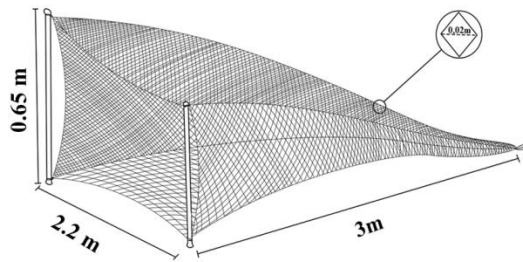
According to Carvalho et al. (2019), in the Guajará-Mirim estuary, artisanal trawling mainly serve as a means for capturing pink shrimp *Farfantepenaeus subtilis*, whereas other species of *macrocrustaceos* can be considered as by-catches due to their low occurrence during

fishing. However, among them is the specie *Macrobrachium amazonicum*, which is of great commercial interest in the Amazon region.

In this regard, composition analysis of Amazonian shrimp (*M. amazonicum*) caught in artisanal trawling of pink shrimp (*F. subtilis*) is necessary to assess the impact of equipment on the species, with the sole aim of contributing to sustainable management of fishery resources and conservation of Amazon estuarine ecosystem.

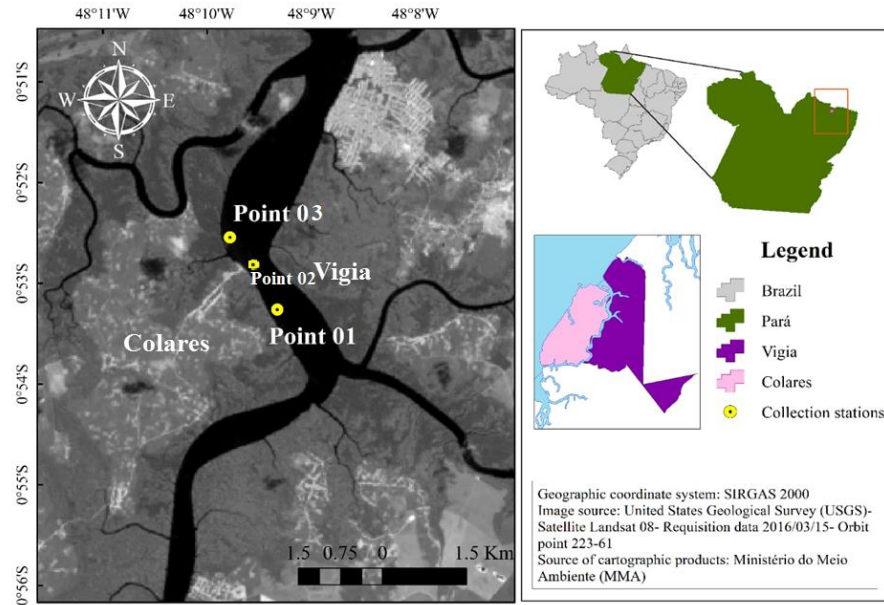
## MATERIALS AND METHODS

Sampling was done every two months between January 2012 and November 2015 using a 3 m long trawl, which is 0.65 m high and 2.20 m wide, or aperture net and mesh, with 0.02 m between opposite nodes (Fig. 1).



**Figure 1.** Trawling equipment used to capture pink shrimp *F. subtilis* in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.

During low tide at night, the fishing net was dragged to a depth of 1.0 m for 45 min in a total 1.418 m course between stations 1 ( $00^{\circ}52'55''\text{S } 48^{\circ}09'34''\text{W}$ ), 2 ( $\text{S } 00^{\circ} 52' 50'' \text{ W } 048^{\circ} 09' 38''$ ) and 3 ( $\text{S } 00^{\circ} 52' 41'' \text{ W } 048^{\circ} 09' 47''$ ) (Fig. 2).



**Figure 2.** Location of collection stations in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.

The captured shrimps were stored and identified according to date and place of collection; packed in a thermal box, preserved on ice, and transported to the laboratory for biometric and taxonomic analysis.

The collected specimens were identified according to Melo (2003) and Espirito Santo et al. (2005). Identification of sex of the organisms was based on observation, absence or presence of male appendix, with the aid of a binocular loupe. For each specimen, the following lengths were measured: total length (TL) comprising the distance between anterior end of the rostrum and posterior end of the telson; length of cephalothorax (LC) and; length of abdomen (LA) using a caliper with 0.01 mm accuracy; total weight (TW); cephalothorax weight (CW); and abdomen weight (AW) with 0.01 g precision digital scale.

#### *Fecundity and morphometry of ovigerous females*

Ovigerous females were collected in 2015 and their weight measurements were performed in the laboratory such as TL, LA, CL, TW, AW, and CW. In order to determine fecundity, eggs were removed from abdomen of the females using tweezers and sodium hypochlorite, with 2% active chlorine stored in 70% alcohol for dissociation.

#### *Statistical analysis*

Means and standard deviation of length (cm) and weight (g) of the organisms were verified. The organisms were distributed into classes with intervals of one cm in TL, thus determining the absolute frequency (number of times each value of total length is repeated) and relative frequency (percentage at which each value of total length is repeated) of shrimps sampled during the study period by class (in relation to the total number of organisms) and sex.

The sex ratio (male:female) between the months and total collection period was calculated using chi-square test ( $\chi^2$ ) at 95% significance level in order to test the 1:1 difference (Zar, 2009).

The relationship between length and weight (LWRs) was determined in terms of specie and individual sex (male or female), according to the equation  $TW = a.TL^b$ , where TW = total weight; TL = total length; “a” and “b” = growth parameters (Weatherley and Gill, 1987).

Growth rate was assessed by the degree of allometry as follows: isometric ( $b = 3$ ); positive allometric ( $b > 3$ ) or negative allometric ( $b < 3$ ) (Zar, 2009). Student's independent *t*-test ( $\alpha = 0.05$ ) was used to compare males and females in terms of their average length and weight using PAST software version 3.25 (Hammer, 2001).

The average fecundity was determined from the total egg count under a stereoscopic microscope with plastic camera to facilitate visualization and counting. To determine the average fecundity in terms of cephalothorax length, females with eggs were grouped into classes at 1 cm intervals.

## RESULTS

### *Catch composition*

The accompanying fauna of *M. amazonicum* contributed 34.16% of the total biomass (14.91 kg) of shrimp caught in artisanal trawling, followed by the target species of pink shrimp (65.84%). The biomass of pink shrimp in the trawls was higher than that of the Amazon shrimp in 2012, 2014, and 2015; however, among the samples caught in 2013, there was a greater capture of freshwater shrimp, such that for each kg of *F. subtilis* caught, 2.04 kg of *M. amazonicum* was captured (Table 1).

**Table 1.** Annual and total biomass of *M. amazonicum* fauna captured in *F. subtilis* artisanal trawling in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. AS / PS = proportion of amazonian shrimp / pink shrimp;

YEAR	Weight (Kg)			AS/PS
	<i>M. amazonicum</i>	<i>F. subtilis</i>		
2012	0.87	3.33		0.26:1
2013	1.10	0.54		2.04:1
2014	1.46	2.65		0.55:1
2015	1.65	3.30		0.50:1
TOTAL	5.09	9.82		0.52:1

During the entire monitoring period, the capture of *F. subtilis* was not recorded in the months of March and May. In relation to *M. amazonicum*, the largest catch was during the rainy



season (January, March, and May), constituting 51% of the total from 2012 to 2015. There was no occurrence of the species in the months of September and November 2015 (Table 2).

**Table 2.** Absolute frequency of Amazonian shrimp fauna and target species caught with artisanal trawl in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. MA = *Macrobrachium amazonicum*; FS = *Farfantepenaeus subtilis*;

MONTHS	2012		2013		2014		2015	
	MA	FS	MA	FS	MA	FS	MA	FS
<b>Jan</b>	14	1049	8	250	17	988	115	890
<b>Mar</b>	101	0	184	0	172	0	196	0
<b>May</b>	114	0	13	0	120	0	83	0
<b>Jul</b>	120	90	176	0	593	104	79	218
<b>Sep</b>	36	804	20	0	14	670	0	247
<b>Nov</b>	4	542	14	126	17	386	0	221
<b>Yearly</b>	<b>389</b>	<b>2485</b>	<b>415</b>	<b>376</b>	<b>933</b>	<b>2148</b>	<b>473</b>	<b>1576</b>

#### Bioecology of *M. amazonicum*

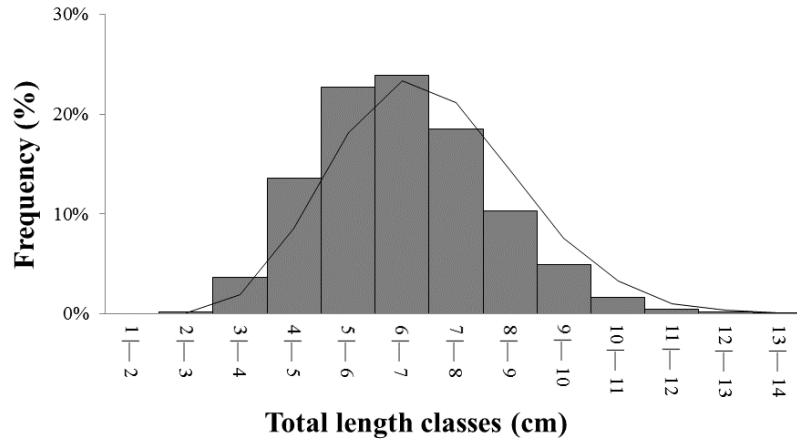
In artisanal trawling of the pink shrimp, 2210 specimens of *Macrobrachium amazonicum* were captured, out of which 22% were females (mean length =  $6.61 \pm 1.82$  cm, mean weight =  $2.65 \pm 2.16$  g) and 78% were males (mean length =  $6.49 \pm 1.53$  cm, mean weight =  $2.20 \pm 1.87$  g). Student's independent *t*-test statistically confirmed the differences between males and females in terms of mean TW ( $p = 5.7955E-06$ ). However, in terms of mean TL, there was no significant difference ( $p = 0.16509$ ).

It was observed that, in the total sample, the average length and weight in 2015 was  $7.43 \pm 1.75$  cm and  $3.49 \pm 2.46$  g, respectively, which was higher than that of 2012 ( $6.60 \pm 1.39$  cm and  $2.24 \pm 1.53$  g), 2013 ( $6.75 \pm 1.52$  cm and  $2.66 \pm 2$  g), and 2014 ( $5.92 \pm 1.37$  cm and  $1.57 \pm 1.3$  g). Annually, the highest measurements for males and females were recorded in 2015, while the lowest were recorded in 2014 (Table 3).

