MARCOS ANTONIO LIMA MATOSO

ASSOCIAÇÕES DE CAMARÕES ESCAVADORES (AXIIDEA E GEBIIDEA) DE PRAIAS ADJACENTES A UM ESTUÁRIO TROPICAL E SUA RELAÇÃO COM A HETEROGENEIDADE AMBIENTAL E LARVAS PLANCTÔNICAS

Recife
2022

MARCOS ANTONIO LIMA MATOSO

ASSOCIAÇÕES DE CAMARÕES ESCAVADORES (AXIIDEA E GEBIIDEA) DE PRAIAS ADJACENTES A UM ESTUÁRIO TROPICAL E SUA RELAÇÃO COM A HETEROGENEIDADE AMBIENTAL E LARVAS PLANCTÔNICAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade (PPGBio) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção de título de Mestre em Biodiversidade.

Orientador: Prof. Dr. Mauro de Melo Júnior - PPGBio/UFRPE
Coorientadora: Prof.ª Dr.ª Mônica Lúcia Botter-Carvalho – PPGBio/UFRPE

Recife
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M433a Matoso, Marcos Antonio Lima
ASSOCIAÇÕES DE CAMARÕES ESCAVADORES (AXIIDEA E GEBIIDEA) DE PRAIAS ADJACENTES A UM ESTUÁRIO TROPICAL E SUA RELAÇÃO COM A HETEROGENEIDADE AMBIENTAL E LARVAS PLANCTÔNICAS / Marcos Antonio Lima Matoso. - 2022.
74 f. : il.

Orientador: Mauro de Melo Junior.
Coorientadora: Monica Lucia Botter Botter-Carvalho.
Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Recife, 2023.

1. Talassinidea. 2. Paulista. 3. rio Timbó. 4. Estuário. 5. zooplâncton. I. Junior, Mauro de Melo, orient. II. Botter Carvalho, Monica Lucia Botter, coorient. III. Título

CDD 333.95

MARCOS ANTONIO LIMA MATOSO

ASSOCIAÇÕES DE CAMARÕES ESCAVADORES (AXIIDEA E GEBIIDEA) DE PRAIAS ADJACENTES A UM ESTUÁRIO TROPICAL E SUA RELAÇÃO COM A HETEROGENEIDADE AMBIENTAL E LARVAS PLANCTÔNICAS

Aprovada em: __/__/____

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: _____

Dr. Mauro de Melo Júnior

(Titular/UFRPE)

Examinadores: _____

Dr.ª Jussara Moretto Martinelli-Lemos

(Titular externo/UFPA)

_____

Dr. Flávio de Almeida Alves-Júnior

(Titular externo/UNIBRA)

_____

Dr. Pedro Augusto Mendes Melo

(Suplente externo/UFPE)

_____

Dr.ª Ana Carla Asfora El-Deir

(Suplente interno/UFRPE)

Recife

2022

Dedico este trabalho a Deus, à minha mãe, Elivany Matoso (*in memoriam*), ao meu pai, Marcos Matoso e às minhas irmãs. Pelo amor, educação, amizade e apoio de sempre.

"*Eis o vasto e espaçoso mar, no qual se movem inúmeras criaturas, seres grandes e pequenos.*"

Salmos 104:25

AGRADECIMENTOS

Foram tempos bastante difíceis: Uma Pós-graduação “gerada” bem no início de uma pandemia. Então, o que já era desafiador, tornou-se ainda maior. Porém, mesmo em meio a tantas incertezas, pude contar com pessoas e personagens imprescindíveis para que eu conseguisse chegar até aqui. De coração, sou grato!

Agradeço primeiramente a Deus, por tamanha misericórdia, graça e bondade em me manter até aqui e nunca me deixar desistir, mesmo quando parecia impossível. Obrigado, Deus, pelo Teu amor incondicional.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade (PPGBio/UFRPE), pela formação e por oferecer ensino gratuito e de qualidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado e pelo auxílio do Programa de Apoio à Pós-Graduação (PROAP), cuja verba foi indispensável para realizar a etapa de campo do presente trabalho.