**Table 3:** Average length and weight per year for male and female *M. amazonicum* in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. (TL) Average total length; (TW) Average total weight.

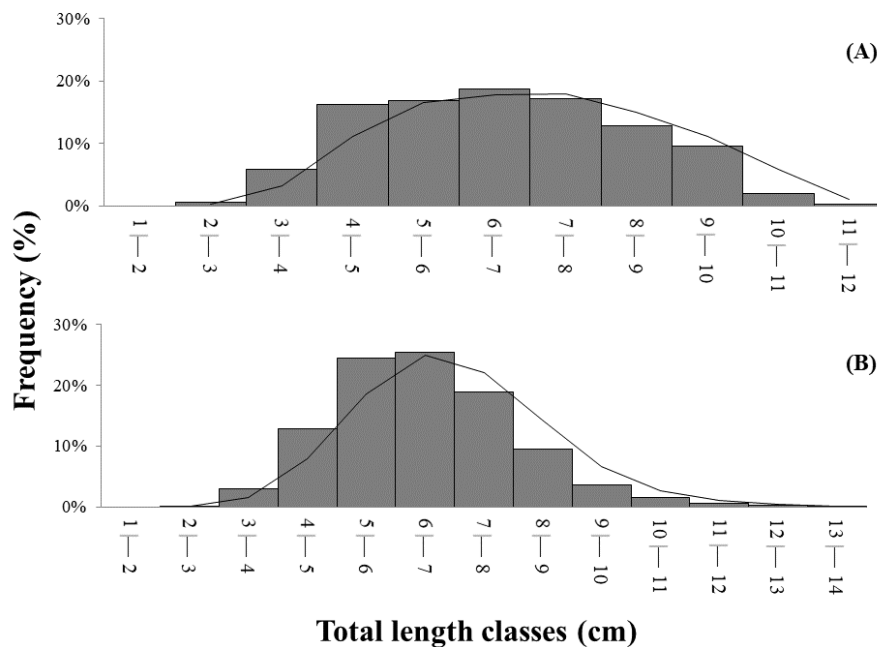
YEAR	TL (cm)		TW (g)	
	Males	Females	Males	Females
2012	$6.63 \pm 1.33$	$6.6 \pm 1.38$	$2.23 \pm 1.51$	$2.22 \pm 1.50$
2013	$6.8 \pm 1.49$	$6.58 \pm 1.62$	$2.68 \pm 1.97$	$2.60 \pm 2.09$
2014	$5.89 \pm 1.31$	$6.02 \pm 1.58$	$1.49 \pm 1.27$	$1.86 \pm 1.59$
2015	$7.37 \pm 1.67$	$7.59 \pm 1.93$	$3.29 \pm 2.42$	$3.99 \pm 2.48$

It was observed that *M. amazonicum* was composed of organisms with maximum and minimum TL of 13.01 cm and 2.0 cm, respectively, with the lengths of 6–7 cm captured more frequently (23.89%). In general, organisms of 5–8 cm length constituted 65.07% of the catch from 2012 to 2015 (Fig. 3).



**Figure 3.** Frequency of capture from 2012 to 2015 by classes of total length of the Amazon shrimp *M. amazonicum* in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.

The class distribution of the TL had the highest percentage capture in the range of 6–7 cm for females (18.66%) and males (25.39%). However, organisms from 5–8 cm in length constituted 52.74% (females) and 68.61% (males) of the total sample (Fig. 4).



**Figure 4.** Frequency of occurrence by classes of total length of females (A) and males (B) of *M. amazonicum* in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.

The total sex ratio (males:females) was favorable for males differing significantly ( $\chi^2$  test,  $p < 0.05$ ). The highest proportion of male *M. amazonicum* was observed in 2012, 2013, and 2014 (Table 4).

**Table 4.** Monthly sex ratio of *M. amazonicum* in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. M/F = male / female ratio; P= probability; \*P< 0.05; ns = no statistical difference; (-) = without occurrence of the species.

MONTHS	2012		2013		2014		2015	
	M-F	P	M/F	P	M/F	P	M/F	P
<b>Jan</b>	14:0	0.000183*	8:0	0.00468*	2.4:1	0.089555ns	1.35:1	0.0896ns
<b>Mar</b>	13.4:1	4.85E-18*	13.1:1	2.35E-31*	11.3:1	4.77E-28*	3.78:1	4.775E-28*
<b>May</b>	8.5:1	3.48E-17*	13:0	0.000311*	7.6:1	4.53E-17*	4.19:1	4.526E-17*
<b>Jul</b>	2.8:1	3.19E-07*	1.5:1	0.010382*	2.7:1	1.42E-29*	1.47:1	1.423E-29*
<b>Sep</b>	2:1	0.05ns	9:1	0.000347*	14:0	0.000183*	(-)	0.00018*
<b>Nov</b>	3:1	0.317311ns	2.5:1	0.108809ns	1.1:1	0.808365ns	(-)	0.80837ns
<b>Yearly</b>	5.1:1	5.64E-40*	3.6:1	8.72E-31*	3.7:1	3.46E-68*	2.43:1	3.464E-68*

Pearson's correlation for the ordered pairs showed the existence of a direct correlation, with  $r = 0.88$  ( $r > 0.197$ ;  $\alpha = 0.05$ ), since the length and weight undergo changes during the ontogenetic process. The estimate of length-weight relationships (LWR) for the species showed a growth, with positive allometry according to the equation  $TW = 0.0064TL^{3.0208}$  ( $b > 3$ ), presenting a mass gain greater than the growth in size. Growth analysis for captured females ( $r = 0.91$ ) and captured males ( $r = 0.87$ ) showed direct correlations, with females showing positive allometry ( $b > 3$ ) and males showing negative allometry ( $b < 3$ ) (Table 5).

**Table 5.** Total length-weight relationships (LWR) and allometry parameters (A) for *M. amazonicum* in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. **a)** line intersection; **b)** Angle of inclination of the line and allometry coefficient; **(r)** Pearson's coefficient; **A** = allometry: (-) = negative; (+) = positive.

YEAR	FEMALES				MALES			
	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>r</b>	<b>A</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>r</b>	<b>A</b>
2012	0.0055	3.1477	0.95	(+)	0.0098	2.8058	0.89	(-)
2013	0.0061	3.0764	0.88	(+)	0.0088	2.8972	0.89	(-)
2014	0.0073	2.9529	0.88	(-)	0.0069	2.9335	0.87	(-)
2015	0.0057	3.1325	0.91	(+)	0.0108	2.7771	0.82	(-)
<b>TOTAL</b>	<b>0.0059</b>	<b>3.0978</b>	<b>0.91</b>	<b>(+)</b>	<b>0.0068</b>	<b>2.9859</b>	<b>0.87</b>	<b>(-)</b>

### Fecundity and morphometry of ovigerous females

In 2015, 473 shrimp of *M. amazonicum* were caught, with 335 males and 138 females (of which 32.61% were in ovigerous phase). For LWRs, Pearson's correlation showed the existence of a direct correlation ( $r > 0.197$ ,  $\alpha = 0.05$ ), it was found that the females species

showed a negative allometric growth ( $b < 3$ ), therefore weight gain was less than length growth (Table 6).

**Table 6.** Length-weight relationships (LWRs) for ovigerous female *M. amazonicum* captured as companion fauna in trawling of pink shrimp in 2015 in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. TW (g) = total weight; TL(cm) = total length; AW (g) = Abdomen weight; AL (cm) = abdomen length; CW (g) = cephalothorax weight; CL (cm) = cephalothorax length; a) line intersection; b) Angle of inclination of the line and allometry coefficient; (r) Pearson's coefficient; (-) = Negative allometry;

Relationship	a	b	r	Allometry
TW <sub>(g)</sub> /TL <sub>(cm)</sub>	0.0388	2.2661	0.85	(-)
AW <sub>(g)</sub> /AL <sub>(cm)</sub>	0.1771	1.8525	0.80	(-)
CW <sub>(g)</sub> /CL <sub>(cm)</sub>	0.4945	1.0586	0.72	(-)

The abdomen presented itself as the largest segment of the body, with participation of cephalothorax in TL of the organisms constituting 46%, while length of the abdomen constituted 54% of the composition. The weight of cephalothorax constituted 42% of the body weight, while the weight of abdomen constituted 58%. The AL gives the species two advantages; for females, larger abdomen corresponds to greater number of eggs and profitability, which are principally from an ecological and economic point of view.

The average fecundity was 461 eggs, with mean TL and TW of  $8.63 \pm 1.21$  cm and  $5.36 \pm 1.91$  g, respectively. The female with the lowest number (57 eggs) had 5.75 cm and 1.68 g mean TL and weight, respectively, while 2376 eggs showed adherence to pleopods of females with 10.86 cm and 9.25 g mean TL and weight, respectively.

The largest and smallest number of eggs observed were 1,329 and 172, respectively; however, females with 4–5 cm cephalothorax length were more abundant in the 587 egg fecundity (Table 7).

**Table 7.** Frequency of occurrence by cephalothorax length classes and average number of *M. amazonicum* eggs captured in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil. CL = cephalothorax length; Xi = class center; F = average fecundity; Fr% = relative frequency;

CL (cm)	Xi	F	Fr%
1  — 2	1.5	172	2.22%
2  — 3	2.5	134	6.67%
3  — 4	3.5	248	33.33%
4  — 5	4.5	587	51.11%
5  — 6	5.5	1,329	4.44%
6  — 7	6.5	317	2.22%

## DISCUSSION

In the state of Pará-Brazil, artisanal fishing in estuaries using the trawler “puçá” is aimed at catching shrimp (pink, white, and seven-bearded); however, the specie *Macrobrachium amazonicum* is caught as accompanying fauna, since the fishing directed to the Amazon shrimp, which involves the use of traps known as “matapi” (Isaac et al., 1992; Aragão et al., 2015).

According to Araujo et.al. (2009), the specie *M. amazonicum* constituted 0.5% of organisms caught with drag trawl in Salinópolis estuary in the state of Pará, while Ferreira (2013) observed that the specie contributed 0.43% in Marapanim/PA estuary. There are no records of quantitative comparison between the catching of Amazonian shrimp as fauna accompanying artisanal trawling for pink shrimp in tropical estuaries.

In Guajará-Mirim estuary, *M. amazonicum* reached an average TL lower than that reported by Silva (2002) in Vigia estuary, Lucena-Frédou (2010) in Guamá River, and Bentes et al. (2011) in Rio Pará. However, the average length of males was less than that of females, thus corroborating with previous works in literature (Silva et al., 2002; Araújo et al., 2009; Bentes et al., 2011; Lima et al., 2014; Silva et.al., 2016a), where differentiated growth between males and females can characterize the reproductive strategy developed by both sexes captured in the Amazon region.

The capture of Amazonian shrimp as an accompanying fauna focused preferentially on the adult stratum, with the greatest abundance of organism having a TL of 5–8 cm, given that the average length in which half of the female *M. amazonicum* shrimp reach the first maturation is estimated as 4.75 cm by Silva et al. (2005).

In relation to sex proportion, for *M. amazonicum*, there are records of favorable proportion to females, which is in accordance to the observation in the state of Pará by Silva et al. (2007) at Ilha do Combú; Lima and Silva (2015) and Silva et al. (2016b) at the mouth of the Amazon River in the state of Amapá; and Costa et al. (2016a) in lowland areas of the Amazon.

In Guajará-Mirim estuary, males were captured in a higher proportion than females and this is similar to the report of Silva et al (2002a) and Silva et al. (2002b) in catches made in Vigia, a location close to the study area, and Araujo et al. (2019) in Salinópolis. Lucena-Frédou et al. (2010) and Lima et al. (2014) highlighted that, in populations of *M. amazonicum*, the sex ratio can also be influenced by environmental conditions, geographical characteristics, and anthropogenic interferences.

For the Amazonian shrimp, Moraes-Riodades and Valenti (2002) and Flexa et al. (2005) verified sexual dimorphism between males and females, with positive allometry, while

Mantelatto and Barbosa (2005) registered a positive allometric growth for male and isometric specimens for sampling females.

Costa et al. (2016b) observed that regardless of sex, *M. amazonicum* presented a negative allometry, thus demonstrating that the weight grows at a rate relatively less than the length. Nylander-Silva et al. (2007) and Freire et al. (2012) also observed a negative allometry for the Amazonian shrimp, which may be associated with the gonadal maturation cycle of shrimp, since the species are continuously reproduced in the Amazon estuary (Freire et al., 2012).

The reproduction of *M. amazonicum* is continuous or periodic, with a gradual increase in the highest rainy months. The low abundance of ovigerous females may be related to the reproductive factor, such that the preference for more protected areas such as headwaters of tidal channels or boreholes (common in the Amazon estuary) are the preferred sites for spawning mature females and growth of juveniles, thus ensuring reproductive success, which may explain the higher proportion of males over females (Ismael and New, 2000; Bentes et al., 2011).

The fecundity of the *Macrobrachium* genus varies due to some factors such as influence of environment (Silva et al., 2017) or characteristics of each species, for example, *M. rosenbergii* and *M. carcinus* have a fecundity ranging from 80000–100000 eggs per female (Ismael, 2000); *M. acanthurus* can produce about 18000 eggs (Valenti et al., 1986, 1989); *M. surinamicum* can produce eggs ranging between 174 and 1780 (Lima et al., 2015).

Ribeiro et al. (2012) recorded a production of 6000–7000 eggs in aquaculture tanks; however, Meireles et al. (2013) registered an average of 2237 eggs in rivers in the state of Pará and about 271 eggs in Mato Grosso rivers in south reservoir areas. Silva et al. (2005) obtained an average of 273 eggs/female in Tucuruí-PA and Silva et al. (2017) obtained an average of 203 eggs in Minas Gerais. Silva et al. (2004) reported a production of between 696 and 1554 eggs/female and Lucena-Frédou et al. (2010) in Ilha do Combú-PA observed an average production of 905 eggs.

In Guajará-Mirim estuary, availability of food and protection can enhance the growth and fecundity of *M. amazonicum*. It has been observed that greater abdominal structure of females corresponds to greater incubation capacity of eggs (Silva et al., 2004; Hayd and Anger, 2013; Meireles et al., 2013; Silva et al., 2017).

The capture of *M. amazonicum* as fauna accompanying artisanal fishing of *F. subtilis* showed high values of catches in Guajará-Mirim estuary, thus demonstrating the importance of *M. amazonicum* in this estuary.

It is noteworthy that there are alternatives for fishing directed to Amazonian shrimp where there is greater selectivity than the artisanal trawl. It is suggested to decrease the catch by artisanal trawling between the months of March to May due to the low occurrence of pink shrimp and the fact that the highest incidence of shrimp in the Amazon occurs during the rainy season, in addition to catches of females in the reproductive period, which reduces the impacts of artisanal trawling on *M. amazonicum*.

This information can generate subsidies for management plans of artisanal pink shrimp fishing in Amazonian estuaries, thus contributing to the sustainable management of resources and conservation of the Amazonian estuarine ecosystem.

#### **ACKNOWLEDGMENT**

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brazil (CAPES) - Finance Code 001.

**REFERENCES**

ARAGÃO, J.A.N; SILVA, K.C.A and CINTRA, I.H.A. 2015. Situação da pesca de camarões na plataforma continental amazônica. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources* 3 (2): 61-76.

ARAUJO, M. V. F.; CINTRA, I. H. A.; FERREIRA, I. L. S.; KLAUTAU, A.G. C. M.; BRABO, M. F. and SILVA, K. C. A. 2009.Frequência de ocorrência e sazonalidade de camarões em águas estuarinas de Salinópolis, estado do Pará, Brasil. *Boletim Técnico Científico do CEPNOR*. Vol. 9 (1): 101-113 p.

BATISTA, V. S., FABRÉ, N. N., MALHADO, A. C., and LADLE, R. J. 2014. Tropical artisanal coastal fisheries: challenges and future directions. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 22(1), 1-15.

BENTES, B. S.; MARTINELLI, J. M.; SOUZA, L. S.; CAVALCANTE, D.V.; ALMEIDA, M. C. and ISAAC, V. 2011."Spatial distribution of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the Northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, Pará)". *Brazilian Journal of Biology*, 71(4): 925-935.

BRANCO, J.; VERANI, J. and PAULO, S. 2006. Análise quali-quantitativa da ictiofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas, na Armação do Itapocoró, Penha, Santa Catarina Armação Itapocoró. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.23, n.2, p.381-391.

CARVALHO, T. C. C.; REIS, A. R; PALHETA, G. D. A and MELO, N. F. A. C. 2019. Composição taxonômica de macrocrustáceos decápodos capturados na pesca artesanal com puçá de arrasto em uma área estuarina Amazonica. In: SENHORAS, E. M. A (Org.). *Gestão Ambiental e Sustentável na Amazônia*. 1ed. Ponta Grossa: Atena Editora, v. 1, p. 21-32.



COSTA, T. V.; MATTOS, L. A. and MACHADO, N. J. B. 2016a. Estrutura populacional de *Macrobrachium amazonicum* em dois lagos de várzea da Amazônia. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 42, n. 2, p. 281-293.

COSTA, D. A.S, MARTINS, J. C., SILVA, K. C.A, KLAUTAU, A. G. C.M. and CINTRA, I. H. A. 2016b. Seletividade do matapi nas capturas de *Macrobrachium amazonicum* no baixo Rio Tocantins, Amazônia, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(2), 403-417.

D'INCAO, F. and REIS, E.G. 2002. Community-based management and technical advice in Patos Lagoon estuary (Brazil). *Ocean e Coastal Management*, 45: 531-539.

ESPIRITO-SANTO, R. V.; ISAAC, V. J.; SILVA, L. M. A.; MARTINELLI, J. M.; HIGUCHI, H. and SAINTPAUL, U. 2005. *Peixes e Camarões do Litoral Bragantino, Pará, Belém, Brasil*. MADAM. 268p.

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

FONSECA, A. F. and SOUZA, R. A. L. 2006. Caracterização ecológica de algumas espécies da fauna acompanhante do camarão capturado com puçá de arrasto na zona estuarina do rio Taperaçu (Bragança-Pa-Brasil). *Rev. Boletim técnico-científico do CEPNOR*, Belém. Vol. 6, n. 1, 33 - 47 p.

FREIRE, J. L.; MARQUES, C and BENTES, B. 2012. Estrutura populacional e biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda:Palaemonidae) em um estuário da região Nordeste do Pará. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, v. 16, p. 65-76.

FREITAS, Á.C; MATSUNAGA, A. M. F. and FURTADO-JUNIOR, I. 2019. A pesca artesanal de pequena escala na comunidade da Ilha de Algodual-Maiandeuá, Maracanã-Pará. *Boletim Técnico Científico do CEPNOR*, v. 19, n. 1, p. 29-35.

HAMMER Ø; HARPER D.A.T and RYAN P.D. 2001. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electron*. 4(1):9.

HAYD, L. and ANGER, K. 2013. Reproductive and morphometric traits of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda Palaemonidae) from the Pantanal, Brazil, suggests initial speciation. *Revista de Biología Tropical*. 61, 39–57.

ISMAEL, D. and NEW, M. B. 2000. Biology. In: M.B. NEW; W.C. VALENTI. (eds.). *Freshwater prawn culture*. Blackwell, Oxford, pp. 18-40.

LAZZARI, M.A.; SHERMAN, S. and KANWIT, J.K. 2003. Nursery use of shallow habitats by epibenthic fishes in marine nearshore waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56: 73–84.

LENIHAN, H. S. and MICHELI, F. 2001. Soft-sediment communities. In: BERTNESS, M. D.; GAINES, S. D. & HAY, M. E. (Orgs.). *Marine community ecology*. Sunderland, Massachusetts, USA: Sinauer Associates, p. 253-287.

LIMA, J. F.; SILVA, L. M. A.; SILVA, T. C.; GARCIA, J. S.; PEREIRA, I. S. and AMARAL, K. D. S. 2014. Reproductive aspects of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae) in the State of Amapá, Amazon River mouth. *Rev. Acta Amazonica*. vol. 44(2): 245 – 254 p.

LIMA, J F and SILVA, L. M. A. 2015. Estrutura populacional e crescimento relativo do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862)(crustacea, decapoda,

palaemonidae) em duas regiões do estado do amapá, foz do rio amazonas, brasil. *Biota Amazônia*, v. 5, n. 2, p. 52-57.

LIMA, J. D. F.; CRUZ, M. C. M., and SILVA, L. M. A. D. 2015. Reproductive biology of *Macrobrachium surinamicum* (Decapoda: Palaemonidae) in the Amazon River mouth. *Acta Amazonica*, 45(3), 299-306.

LUCENA-FRÉDOU, F.; ROSA-FILHO, J.; M. SILVA, M. and AZEVEDO, E. 2010. Population dynamics of the river prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) on Combu Island (Amazon Estuary). *Crustaceana*, 83(3): 277-290.

MANTELATTO, F. L. M. and BARBOSA, L. R. 2005. Populations structure and relative growth of freshwater prawn *Macrobrachium brasiliense* (Decapoda, Palaemonidae) from São Paulo State, Brazil. *Rev. Acta Limnologica Brasiliensia*, 17: 245-255.