Aos Membros da banca, pelas críticas e sugestões e contribuições.

Ao meu orientador Prof. Dr. Mauro de Melo Júnior e a minha Coorientadora Prof.ª Dr.ª Mônica Botter por terem me aceitado como orientando, pelos ensinamentos, pela paciência, pelo incentivo e por serem verdadeiros referenciais pra minha vida.

Aos laboratórios da UFRPE-Sede: Laboratório de Ecologia de Peixes (LEP), Laboratório de Ecologia Reprodutiva de Angiospermas (LERA), Laboratório de Tecnologia de Bioativos (LABTECBIO), e seus respectivos coordenadores, por cederem espaço e material para realizar parte dos processamentos das amostras. Principalmente à Prof.ª Drª (e Diretora do Departamento de Biologia) Elisângela Bezerra, por, mesmo em meio às restrições durante a pandemia, me permitiu usar o laboratório (LERA), praticamente em tempo integral.

À equipe do Laboratório de Ecologia do Bentos Costeiro (LEBENC), do qual faço parte desde a graduação; especialmente a Swane e a Wyllyane, nossa, como vocês foram/são importantes. Obrigado por toda ajuda e pela amizade!

À equipe do Laboratório de Ecologia do Plâncton (LEPLANC), que me acolheu durante a Pós-Graduação. Em especial a Jéssika por me auxiliar a dar os primeiros passos no mundo do zooplâncton. A Felipe, Lucas Nunes, Marcella, José, Dani e Mylena, pela parceria, pela troca, pelos momentos de descontração. Vocês tornavam os dias mais leves.

Aos funcionários da UFRPE, em especial aos motoristas, sempre muito responsáveis e solícitos durante às viagens para a coleta de campo.

Aos barqueiros Sr. Bené e Sr. Carlos, por todo apoio e ajuda durante as coletas.

À equipe que se dispôs a me ajudar, de alguma maneira durante as coletas: Minha irmã Monique, meu cunhado Alexei (Xixo), meu companheiro Ailton e aos meus amigos Ezildo, José (Tito), Túlio, Yago e Guilherme. Sem a ajuda de vocês eu não conseguiria. Obrigado por tamanha boa vontade.

Aos meus amigos Lucas Santos, Beatriz de Aquino e Joesili Oliveira por momentos únicos. Pelos conselhos, pelo apoio, pelo incentivo. Por Tudo que vocês são e representam pra mim. Verdadeiros presentes que a UFRPE me deu.

À minha família: minha mãe, que tá lá no céu e tenho certeza de que tá torcendo por mim. (“Mãe, ainda não está fácil sem a senhora por aqui. Mas sigo tentando, e muito disso é pela senhora. Espero que estejas orgulhosa!”), ao meu Pai, pelo sustento e investimento e por, na medida do possível, não me deixar faltar nada. Às minhas irmãs Marta e Monique, por todo amor e carinho, pelo cuidado, torcida e por acreditarem em mim. Aos meus sobrinhos Lílian e Gael, por ocuparem minha mente e me distraírem, e ao mesmo tempo, me fazer voltar pra mim sempre que oportuno. Ao meu companheiro Ailton, por me aguentar nos momentos mais difíceis… pelos chocolates pra me acalmar, pelo companheirismo e compreensão. A Harry, meu cachorro (filho), por mudar minha rotina e trazer uma dose extra de amor e fofura na minha vida. Ao meu irmão, não de sangue, mas de coração, Ezildo, um dos meus melhores amigos, há tanta coisa… só te agradeço por tudo.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que, de alguma maneira, contribuíram para que eu vencesse cada etapa e conseguisse chegar até aqui. Obrigado!