MEIRELES, A. L.; VALENTI, W. C. and MANTELATTO, F. L. 2013. Reproductive variability of the Amazon River prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Caridea, Palaemonidae): influence of life cycle on egg production. *Latin American Journal of Aquatic Research* 41: 718-731.

MELO, G. A. S. 2003. Família astyidae, palaemonidae e sergestidae. In: Melo, G. A. S. *Manual de identificação dos crustácea decapoda de água doce do Brasil*. Editora Loyola, São Paulo, 327-372 p.

MORAES-RIODADES, P. M. C. and VALENTI, W. C. 2002. Crescimento relativo do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em viveiros. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol. 19, n. 4, 1169-1176 p.

- NYLANDER-SILVA, M.C.; FRÉDOU, F.L. and ROSA FILHO, J. 2007. Estudo do crescimento do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) da ilha de Combú, Belém, estado do Pará. *Revista Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, 2(4): 85-104.
- RIBEIRO, K.; FRANCESCHINI-VICENTINI, I. B.; PAPA, L. P.; NEW, M. B. and VALENTI, W. C. 2012. Effect of polyunsaturated fatty acids on the fecundity of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). *Aquaculture Research*, 43: 1756-1763.
- SANTOS, M. A. S. D.A 2005. Cadeia produtiva da pesca artesanal no Estado do Pará: estudo de caso no Nordeste Paraense. *Amazônia Ciência e Desenvolvimento*, Belém, v.1, n.
- SILVA, K. C. A.; SOUZA, R. A. L.; CINTRA, I. H. A. 2002a. Camarão-cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no município de Vigia-Pará-Brasil. *Boletim Técnico-Científico do Cepnor*, Belém, v.2, n.1, p. 41-73.
- SILVA, K. C. A.; CINTRA, I. H. A.; SOUZA, R. A. L.; GARRIDO, P. A. M. 2002b. Camarões capturados em áreas estuarinas no Município de Vigia-Pará-Brasil. *Boletim Técnico-Científico do Cepnor*, Belém, v.2, n.1, p. 81-96.
- SILVA, R. R.; SAMPAIO, C. M. S. and SANTOS, J. A. 2004. Fecundity and fertility of *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae). *Brazilian Journal of Biology*. vol.64, n.3a, pp.489-500. ISSN 1519-6984.
- SILVA, K. C. A.; CINTRA, I. H. A. and MUNIZ, A. P. M. 2005. Aspectos bioecológicos de *Macrobrachium amazonicum* (Heller,1862) a jusante do reservatório da hidroelétrica de Tucuruí – Pará. *Boletim Técnico-Científico do Cepnor*, 5(1): 55-71.

SILVA, M. C. N.; FRÉDOU, F. L.; ROSA FILHO, J. S. 2007. Estudo do crescimento do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) da Ilha de Combú, Belém, Estado do Pará. *Amazônia, Ciência & Desenvolvimento*, v. 2, n. 4, p. 85-104.

SILVA, B. B., SILVA, J. C. S., MARTINELLI-LEMOES, J. M., and NAHUM, V. J. I. 2016a. Abundância e Relações Morfométricas do Camarão-Da-Amazônia-*Macrobrachium Amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae)-em um Estuário Amazônico-Costa Norte Do Brasil. *Biota Amazônia*, v. 6, n. 4, p. 1-9.

SILVA, L. M. A.; LIMA, J.F and TAKIYAMA, L. R. 2016b. O padrão de recrutamento de *Macrobrachium amazonicum* (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) em duas área da Foz do Rio Amazonas, Amapá, Brasil. *Biota Amazônia*, v. 6, n. 3, p. 97-101.

SILVA, R. C., JACOBUCCI, G. B. and MOSSOLIN, E. C. 2017. Reproductive biology of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) in a reservoir situated in Minas Gerais State, southeastern Brazil. *Latin american journal of aquatic research*, 45(4), 776- 786. <https://dx.doi.org/10.3856/vol45-issue4-fulltext-13>.

VALENTI, W.C.; MELLO, J. T. C. and LOBÃO, V. L. 1986. Dinâmica da reprodução de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) do rio Ribeira do Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Ciência e Cultura*, 38(7): 1256-1262.

VALENTI, W.C.; MELLO, J. T. C. and LOBÃO, V. L. 1989. Fecundidade em *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 6(1): 9-15.

**CAPÍTULO IV– BIOLOGICAL AND FISHERY ASPECTS OF BYCATCH:  
ICHTHYOFAUNA IN ARTISANAL FISHING FOR PINK SHRIMP IN AN  
AMAZONIAN ESTUARY, NORTHERN BRAZIL**

**Submissão à revista científica: Neotropical Ichthyology**

**ISSN: 1982-0224**

**Artigo de acordo com as normas no seguinte site:**

<http://www.scielo.br/revistas/ni/iinstruc.htm>

## **Biological and fishery aspects of bycatch: Ichthyofauna in artisanal fishing for pink shrimp in an Amazonian estuary, northern Brazil**

### **Abstract**

In the Amazon region, artisanal pink shrimp fishing is one of the most explored activities. However, data on the proportion of captured artisanal shrimp and ichthyofauna are not available for the region. Sampling was carried out every two months in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil, between January 2012 and November 2017, using a manual trawl net. The total catch weight was 28.48 kg, with the ichthyofauna and target species contributing 29.70% and 70.30%, respectively. The shrimp to ichthyofauna ratio was 1:0.42 kg and the seasonal proportion was 1:0.78 kg (rainy season) and 1:0.22 kg (dry season). During monitoring, the largest catch of ichthyofauna was in the rainy season. A total of 6,229 fish, belonging to 12 orders, 26 families, 44 genera, and 63 species, were captured. Nine species showed a frequency greater than 10% in the samplings, through the parameters of total length-weight relationship, it was observed that these species have low length and weight, being discarded in their entirety.

**Key words:** Seasonality, Taxonomy, Growth, Conservation, Capture ratio

### **Resumo**

Na região amazônica, a pesca artesanal de camarão rosa é uma das atividades mais exploradas. No entanto, dados sobre a proporção de camarão artesanal capturado e ictiofauna não estão disponíveis para a região. As coletas foram realizadas bimestralmente no estuário do Guajará-Mirim, Pará, Brasil, entre janeiro de 2012 e novembro de 2017, por meio de rede de arrasto manual. O peso total da captura foi de 28,48 kg, com a ictiofauna e as espécies-alvo contribuindo com 29,70% e 70,30%, respectivamente. A relação camarão / ictiofauna foi de 1: 0,42 kg e a proporção sazonal foi de 1: 0,78 kg (estação chuvosa) e 1: 0,22 kg (estação seca). Durante o monitoramento, a maior captura de ictiofauna foi na estação chuvosa. Um total de 6.229 peixes, pertencentes a 12 ordens, 26 famílias, 44 gêneros e 63 espécies, foram capturados. Nove espécies apresentaram frequência maior que 10% nas amostragens, por meio dos parâmetros da relação comprimento-peso total, observou-se que essas espécies possuem comprimento e peso baixos, sendo descartadas em sua totalidade.

**Palavras-chave:** Sazonalidade, Taxonomia, Crescimento, Conservação, Proporção de captura.

## **Introduction**

Artisanal fishing takes place in the tropics and serves as a source of food and income for coastal communities. However, anthropogenic impacts threaten the sustainability of this practice and may influence the distribution and abundance of the species caught, thereby affecting biodiversity, biomass, structure of the assembly, community dynamics, and ecosystem balance (Batista et al., 2014).

The capture of shrimps belonging to Penaeidae is widespread as the resource has high commercial value; however, low selectivity generates large amounts of accompanying fauna, as the impact of this type of fishing increases when used in coastal and estuarine regions, which act as nurseries for several species (Lazzari; et al., 2003; Pinheiro and Martins, 2009; Silva et al., 2016).

The accompanying fauna or bycatch has been reported to have an impact in Brazil and around the world, because accidental capture can alter the ecological structure, remove key species, and trigger changes in the trophic chain and ecosystem (Alverson and Hughes, 1996; Kelleher, 2005; Silva-Júnior et al., 2013; 2015; 2019).

According to Carvalho et al. (2019a), in the Guajará-Mirim estuarine area, in northern Brazil, shrimps (mainly the pink shrimp *Farfantepenaeus subtilis*) are predominantly caught by artisanal trawling. Understanding the capture relationship between target species and accompanying ichthyofauna and the composition and length-weight relationships of fish species can provide useful information for future conservation plans to mitigate the impact of trawling for artisanal pink shrimp in the Guajará-Mirim estuary, in the Amazon region of Brazil.

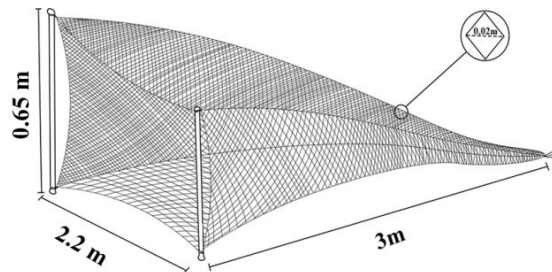
## **Materials and Methods**

### **Sampling sites**

Sampling was carried out every two months between January 2012 and November 2017, using a manual trawl net called “puçá” trawl, 3 m long, 0.65 m high, and 2.20 m wide or with 0.02 m gap and mesh between opposite nodes (Fig. 1).

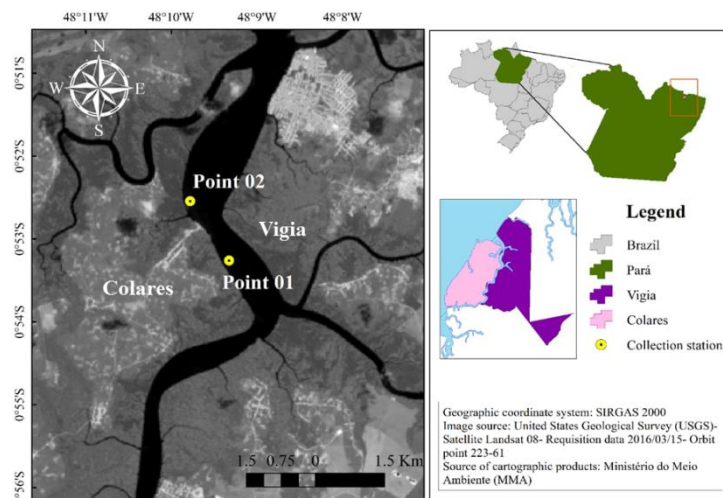


**FIGURE 1.** Trawling equipment used to capture pink shrimp *F. subtilis* in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.



The shrimp fishing net was dragged at night during low tide, at a depth of 1.0 m for 45 min, in a total course of 1,418 km between station 1 (S 00° 52 '55 "W 048° 09' 34 " ), 2 (S 00° 52 '50" W 048° 09' 38) and 3 (S 00° 52 '41 "W 048° 09' 47") (Fig. 2).

**FIGURE 2.** Location of collection stations, Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.



The captured individuals were identified and stored according to the date and place of collection, preserved on ice in a thermal box, and taken to the laboratory for biometric and taxonomic analyses.

The shrimps were identified according to Cervigón et al. (1992) and Pérez-Farfante and Kensley (1997). The ichthyofauna was identified according to the keys of Cervigón et al., 1992; Figueiredo and Menezes, 1980; Carpenter, 2002; Espirito-Santo et al., 2005. The total weights of pink shrimp and fish fauna were recorded, using a digital scale with the precision of

0.01 g, to obtain the proportion of mass captured (kg) pink shrimp and accompanying ichthyofauna.

The standard length (SL) (tip of the head to the end of the spine) and total weight were recorded for species that occurred with a frequency greater than 10%, separately.

Taxon nomenclature was done according to the international standard using FishBase (Froese and Pauly, 2019).

### **Statistical analyses**

The frequency of occurrence of annual species,  $(p/P) * 100$ , where  $p$  = number of individuals contained in the taxon and  $P$  = total number of individuals collected in the studied period, was classified according to the scale of Tischer & Santos (2003), with very common,  $>70\%$ ; frequent, between  $69.99\%$  and  $30\%$ ; low frequency,  $29.99\%$  and  $10\%$ ; and sporadic  $<9.99\%$ .

The relationships between length and weight (LWRs) were determined for the species separately, according to the equation  $TW = a.SL^b$ , where  $TW$  = total weight;  $SL$  = standard length; and 'a' and 'b' = growth parameters (Weatherley; Gill, 1987).

The growth rate was assessed by the degree of allometry as isometric ( $b = 3$ ), positive allometric ( $b > 3$ ), or negative allometric ( $b < 3$ ) (Zar, 2009).

The correlation was determined using Pearson's correlation coefficient ( $r$ ), assuming that  $r > 0$  indicates a direct relationship,  $r < 0$  indicates an inverse correlation, and  $r = 0$  indicates no correlation.

The allometric condition factor ( $Ka$ ) was calculated according to the equation  $Ka = W/Lt^b$ .  $Ka$  was established to assess the condition of different species of fish under study.  $Ka$  is defined as  $Wo/Wc$ , where  $Wo$  and  $Wc$  are the observed and calculated weights, respectively. Conditions for growth are conducive when  $Ka \geq 1$  and poor when  $Ka < 1$  for organisms of similar lengths (Le Cren, 1951).

Student's  $t$ -test ( $\alpha = 0.05$ ) was used to evaluate statistical differences between the abundance and weight of ichthyofauna captured during rainy and dry periods using PAST version 3.25 (Hammer, 2001).

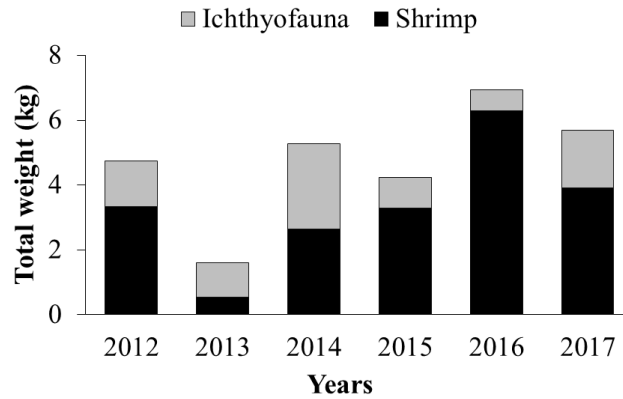
## **Results**

### **Catch composition and seasonal variation**

A total of 28.48 kg was captured, with the ichthyofauna and target species contributing 29.70% and 70.30%, respectively, where for each 1 kg of shrimp, 0.42 kg of ichthyofauna was captured (1:0.42). The 2013 sampling showed that less shrimp was captured, with 1.96 kg of accompanying ichthyofauna for every 1 kg of *F. subtilis*. For other sample years, the

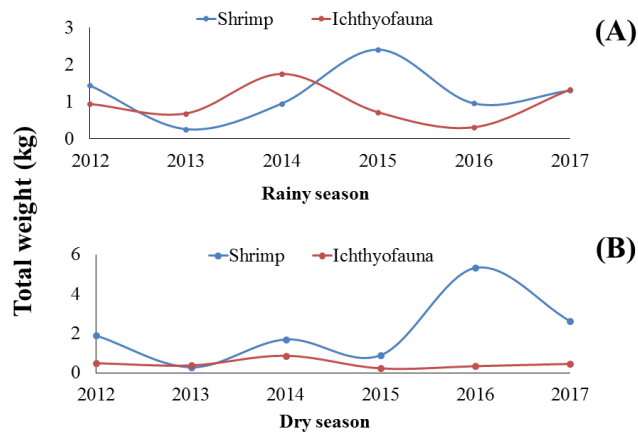
proportions were as follows: 2012 (1:0.43 kg), 2014 (1:0.99 kg), 2015 (1:0.28 kg), 2016 (1:0.10 kg), and 2017 (1:0.45 kg); pink shrimp biomass in the trawls was higher compared to fish fauna (Fig. 3).

**FIGURE 3.** Total annual weight (kg) of shrimp and ichthyofauna catches in artisanal trawling in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.



Seasonal variations in total weight of catch were observed, adding up the annual catches, the total seasonal proportion of shrimp: accompanying fauna was estimated at 1:0.78 kg for the rainy season and 1:0.22 kg for the dry season. The oscillation between the weights of the shrimp and ichthyofauna in the rainy season did not show any significant differences, whereas during the dry period, the largest catches in biomass for pink shrimp were made. These differences were significant ( $t = 2.2781$  and  $p = 0.045935$ ) (Fig. 4).

**FIGURE 4.** Annual variation of the total weight (kg) of pink shrimp and the accompanying ichthyofauna in the rainy period (A) and dry period (B) in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.



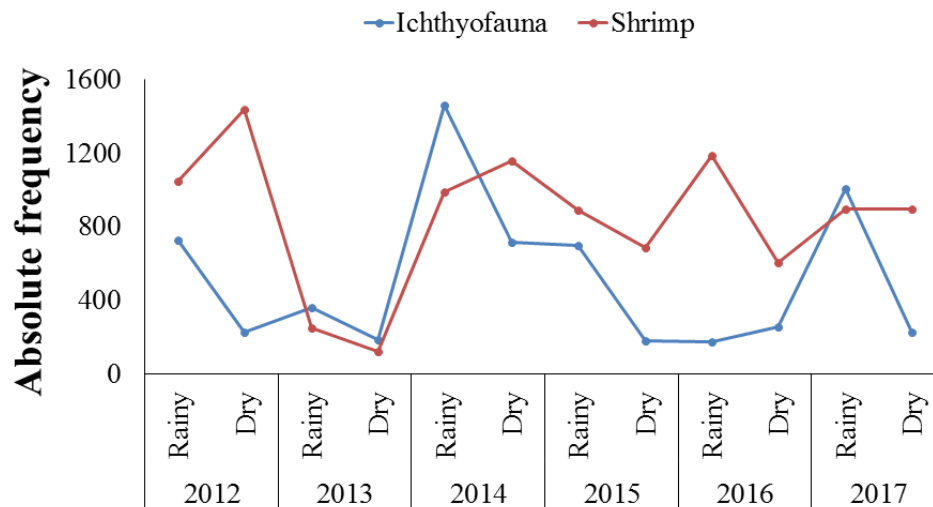
During monitoring, 10,168 specimens of *F. subtilis* were captured, with no pink shrimp occurring in March and May. The accompanying ichthyofauna was more frequent in the rainy season (January, March, and May) representing 71.15% of the total samples from 2012 to 2017 (Tab. 1).

**TABLE 1.** Frequency of monthly, annual, and total capture of accompanying ichthyofauna during artisanal trawling in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.

Months	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
January	26.49%	22.69%	35.95%	70.34%	13.23%	32.82%	35.99%
March	48.59%	17.60%	26.34%	6.59%	9.28%	37.03%	27.13%
May	1.26%	25.23%	4.74%	2.73%	18.10%	11.64%	8.03%
July	3.04%	20.51%	1.89%	3.86%	18.79%	6.71%	6.12%
September	12.67%	7.62%	20.05%	10.34%	27.61%	4.45%	13.87%
November	7.96%	6.35%	11.03%	6.14%	12.99%	7.36%	8.86%

The total abundance of ichthyofauna in the rainy and dry seasons was 4,432 and 1,797, respectively, with no significant seasonal difference ( $t = 1.2664$  and  $p = 0.22993$ ). In the rainy seasons of 2013, 2014, and 2017, fish were more abundant than pink shrimp (Fig. 5).

**FIGURE 5.** Annual seasonal frequency of ichthyofauna and *F. subtilis* captured with artisanal trawl in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.



## Composition of ichthyofaunal

From 2012 to 2017, 6,229 animals, belonging to 12 orders, 26 families, 44 genera, and 63 species were captured. Of the species captured as bycatch, only two were considered frequent: *Stellifer microps* (2012, 2013, and 2014) and *Colomessus psitacus* (2015 and 2017); eight showed low frequency: *Stellifer* sp. (2012), *Cetengraulis edentulus* (2013 and 2014), *C. psitacus* (2013, 2014, and 2016), *Lycengraulis grossidens* (2016), *Cynoscion acoupa* (2016), *Stellifer naso* (2017), *Stellifer stellifer* (2017), and *Pseudauchenipterus nodosus* (2017). The other species were classified as sporadic (percentage less than 9.99%) (Tab. 2).

**TABLE 2.** Annual frequency of accompanying ichthyofauna captured from January 2012 to November 2017 in Guajará Mirim estuary, Pará, Brazil.