Lista de Figuras

Figura 1: Área do estudo: Complexo marinho-estuarino, localizado no litoral norte de Pernambuco, entre os municípios de Paulista e Igarassu, com os símbolos apresentando as estações de coleta do zooplâncton.: porção sul (PS); pluma estuarina (PE) e porção norte (PN). A Área destacada corresponde à praia de Mangue Seco, local onde foram coletadas as fêmeas ovígeras.....60

Figura 2: Valores médios dos parâmetros abióticos (pH, temperatura e salinidade) obtidos durante as coletas na porção sul (PS), porção norte (PN) e pluma estuarina (PE) e entre os eventos de amostragem de seca (s) e chuvosa (c), com seus respectivos desvios padrão. 61

Figura 3: Ordenação PCA envolvendo as variáveis ambientais (temperatura, salinidade, pH) com os locais de coleta porção sul (PS), porção norte (PN) e pluma estuarina (PE) e com os eventos de amostragem seca (s) e chuvosa (c). 61

Figura 4: Larvas dos camarões escavadores coletadas no estágio de zoea 1. a - Callichirus corruptus. b - Lepidophthalmus siriboia, c - Neocallichirus sp., d - Axianassa Australis e e - Upogebia sp. 62

Figura 5: Ordenação multidimensional não-métrica (MDS) com as densidades médias de larvas de Axiidea e Gebiidea em relação com os locais de coleta: porção sul (PS), porção norte (PN) e pluma estuarina (PE) e entre os eventos de amostragem de seca (s) e chuvosa (c). 62

Figura 6: Densidade média (ind./100m³) do zooplâncton e seus desvios padrão. a – Densidade média total para todo zooplâncton coletado. b – Comparação da densidade média das larvas dos camarões escavadores entre os locais de coleta: porção sul (PS), porção norte (PN) e pluma estuarina (PE) e entre os eventos de amostragem de seca (s) e chuvosa (c).....63

Figura 7: Comparação da abundância relativa larval das espécies de camarões escavadores entre as locais de coleta porção sul (PS), porção norte (PN) e pluma estuarina (PE) e entre os eventos de amostragem de seca (s) e chuvosa (c).....64

Figura 8: Classificação dos taxa encontradas quanto à frequência de ocorrência (FrO %), seguindo o critério estabelecido onde FrO > 70% - Muito frequente; 70 ┤ 40% -Frequente 40 ┤ 20% - Pouco frequente (PA) e ≤ 20% - Raro. 64

Figura 9: Representação da frequência de ocorrência (FrO %) dos os estágios larvais dos camarões escavadores entre os locais de coleta: porção sul (PS), porção norte (PN) e pluma estuarina (PE), e entre os eventos de amostragem: seca (s) e chuvosa (c). 65

Figura 10: Contribuição do zooplâncton coletado para a biomassa total dos organismos, estimada através do peso úmido e expressa em mg/100m³. 66

Figura 11: Contribuição das larvas dos camarões escavadores com a biomassa (mg/100m³) local de Coleta: porção sul (PS), porção norte (PN) e pluma estuarina (PE), e entre os eventos de amostragem: seca (s) e chuvosa (c).. 67

Lista de Tabelas

Tabela I: Dados hidrológicos do pH, Temperatura e Salinidade em cada estação de coleta, com o valor da média e desvio padrão amostral, onde porção sul (PS), porção norte (PN) e pluma estuarina (PE) e DP = Desvio Padrão.).....67

Tabela II: Resultados da análise de componentes principais (PCA) das variáveis ambientais (pH, temperatura e salinidade) medidas das estações de coleta em estudo e suas respectivas contribuições em percentagem. 68

Tabela III: Composição taxonômica e abundância relativa (AR-%) do zooplâncton entre as estações de coleta, PS = porção sul; PN = porção norte e PE = pluma estuarina. E entre eventos amostrais: s = seco, c = chuvoso; estágio de desenvolvimento larval para as Famílias Callichiridae e Upogebiidae e Axianassidae, de maneira que Zoea 1 (Z1) e Zoea 2 (Z2), e suas respectivas classificações quanto a abundância, onde > 70% - Dominantes (DO); 70 ┤ 40% - Abundantes (AB); 40 ┤20% - Pouco abundante (PA) e ≤ 20% - Raro (RA). 69