Family/Specie	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>ATHERINOPSIDAE</b>						
<i>Membras dissimilis</i> (Carvalho, 1956)	1.15%	0%	0%	0.56%	0%	0%
<b>BATRACHOIDIDAE</b>						
<i>Batrachoides surinamensis</i> (Bloch and Schneider, 1801)	0.21%	0.36%	0.18%	0.67%	0%	0%
<b>HEMIRAMPHIDAE</b>						
<i>Hemiramphus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	0%	0%	0%	0%	0.23%	0%
<b>BELONIDAE</b>						
<i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)	0%	0%	0%	0%	0.23%	0%
<b>CHARACIDAE</b>						
<i>Astyanax lacustris</i> (Lütken, 1875)	0%	0%	0.05%	0%	0%	0%
<i>Serrasalmus rhombeus</i> (Linnaeus, 1766)	0%	0%	0.18%	0%	0%	0%
<b>ENGRAULIDAE</b>						
<i>Anchoa cubana</i> (Poey, 1868)	0%	0.91%	0%	0%	0%	0%
<i>Anchoa spinifer</i> (Valenciennes, 1848)	0%	2.00%	0%	0%	0.93%	0%
<i>Anchovia clupeoides</i> (Swainson, 1839)	0.31%	0.36%	0%	0%	1.16%	0%
<i>Anchovia surinamensis</i> (Bleeker, 1866)	0%	0%	0%	0.22%	0%	0%
<i>Anchoviella elongata</i> (Meek and Hildebrand, 1923)	0%	0%	0%	0%	0.23%	0%
<i>Anchoviella guianensis</i> (Eigenmann, 1912)	0%	0%	0%	0%	1.39%	2.10%
<i>Anchoviella lepidentostole</i> (Fowler, 1911)	0.63%	0%	0%	0%	0.46%	0%
<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)	7.85%	21.96%	13.06%	0%	3.48%	0.16%
<i>Engraulis eurystole</i> (Swain and Meek, 1884)	0%	0%	0%	0%	0%	0.57%
<i>Lycengraulis batesii</i> (Günther, 1868)	0%	0.91%	0.09%	1.69%	0%	0.08%
<i>Lycengraulis grossidens</i> (Spix and Agassiz, 1829)	2.51%	1.81%	1.20%	3.37%	20.88%	2.67%
<i>Pterengraulis atherinoides</i> (Linnaeus, 1766)	0%	0.36%	0.78%	0%	0.23%	0.65%
<b>CLUPEIDAE</b>						
<i>Rhinosardinia amazônica</i> (Steindachner, 1879)	0.10%	0.18%	0.09%	0%	0%	0.16%
<b>STERNOPYGIDAE</b>						
<i>Eigenmannia virescens</i> (Valenciennes, 1842)	0.10%	0.18%	0.09%	0%	0%	0.08%
<b>RHAMPHICHTHYIDAE</b>						
<i>Rhamphichthys rostratus</i> (Linnaeus, 1766)	0%	0%	0.09%	0%	0%	0%
<b>MUGILIDAE</b>						
<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	0%	0%	0%	4.94%	0%	0.40%
<i>Mugil gaimardianus</i> Desmarest, 1831	0.10%	0.18%	0.18%	1.12%	0%	0%

<i>Mugil hospes</i> Jordan and Culver, 1895	0%	0%	0%	1.12%	0%	0%
<b>POTAMOTRYGONIDAE</b>						
<i>Potamotrygon orbignyi</i> (Castelnau, 1855)	0%	0.54%	0%	0%	0%	0%
<b>CARANGIDAE</b>						
<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	0.10%	0%	0.14%	0%	0.93%	0%
<i>Oligoplites palometa</i> (Cuvier, 1832)	1.47%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch and Schneider, 1801)	0.10%	1.81%	2.30%	5.73%	1.62%	0.32%
<b>GERREIDAE</b>						
<i>Diapterus auratus</i> Ranzani, 1842	0%	0%	0%	0%	0.70%	0%
<b>GOBIIDAE</b>						
<i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)	0.10%	0%	0%	0.45%	0%	0%
<b>HAEMULIDAE</b>						
<i>Genyatremus luteus</i> (Bloch, 1790)	1.36%	1.09%	1.56%	0.45%	7.89%	2.59%
<b>SCIAENIDAE</b>						
<i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier, 1830)	0%	0%	0%	0%	1.16%	2.02%
<i>Cynoscion jamaicensis</i> (Vaillant and Bocourt, 1883)	0%	0.36%	0%	0%	0%	0%
<i>Cynoscion acoupa</i> (Lacepède, 1801)	3.46%	6.35%	6.16%	4.61%	12.30%	0.57%
<i>Cynoscion microlepidotus</i> (Cuvier, 1830)	0%	0.36%	0%	0%	0%	0%
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	0.94%	1.09%	0.97%	0%	0%	0%
<i>Stellifer naso</i> (Jordan, 1889)	0.84%	1.63%	0.23%	9.21%	7.19%	11.16%
<i>Stellifer brasiliensis</i> (Schultz, 1945)	0%	0%	0%	1.01%	3.48%	2.59%
<i>Stellifer microps</i> (Steindachner, 1864)	49.63%	34.12%	32.97%	7.64%	6.50%	6.71%
<i>Stellifer rastrifer</i> (Jordan, 1889)	1.78%	3.27%	1.10%	6.74%	6.03%	0%
<i>Stellifer sp.</i>	13.19%	0%	5.20%	0%	0%	0%
<i>Stellife stellifer</i> (Bloch, 1790)	0%	0%	0%	0%	5.57%	10.43%
<b>ACHIRIDAE</b>						
<i>Achirusachirus</i> (Linnaeus, 1758)	0%	0.18%	0.51%	0.56%	0.23%	0.73%
<i>Apionichthys dumerili</i> Kaup, 1858	0.10%	0%	0%	0%	0%	0%
<b>PARALICHTHYIDAE</b>						
<i>Citharichthys spilopterus</i> Günther, 1862	0.21%	1.63%	0.51%	0.79%	1.39%	0.49%
<b>ARIIDAE</b>						
<i>Cathorops spixii</i> (Agassiz, 1829)	0.42%	0.18%	0%	0%	0%	0%
<i>Cathorops sp.</i>	3.56%	2.00%	4.74%	5.73%	0%	0%
<i>Sciades couma</i> (Valenciennes, 1840)	0%	0%	0%	0%	1.39%	0.40%
<i>Sciades passany</i> (Valenciennes, 1840)	0%	0%	0%	0%	2.55%	0.16%
<b>ASPREDINIDAE</b>						
<i>Aspredo aspredo</i> (Linnaeus, 1758)	0.21%	0.18%	0.09%	0.22%	0%	0%
<i>Platystacus cotylephorus</i> Bloch, 1794	0%	0%	0%	0%	0%	0.24%
<b>AUCHENIPTERIDAE</b>						
<i>Pseudauchenipterus nodosus</i> (Bloch, 1794)	0%	0%	0%	0%	0%	18.43%
<b>DORADIDAE</b>						
<i>Lithodoras dorsalis</i> (Valenciennes, 1840)	0%	0%	0.05%	0%	0%	0.08%
<b>HYPOPHTHALMIDAE</b>						
<i>Hypophthalmus edentatus</i> Spix and Agassiz, 1829	0%	0%	0%	0%	0%	0.65%
<i>Hypophthalmus marginatus</i> (Valenciennes, 1840)	0.21%	0.18%	0%	0%	0%	0%
<b>LORICARIIDAE</b>						
<i>Hypostomus plecostomus</i> (Linnaeus, 1758)	0.21%	1.09%	0.32%	0.22%	0.23%	0.65%
<i>Dasylicaria latiura</i> (Eigenmann and Vance, 1912)	0%	0.73%	0%	0.00%	0%	0%
<b>PIMELODIDAE</b>						
<i>Pimelodus blochii</i> Valenciennes, 1840	0%	1.09%	0.23%	0%	0%	0%
<i>Cheirocerus goeldii</i> (Steindachner, 1908)	0%	0%	0%	0%	0.23%	0.16%
<i>Brachyplatystoma vaillantii</i> (Valenciennes, 1840)	0%	0%	0.09%	0%	0%	0%
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i> (Lichtenstein, 1819)	0%	0%	0%	0%	0%	0.16%
<b>TETRAODONTIDAE</b>						
<i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)	0%	0.18%	0%	0%	0.46%	0%
<i>Colomesus Psittacus</i> (Bloch and Schneider, 1801)	9.11%	12.70%	26.85%	42.92%	10.90%	34.60%

Eight families represented 96.78% of the species sampled from 2012 to 2017: Sciaenidae (44.83%), Tetraodontidae (25.66%), Engraulidae (13.48%), Ariidae (3.65%), Auchenipteridae (3.65%), Carangidae (2.32%), Haemulidae (1.97%), and Mugilidae (1.20%). Other families contributed 3.22% of pink shrimp bycatch.

Length analysis of species with a frequency greater than 10%, from 2012 to 2017, showed the presence of individuals in the juvenile phase, which is directly related to the low selectivity of the equipment used (Tab. 3).

**TABLE 3.** Standard length and total weight of the most frequent species, in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.

Species	Standard Length (cm)			Total weight (g)		
	Min.	Max.	Mean±S.D	Min.	Max.	Mean±S.D
<i>Cetengraulis edentulus</i>	2.91	9.29	4.56 ±0.89	0.09	9.13	0.91±0.96
<i>Colomesus psittacus</i>	0.97	6.17	2.43 ±0.71	0.03	10.02	0.87 ±1.09
<i>Cynoscion acoupa</i>	1.84	7.98	3.83 ±1.99	0.02	7.65	0.97 ±1.42
<i>Lycengraulis grossidens</i>	2.94	6.05	4.63 ±0.91	0.02	1.56	0.76 ±0.5
<i>Pseudoauchenipterus nodosus</i>	1.5	12.67	4.29 ±1.61	0.05	23.32	4.43 ±1.38
<i>Stellifer microps</i>	1.05	9.27	3.55 ±1.24	0.01	15.36	1.17 ±1.62
<i>Stellifer naso</i>	2.38	9.48	5.20 ±1.84	0.2	19.25	3.48 ±3.93
<i>Stellifer sp.</i>	3.14	3.94	3.62 ±0.42	0.51	1.09	0.85 ±0.30
<i>Stellifer stellifer</i>	3.11	8.92	5.30 ±1.40	0.46	11.87	2.56 ±2.40

**Legend:** Min = minimum; Max = maximum; Mean±S.D = mean ± standard deviation;

For two species,  $b < 3$ , suggesting negative allometric growth (growth in length is greater than that of weight); however, for seven species, positive allometric growth was seen, indicating that the species gained weight as they grew. Each species had its own length-weight relationship (LWR) and Pearson's analysis showed a direct correlation  $r > 0.197$  ( $\alpha = 0.05$ ), as the weight and length variables undergo changes during the ontogenetic process.

For *Colomesus psittacus*, *C. acoupa*, and *S. stellifer*, the condition factor  $K_a > 1$ , indicating good weight related to length (Tab. 4).

**TABLE 4.** Length-weight relationship (LWR) parameters and allometric condition factor for the most frequent species of fish in Guajará-Mirim estuary, Pará, Brazil.