Tabela IV: Análise PERMANOVA a 2 fatores utilizando a densidade larval de Axiidea e Gebiidea. Fatores fixos: estações de coleta (porção sul, porção norte e pluma estuarina) e, Período (seco e chuvoso). A análise foi baseada na matriz de similaridade de Bray Curtis, transformada em Log(x+1). 70

Tabela V: Contribuição percentual (%) das espécies das larvas dos camarões escavadores para a similaridade (análise de SIMPER) dentro de cada grupo formado pelas estações de coleta (PN= porção norte; PS= porção sul e PE= pluma estuarina). 71

Tabela VI: Contribuição percentual (%) das espécies das larvas dos camarões escavadores para a similaridade (análise de SIMPER) entre os eventos de amostragem de seca e chuvosa.....72

Tabela VII: Registro dos grupos dos taxa de camarões escavadores coletados durante o período de estudo na praia de Mangue Seco, Igarassu. AR = Abundância relativa (%); FrO = Frequência de ocorrência (%) e Class. = Classificação de ocorrência, onde: FrO > 70% - Muito frequente (MF); 70 ┤ 40% -Frequente (F); 40 ┤20% - Pouco frequente (PF) e ≤ 20% - Raro (R). 73

Tabela VIII: Registro das fêmeas ovígeras coletadas na praia de Mangue Seco, durante os eventos de amostragem. 74

SUMÁRIO

RESUMO **16**

ABSTRACT **17**

REFERENCIAL TEÓRICO **18**

HIPÓTESES **19**

OBJETIVO GERAL **20**

OBJETIVOS ESPECÍFICOS **20**

REFERÊNCIAS **20**

Manuscrito **24**

Resumo **24**

1. ..... -

INTRODUÇÃO **26**

2 – MATERIAL E MÉTODOS **29**

2.1 Caracterização da área de Estudo *29*

2.2 Estratégia amostral e Procedimentos de campo *29*

2.2.2 Coleta do zooplâncton 30

2.2.3 Bentos 30

2.2.4 Coleta dos indivíduos adultos 31

2.3 Mensuração e coleta dos parâmetros ambientais *31*

2.4 Procedimentos de laboratório *31*

2.4.1 Da análise e triagem do zooplâncton 31

2.4.2 Dos camarões escavadores adultos 32

2.5 Tratamento numérico dos dados *32*

2.5.1 Zooplâncton 32

2.5.2 Bentos 34

2.6 Análise dos dados *34*

2.6.1 Zooplâncton 34

3 - RESULTADOS 35

3.1 Parâmetros ambientais: *35*

3.2 Zooplâncton e estágios larvais dos camarões escavadores *36*

3.2.1 Composição e densidade 36

3.2.2 – Abundância relativa, frequência de ocorrência e biomassa 38

3.3 – Camarões Escavadores *41*

4 – DISCUSSÃO 42

4.1 – Parâmetros ambientais *42*

4.2 – Fases larvais dos camarões escavadores e fêmeas ovígeras *43*

4.3 – Zooplâncton e descritores ecológicos *45*

4.4 – Contribuição larval dos camarões escavadores e fatores ambientais *47*

5 - CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES 50

6 - AGRADECIMENTOS 50

7 – REFERÊNCIAS 50

Figuras: ..... Erro! Indicador não definido.

Tabelas: ..... Erro! Indicador não definido.

MATOSO, Marcos Antonio Lima (MSc). Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Agosto, 2022. ASSOCIAÇÕES DE CAMARÕES ESCAVADORES (AXIIDEA E GEBIIDEA) DE PRAIAS ADJACENTES A UM ESTUÁRIO TROPICAL E SUA RELAÇÃO COM A HETEROGENEIDADE AMBIENTAL E LARVAS PLANCTÔNICAS. Orientador: Prof. Dr. Mauro de Melo Júnior (UFRPE) e co-orientadora: Prof.ª Dr.ª Mônica Lúcia Botter-Carvalho.

RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de analisar o zooplâncton com ênfase na ocorrência das larvas dos camarões escavadores entre águas mais costeiras e águas de uma pluma estuarina, durante eventos de estiagem (seca) e chuvas. A ocorrência larval foi testada com relação aos parâmetros ambientais (temperatura, pH e salinidade) e com a ocorrência de fêmeas ovígeras. Para isto, foi produzido um manuscrito em que a área do estudo compreendeu um sistema marinho-estuarino, localizado entre os municípios de Paulista e Igarassu, litoral norte de Pernambuco. Tomando como referência a pluma estuarina do Rio Timbó, as amostras de zooplâncton foram realizadas, utilizando uma rede de arrasto com abertura de malha de 300 µm. A amostragem foi feita em em três locais de coleta 1-pluma estuarina, 2- águas da porção norte em relação a pluma e 3 – águas da porção sul. As variáveis ambientais da água em cada estação também foram mensuradas. Os indivíduos adultos foram coletados, com auxilio de bomba de sucção manual, na praia de Mangue Seco, área adjacente à pluma. Um teste PERMANOVA foi aplicado para verificar a ocorrência de diferenças significativas entre a densidade larval, os locais de coleta e os eventos de amostragem. Dentre os *taxa* encontrados no zooplâncton, foram identificadas *Axianassa australis*, *Upogebia* sp., *Callichirus corruptus*, *Lepidophithalmus siriboia* e *Neocallichirus* sp. não foi possível identificar diferenças significativas na densidade larval e os fatores observados. Larvas da espécie *Axianassa australis* foram as mais representativas durante todo estudo, demonstrado assim que os camarões escavadores de origem estuarina contribuem mais na comunidade zooplanctônica costeira. Houve coincidência entre as ocorrências das espécies larvais e das fêmeas ovígeras. Porém o indivíduo adulto de *A. australis* não foi coletado, sugerindo que a ausência dos adultos é ocasionada devido a incompatibilidade ambiental. Assim, o estudo fornece informações relevantes à ecologia e contribuição larval dos camarões escavadores no ambiente natural.

Palavras-Chave: Thalassinidea, Paulista, rio Timbó, estuário, zooplâncton

MATOSO, Marcos Antonio Lima (MSc). Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). August, 2022. ASSOCIATIONS OF BURROWING SHRIMPS (AXIIDEA AND GEBIIDEA) FROM BEACHES ADJACENT TO A TROPICAL ESTUARY AND THEIR RELATIONSHIP WITH ENVIRONMENTAL HETEROGENEITY AND PLANKTONIC LARVAE. Advisor: Dr. Mauro de Melo Júnior (UFRPE) and Dr. ª Mônica Lúcia Botter-Carvalho.

ABSTRACT

The present study aimed to analyze zooplankton with emphasis on the occurrence of burrowing shrimp larvae between more coastal waters and waters of an estuarine plume, during drought (dry) and rainfall events and between environmental parameters (temperature, pH and salinity) and relate to the occurrence of ovigerous females. For this, a manuscript was produced in which the study area comprised a marine-estuarine system, located between the municipalities of Paulista and Igarassu, north coast of Pernambuco. Taking the estuarine plume of the Timbó river as a reference, zooplankton samples were collected at three sampling stations: 1-estuarine plume, 2- waters from the northern portion in relation to the plume and 3- waters from the southern portion. The environmental variables of the water in each station were also measured. Adult individuals were collected at Mangue Seco beach, adjacent to the plume. Organisms were identified and quantified. A PERMANOVA test was applied to verify the occurrence of significant differences between larval density, collection stations and sampling events. Among the taxa found in zooplankton, *Axianassa australis*, *Upogebia* sp., *Callichirus corruptus*, *Lepidophithalmus siriboia* and *Neocallichirus* sp. were identified. it was not possible to identify significant differences in larval density and observed factors. Larvae of the species *Axianassa australis* were the most representative throughout the study, thus demonstrating that burrowing shrimp of estuarine origin contribute more to the coastal zooplankton community. There was coincidence between the occurrences of larval species and ovigerous females. However, the adult individual of *A. australis* was not collected, suggesting that the absence of adults is caused by environmental incompatibility. Thus, the study provides information relevant to the ecology and larval contribution of burrowing shrimp in the natural environment.