Species	(LWR) parameter			Cond. Factor	
	a	b	R <sup>2</sup>	Alometry	K <sub>a</sub>
<i>Cetengraulis edentulus</i>	0.0026	3.7209	0.87	(+)	0.49± 0.14
<i>Colomesus psittacus</i>	0.0472	2.9291	0.84	(-)	1.1± 0.11
<i>Cynoscion acoupa</i>	0.0069	3.3409	0.85	(+)	1.1± 0.53
<i>Lycengraulis grossidens</i>	0.0002	5.3403	0.87	(+)	0.33± 0.27
<i>Pseudauchenipterus nodosus</i>	0.0368	2.5352	0.95	(-)	0.48± 0.13
<i>Stellifer microps</i>	0.0146	3.1369	0.87	(+)	0.43± 0.1
<i>Stellifer naso</i>	0.0093	3.342	0.89	(+)	0.46± 0.11
<i>Stellifer sp.</i>	0.0107	3.3794	0.99	(+)	0.41± 0.09
<i>Stellifer stellifer</i>	0.0129	3.0327	0.91	(+)	2.18± 1.41

**Legend:** a = line intersection; b = Angle of inclination of the line and allometry coefficient; (R<sup>2</sup>) coefficient of determination of the length-weight relationship; (-) = Negative allometry; (+) = Positive allometry; K<sub>a</sub> = allometric condition factor.

## Discussion

Artisanal fisheries have lower disposal rates than industrial fisheries. Fish are among the most representative organisms in the bycatch of shrimp trawling and are generally ignored when compared to industrial fisheries (Kelleher, 2005; Silvano and Begossi, 2012; Zeller et al., 2018).

In Brazil, according to Cattani et al. (2011), fishing for the seabob-shrimp showed that the average proportion of weight between shrimp and fish was 1:0.57, representing 53.20% and 30.20% of the total, respectively, whereas Silva-Júnior et al. (2019) showed that the average proportion of weight between shrimp and accompanying fauna was 1:0.39, with 72% shrimp and 28% fish.

The accompanying ichthyofauna can vary considerably, depending on the equipment and the intensity of fishing, as accompanying species are mainly found in juvenile and/or small-sized stages (Clucas, 1998; Catchpole et al., 2011; Carvalho et al., 2019b).

Branco et al. (2015) and Bomfim et al. (2019) reported that small-scale fishing is a traditional activity with shrimp as the main target. The accidental capture of accompanying species can predominantly affect immature individuals, suggesting that fishing is unsustainable.

According to Silva-Júnior et al. (2015), members of Sciaenidae mostly dominate accompanying fauna and *S. microps* is one of the most common species captured. This accidental capture can cause fluctuations in the recruitment process, and the increase in the



capture of immature harms the reproductive process of the species, thereby reducing the adult stock.

Artisanal shrimp fishing in the Amazonian estuary stands out in relation to the amount of fish caught and discarded. This recruitment focuses on species that use the Amazonian estuary as a breeding area, nursery, and food source, impacting the population of the species of economic and ecological interest (Barros et al., 2011; Silva et al., 2016; Zacardi et al., 2016).

According to Barros et al. (2011), the ichthyofauna of the São Caetano de Odivelas and Vigia estuary (Pará-Brazil) include four abundant species which correspond to 65% of the total number of captured individuals: *C. edentulus* (Cuvier, 1829), *Mugil gaimardianus* (Desmarest, 1831), *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider, 1801), and *C. psittacus* (Bloch & Schneider, 1801).

Mourão et al. (2014) captured 41,516 specimens in an Amazonian estuary, the most diverse of which corresponded to ichthyofauna belonging to Sciaenidae (10.9% of the registered species), Loricariidae (10.9%), Engraulidae (8.7%), and Cichlidae (6.5%); moreover, *S. microps* (35.4%), *Plagioscion squamosissimus* (12%), and *S. naso* (9.7%) were the most common species.

Analyzing the diversity of the ichthyofauna in the interior of an Amazonian estuary, Mourão et al. (2015) reported that *Anchoa spinifer*, *Lycengraulis batesii*, *Pellona flavipinnis* and *P. squamosissimus*, were considered constant.

Among the species that occurs most frequently in the Guajará-Mirim estuary, the sardine *C. edentulus* is one of the most abundant fish species in northern Brazil. It is used as bait for other species, in addition to being a source of food and income for local communities. Thus, it is important at the trophic level of many neotropical ecosystems along the Atlantic coast (Espírito-Santo et al., 2005; Krumme et al., 2008; Giarrizzo, 2009; Giarrizzo et al., 2011).

Among the organisms captured incidentally, *Colomesus psittacus* (Bloch and Schneider, 1801), commonly known as puffer fish, is commonly found in tropical regions. In Brazil, it is found in most Amazonian estuaries (Bell et al., 1984; Andrade-Tubino et al., 2008; Camargo; Maia, 2008).

*C. acoupa*, known as yellow hake, is a demersal species, belonging to Sciaenidae, with abundant juveniles in estuaries. *C. acoupa* is one of the main resources explored on the north coast of Brazil and represents 19% of landings in the state of Pará, being captured throughout the year, mainly between May and August (Barletta-Bergan et al., 2002; Matos and Lucena, 2006; Mourão et al., 2009).

The sardine *L. grossidens* is widely distributed in the Atlantic Ocean, from Belize to Argentina, and in the Amazon region it is used as bait in catfish fishing (Whitehead et al., 1988; Espirito-Santo et al., 2005).

Fish belonging to *Pseudauchenipterus* (Bleeker, 1862) are distributed in the estuaries that stretch from the Gulf of Paria in Venezuela to the state of Bahia in Brazil. However, *P. nodosus* is in little demand for its relatively small size in the Amazon (Espirito-Santo et al., 2005).

*Stellifer* (Oken, 1817), belonging to Sciaenidae, is usually found in tropical and subtropical estuaries in the West Atlantic (Barletta et al., 2005; 2008). *S. stellifer*, *Stellifer rastrifer*, *Stellifer brasiliensis*, and *Stellifer sp.* are found along the entire Brazilian coastline, whereas *S. naso* and *S. microps* are restricted to the north and northeast of Brazil (Menezes et al., 2003).

*Stellifer* species are frequent and abundant in trawling fisheries that catch shrimp; however, they are generally not consumed in the Amazon and can be used as bait (Menezes; Figueiredo, 1980; Espirito-Santo et al., 2005).

Fonseca and Souza (2006) observed that among fish caught as companion fauna in artisanal shrimp fisheries in the Bragantino estuary, species classified as abundant (*Cathorops spixii*, *S. naso*, *S. rastrifer*, *C. psittacus*, and *S. stellifer*), although juvenile, showed isometric growth.

Ferraz and Giarrizzo (2015) observed minimum and maximum total length values for the following species: *C. edentulus* (3.8 and 12.1 cm), *C. psittacus* (1.5 and 27.5 cm), *C. acoupa* (4.1 and 25.2 cm), *L. grossidens* (1.0 and 13.2 cm), *P. nodosus* (2.7 and 7.2 cm), *S. naso* (4.4 and 15.9), and *S. stellifer* (1.6 and 11.2 cm), similar to that found in the Guajará-Mirim estuary. These results may be associated with ichthyofauna typical of tropical estuarine habitats in the Amazon region, with a high number of young people living in environments with high food availability.

Fish growth is influenced by factors such as reproductive cycle, food availability, and environmental and habitat conditions. Thus, the condition factor (Ka), can be used to obtain information on differences in food availability and the consequences in the life cycle of fish species; high Ka values may be related to increased food consumption, which in turn is related to increased food availability or activity (Le Cren, 1951; Morato et al., 2001; De Giosa et al., 2014).

The parameters of length-weight relationship (LWR) for the species in the Guajará-Mirim estuary, only average annual values were considered, as the data were collected over an extended period of time and are not representative of a specific season. Moreover, the fish

caught were not sexually identified (Mouine et al., 2007; Pardoe et al., 2008), and all individuals were considered immature juveniles.

In the Amazonian estuary, artisanal capture of crustaceans (Penaeidae) is common; however, studies on fauna accompanying shrimp have focused on bioecology and taxonomic characterization. Data on the proportions of accompanying ichthyofauna and shrimp biomass during artisanal pink shrimp trawling in the Amazon region are unavailable; therefore, our study is the first estimate of fish fauna.

During artisanal trawling for pink shrimp in the Guajará-Mirim estuary, accompanying ichthyofauna with short length and low weight are discarded, as seen for commercially viable species, such as hake and sardine, which have not reached the first maturation size.

Based on the type of growth observed for the main species captured in this study, they demonstrate the importance of the estuary as a growth area, and the information obtained is important for future management plans and management of artisanal trawling of the pink shrimp, reducing the capture of ichthyofauna and contributing to the conservation of species in the Guajará-Mirim estuary.

### **Acknowledgment**

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brazil (CAPES) - Finance Code 001.

## References

- Alverson DL, Hughes, SE. Bycatch: from emotion to effective natural resource management. *Rev Fish Biol Fish*, 1996.6(4):443-462. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00164325>.
- Andrade-Tubino MF, Ribeiro ANR, Viana M. Organização espaço-temporal das ictiocenoses demersais nos ecossistemas estuarinos brasileiros. *Oecologia Brasiliensis*, 2008. Vol. 12, Nº. 4.
- Barletta-Bergan A, Barletta M, Saint-Paul U. Structure, and seasonal dynamics of larval fish in the Caeté estuary in North Brazil. *Est Coas Shelf Sci.*, 2002. v. 54, p.193-206
- Barletta M, Barletta-Bergan A, Saint-Paul U. Hubold, G., The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. *J Fish Biol*2005. 66, 1–28.
- Barletta M, Amaral CS, Correa MFM. Guebert, F., Dantas, D.V., Lorenzi, L., Saintpaul, U., Factors affecting seasonal variations in demersal fish assemblages at an ecocline in a tropical\subtropical estuary. *J Fish Biol*. 2008. 73, 1315–1336.
- Barros DF, Torres MF, Lucena Frédou F. Ictiofauna do estuário de São Caetano de Odivelas e Vigia (Pará, Estuário Amazônico). *Rev Biota Neotrop*, 2011. vol. 11, n. 2. p. 367-389.
- Batista VS, Fabr e NN, Malhado AC, Ladle RJ. Tropical artisanal coastal fisheries: challenges and future directions. *Rev Fish Sci Aquac*, 2014. 22(1), p. 1-15.
- Bell JD, Pollard DA, Burchmore JJ, Pease BC, Middleton MJ. Structure of a fish community in a temperate tidal mangrove creek in Botany Bay, New South Wales. *Austral. J. Mar Freshwater Res*, 1984. vol. 35, no. 1, p. 33-46.
- Branco JO, Freitas Júnior F, Christoffersen ML. Bycatch fauna of seabob shrimp trawl fisheries from Santa Catarina State, southern Brazil. *Biota Neotrop*, 2015. v. 15, n. 2,
- Camargo M, Maia T. Análise populacional do baiacu, *Colomesus psittacus* (Tetraodontiformes, Tetraodontidae), no estuário o rio Caet , costa norte do Brasil. *Uakari*; 2008. 4(1): p. 23-28. <http://dx.doi.org/10.31420/uakari.v4i1.34>.
- Carpenter KE.(Coord.). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). 1. ed. Roma: FAO, 2002. 773 p.
- Carvalho TCC, Reis AR; Palheta GDA, Melo NFAC. Composi o taxonômica de macrocrustáceos dec podas capturados na pesca artesanal com pu a de arrasto em uma área

estuarina Amazonica. In: SENHORAS EMA (Org.). Gestão Ambiental e Sustentável na Amazônia. 1ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019a. v. 1, p. 21-32.