Keywords: Thalassinideans, Paulista, river Timbó, estuary, zooplankton

REFERENCIAL TEÓRICO

Os ambientes costeiros são considerados como regiões de transição extremamente dinâmicos (ÂNGULO, 2004). Esses ambientes são bastante relevantes no que diz respeito ao seu aspecto ecológico que pode ser evidenciado principalmente pelo mosaico de ecossistema que apresenta, com grande capacidade de comportar elevada biodiversidade. E apesar de sua heterogeneidade apresenta ambientes sensíveis e frágeis do ponto de vista ecossistêmico, como por exemplo os estuários, a região marinha costeira, dentre outros (MEUEHE, 1998).

Ecologicamente, os estuários e o ambiente marinho são considerados locais atrativos para inúmeras espécies, sejam elas residentes, dependentes, facultativas ou ocasionais (VIEIRA et al., 1998; McLUSKY e ELLIOTT, 2004). Também são importantes para o desenvolvimento de diversos grupos, muitas vezes de interesse econômico, como por exemplo crustáceos (SCHWAMBORN et al., 2008) e peixes (CHAO et al., 1982; GIARRIZZO e KRUMME, 2009) entre outros.

As diversas espécies presentes nesses ambientes, comumente, têm sua distribuição influenciada pela variação nos fatores ambientais, como por exemplo, salinidade, temperatura, pH, disponibilidade de alimento, turbidez e hidrodinâmica das correntezas e marés (ANGER, 2001; MAGRIS e LOUREIRO-FERNANDES, 2011). As variações nas condições ambientais podem acontecer de maneira sazonal, regional e/ou local (KAISER et al., 2006), regendo assim a dinâmica de dispersão e recrutamento das larvas existentes (EPIFANIO et al., 1988).

Em decápodes, a maioria dos seus estágios iniciais de vida encontra-se no zooplâncton em formato de larvas meroplanctônicas, de maneira que logo após tornarem-se adultos, saem do ambiente planctônico para o bentônico (FERNANDES e BONECKER, 2006). As fases larvais podem ser encontradas de maneira contínua na coluna dá'gua, enfrentando as diferentes condições ambientais (ANGER, 2001) e em períodos reprodutivos, podem chegar a ser dominantes dentro da comunidade zooplanctônica (BOSCHI, 1981).

Os camarões escavadores das infraordens Axiidea e Gebiidea, organismos alvo do presente estudo, são exemplos de decápodes de hábito bentônico na fase adulta, com liberação larval no ambiente planctônico após a eclosão dos ovos (PHOLE et al., 2014). Estes animais, possuem vários de seus representantes comuns de regiões estuarinas

(DÍAZ-FERGUSON e VARGAS-ZAMORA, 2001), como por exemplo *Axinanassa austrais* (FELDER, 2001) e *Upogebia vasquezi* (DE OLIVEIRA et al., 2012), e após a reprodução, completam o desenvolvimento larval em águas costeiras (MAGRIS e LOUREIRO FERNANDES, 2005). Outras espécies também são típicas de praias arenosas costeiras, como por exemplo *Callichirus corruptus*, chegando a ser dominantes na região do médio litoral (BOTTER-CARVALHO et al., 2007).

A distribuição tanto dos organismos adultos como das fases larvais, exceto na fase de megalopa, quando está próxima de se assentar, depende de alguns aspectos em relação ao ambiente de origem da espécie (marinho ou estuarino), e leva em consideração a variação dos fatores ambientais (bióticos e abióticos) e dos mecanismos de dispersão larvais adotados, sejam eles de exportação ou retenção, que leva em consideração se o ambiente possui condições favoráveis para o sucesso do desenvolvimento larval, como, por exemplo, a influência da temperatura e salinidade (WOOLDRIDGE e LOUBUSER, 1996; GEBAUER et al., 2010; MAGRIS et al., 2011).