Carvalho AR, Pennino MG, Bellido JM., Olavo G. Small-scale shrimp fisheries bycatch: A multi-criteria approach for data-scarce situations. *Mar Policy*, 2019b. 103613.

Catchpole TL, Enever R, Maxwell DL, Armstrong MJ, Reese A, Revill AS Constructing indices to detect temporal trends in discarding. *Fish Res*, 2011. 107(1-3), 94-99.

Cattani AP, Santos LO, Spach HL, Budel BR, Guanais JHDG. Avaliação da ictiofauna da fauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas do município de pontal do Paraná, litoral do Paraná, Brasil. *Bol Inst Pesca*, 2011. 37(3): 247-260.

Clucas I. Bycatch-is it a bonus from the sea. *Infofish International*, 1998. p. 24-26,

Bomfim AC, Farias DSD, Morais ICC, Rossi S, Gavilan SA, Silva FJOL. Impacto da Pesca acessória do arrasto camaroeiro na reprodução de peixes no nordeste do Brasil. *Biota Amaz*, 2019. 9(1), 37-42.

De Giosa M, Czerniejewski P, Rybczyk A. Seasonal changes in condition factor and weight-length relationship of invasive *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) from Leszczynskie Lakeland, Poland. *J Adv Zoo*, 2014 .v. 2014.

Espirito-Santo RV, Isaac VJ, Silva LMA, Martinelli JM, Higuchi H, Paul US. Peixes e camarões do litoral bragantino, Pará, Brasil. Belém: MADAM; 2005. 268 p.

Ferraz D, Giarrizzo T. Weight-length and Length-length relationships for 37 demersal fish species from the Marapanim River, northeastern coast of Pará State, Brazil. *Biota Amaz*, 2015. v. 5, p. 78-82.

Fonseca AF, Souza RAL. Relações morfométricas de algumas espécies de peixes da fauna acompanhante capturada nas pescarias artesanais do camarão em região estuarina do rio Taperaçu (Bragança-PA-Brasil). *Bol Téc Cient Cepnor*, Belém, 2006. v. 6, n. 1, p. 79-87.

Froese R, Pauly D. Fishbase (version Feb 2018). In Roskov Y, Ower G, Orrell T, Nicolson D, Bailly N, Kirk PM, Bourgoin T, DeWalt RE, Decock W, Nieukerken E, Zarucchi J, Penev, L (eds) Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2019 Annual Checklist. Leiden: Species 2000: Naturalis. 2019. Available at [www.catalogueoflife.org/col](http://www.catalogueoflife.org/col)

Giarrizzo T, Schwamborn R, Saint-Paul U. Utilization of carbon Sources in a northern Brazilian mangrove ecosystem. *Est Coast Shelf Sci.* 201. 95(4): p.447-57.

Giarrizzo, T, Krumme, U. Temporal patterns in the occurrence of selected tropical fishes in mangrove creeks: implications for the fisheries management in north Brazil. *Braz Arch Biol Technol.* 52(3). 2009. P. 679-88.

Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electron.* 2001.4(1): p. 9.

Kelleher, K. Discards in the world's marine fisheries: an update. Rome: FAO. 131p. (FAO Fisheries Technical Paper, 470). 2005.

Krumme U, Keuthen H, Barletta M, Saint-Paul U, Villwock W. Resuspended intertidal microphytobenthos as major diet component of planktivorous Atlantic anchoveta *Cetengraulis edentulus* (Engraulidae) from equatorial mangrove creeks. *Ecotrop.* 2008. 14(4): p. 121-8.

Le Cren ED. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J Anim Ecol*, 1951.20: 201-219.

Lazzari, MA, Sherman S, Kanwit JK. Nursery use of shallow habitats by epibenthic fishes in marine nearshore waters. *Estuar Coast Shelf Sci*, 2003. London, 56: p. 73–84.

Matos IP, Lucena F. Descrição da pesca da pescada-amarela, *Cynoscion acoupa*, da costa do Pará. *Arq Cienc Mar*, 2006. 39(1-2), p. 66-73.

Menezes NA, Figueiredo LL. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3). 1ª ed. Museu de Zoologia de São Paulo, São Paulo, Brasil, 1980. 96pp.

Menezes NA, Buckup PA, Figueiredo JL, Moura RL. Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 2003. 160 p.

Mouine N, Francour P, Ktari MH, Chakroun-Marzouk N. The reproductive biology of *Diplodus sargus sargus* in the Gulf of Tunis (central Mediterranean) *Sci Mar*, 2007. v71, p. 461-469.

Morato T, Afonso P, Lourinho P, Barreiros J P, Santos RS, Nash RDM. Length–weight relationships for 21 coastal fish species of the Azores, north-eastern Atlantic. *Fish Res*, (2001). 50(3), 297-302.

Mourão KRM, Frédou FL, Espírito-Santo RV, Almeida MC, Silva BB, Frédou T, Isaac V. Sistema de produção pesqueira pescada amarela-*Cynoscion acoupa* Lacèpede (1802): um estudo de caso no litoral nordeste do Pará-Brasil. Bol Inst Pesca, 200935(3), 497-511.

Mourão KRM, Ferreira V, Frédou FL. Composition of functional ecological guilds of the fish fauna of the internal sector of the Amazon Estuary, Pará, Brazil. An. Acad. Bras. Ciênc. 2014. vol. 86 no. 4.

Mourão KRM, Frédou T, Frédou F L. Spatial and seasonal variation of the ichthyofauna and habitat use in the inner portion of the Brazilian Amazon Estuary. Bol Inst Pesca. 2015. São Paulo, 41(3): 529–545.

Pardoe H, Thórdarson G, Marteinsdóttir G. Spatial and temporal trends in condition of Atlantic cod *Gadus morhua* on the Icelandic shelf Mar. Prog. Ser. 2008. 362 pp. 261-77

Pinheiro HT, Martins AS. Comparative study of artisanal catch of sea bob shrimp and its by-catch fauna in two fishing grounds of the Espírito Santo coast, Brazil. Bol Inst Pesca, 2009. v. 35, n. 2, p. 215 - 25,

Silva Júnior CAB, Feitosa CV, Araújo ME. Sustainability of capture of fish bycatch in the prawn trawling in northeastern Brazil. Neotrop Ichthyol. 2013. 11(1): 133-142. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252013000100016>.

Silva Júnior, CAB, Viana AP, Frédou FL, Frédou T. Aspects of the reproductive biology and characterization of Sciaenidae captured as bycatch in the prawn trawling in the northeastern Brazil. Acta Scientiarum. 2015. 37(1): 1-8. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v37i1.24962>,

Silva A C, Mangas A P, Palheta GDA, Santos PRB, Hamoy I G, Melo N F A C. Variação nictemeral da comunidade ictioplânctônica em um estuário tropical durante um ciclo hidrológico. Bol Téc Cient do CEPNOR. 2016.16(1), 41-51.

Silva-Júnior CBD, Lira AS, Eduardo LN, Viana AP, Lucena-Frédou F, Frédou T. Ichthyofauna bycatch of the artisanal fishery of penaeid shrimps in Pernambuco, northeastern Brazil. B. Inst. Pesca. 2019. e435-e435.

Silvano RAM, Begossi A. Fishermen's local ecological knowledge on Southeastern Brazilian coastal fishes: contributions to research, conservation, and management, Neotrop. Ichthyol. 2012. 10 (7), <https://doi.org/10.1590/S1679-62252012000100013>.

Weatherley AH, Gill HS. The biology of fish growth. London: Academic Press. 1987.443p.

Whitehead PJP, Nelson GJ, Wongratana T. Clupeoid Fishes of the World(Suborder Clupeoidei). In: An Annotated and Illustrated Catalogue of the Herrings,Sardines, Pilchards, Sprats, Shads, Anchovies and Wolf-herrings. FAO FishSynopsis, Rome, 1988. p. 579.

Zacardi DM, Bittencourt SCS, Nakayama L. O ictioplâncton e sua relação com a variação diária e os ciclos de marés no estuário amazônico. Biota Amaz, 2016.6(2), p. 32-40.

Zar, J.H. 2009 Biostatistical Analysis. 5th Edition. 960p.

Zeller, D.; Cashion, T.; Palomares, M.; Pauly, D. 2018. Global marine fisheries discards: a synthesis of reconstructed data. Fish and Fisheries, 19(1): 30-39. <http://dx.doi.org/10.1111/faf.12233>.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade de pesca utilizada atualmente no estuário de Guajará-Mirim para a captura do camarão rosa, pode apresentar a longo prazo um risco a biodiversidade, visto que a espécie alvo é capturada com comprimento e pesos pequenos assim como a assembléia de peixes descartadas pelo arrasto artesanal.

A sazonalidade da região estuarina amazônica indica que a pesca de arrasto de camarão rosa apresenta padrões ecológicos e produtivos, ou seja, o período chuvoso (janeiro a junho) há maior incidência da fauna acompanhante, ressaltando que o período de março a maio ocorre baixa captura da espécie alvo.

Sugere-se que haja uma diminuição nas capturas de camarão rosa por meio de arrasto artesanal no período de março a maio, a fim de reduzir os impactos do arrasto sobre a fauna de *M. amazonicum*, devido à maior incidência que ocorre na época das chuvas, além das fêmeas capturadas no período reprodutivo e para reduzir o descarte da ictiofauna, como medida de manejo a fim de contribuir para a conservação das espécies no ambiente estuarino de Guajará-Mirim.

Para manutenção desta atividade pesqueira no estuário devem ser consideradas as comunidades locais, dependentes da pesca camaroeira, neste sentido faz-se necessário a adoção de políticas públicas através do acompanhamento socioeconômico e do monitoramento da pesca artesanal em área estuarina amazônica.