No mundo, há pouco conhecimento sobre a dinâmica das larvas dos camarões escavadores no seu ambiente natural (Phole et al., 2014), principalmente em regiões tropicais, local de maior número de espécies desse grupo. Tais informações são fundamentais para o conhecimento da história de vida desses animais. Assim como para a grande maioria dos invertebrados marinhos , conhecer a ecologia e o comportamento dos estágios larvais dos camarões escavadores é importante para entender o os processos que influenciam a ecologia dos indivíduos adultos. Sendo assim é de grande relevância avaliar os padrões de dispersão desses organismos através dos mecanismos de dispersão planctônica (OLSON e OLSON, 1989).

HIPÓTESES

i - Há sincronia na ocorrência de fêmeas ovígeras e larvas planctônicas dos camarões-escavadores em eventos de amostragem de estiagem (seca) e de chuvas.

ii – Camarões escavadores estuarinos contribuem mais com larvas para o plâncton marinho costeiro que os camarões escavadores das praias não-estuarinas.

OBJETIVO GERAL

Analisar o zooplâncton com ênfase na ocorrência das larvas dos camarões escavadores entre águas mais costeiras e águas de uma pluma estuarina, durante eventos de estiagem (seca) e chuvas e entre os parâmetros ambientais (temperatura, pH e salinidade) e relacionar com a ocorrência de fêmeas ovígeras.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

I. Identificar as larvas dos camarões escavadores até o menor nível taxonômico e verificar se há relação entre sua densidade em um gradiente ambiental (águas costeiras x pluma estuarina) e com os fatores abióticos (temperatura, pH e salinidade);

II. Descrever a composição zooplanctônica com ênfase nas larvas dos camarões escavadores e quantificar sua contribuição em termos de abundância, frequência de ocorrência e biomassa;

III. Identificar se há coincidência na ocorrência das larvas planctônicas dos camarões escavadores com o período de ocorrência das fêmeas ovígeras na praia adjacente.

IV. Avaliar a ocorrência de fêmeas ovígeras de camarões escavadores em uma praia com influência estuarina (Mangue Seco), nos eventos de amostragem seco e chuvoso.

REFERÊNCIAS

ANGER, Klaus. The biology of decapod crustacean larvae. Lisse: **AA Balkema Publishers**, 2001.

ANGULO, Rodolfo José. Aspectos físicos das dinâmicas de ambientes costeiros, seus usos e conflitos. **Desenvolvimento e meio ambiente**, 10, 2004.

BOSCHI, E. E. Larvas de Crustacea Decapoda. **Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental**, 699-758, 1981.

BOTTER-CARVALHO, M. L.; SANTOS, PJP dos; CARVALHO, PVV da C. Population dynamics of *Callichirus major* (Say, 1818) (Crustacea, Thalassinidea) on a beach in northeastern Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 71 (3-4): 508-516, 2007.

CHAO, L.N.; PEREIRA, L.E.; VIEIRA, J.P. Estuarine fish community of the Patos Lagoon, Brazil. **Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards an ecosystem integration**. México: UNAM. 20: 429-450, 1985.

DE OLIVEIRA, D. B; SILVA, D. C.; MARTINELLI, J. 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 the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 92(2): 295-303, 2012.

DÍAZ-FERGUSON, E; VARGAS-ZAMORA, J. A. Abundance of *Petrolisthes armatus* (Crustacea: Porcellanidae) on a tropical estuarine intertidal rocky beach, Gulf of Nicoya estuary, Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, p. 97-101, 2001.

EPIFANIO, C. E.; LITTLE, K. T.; ROWE, P. M. Dispersal and recruitment of fiddler crab larvae in the Delaware River estuary. **Marine ecology progress series. Oldendorf**, 43(1): 181-188, 1988.

FELDER, D. L. Diversity and ecological significance of deep-burrowing macrocrustaceans in coastal tropical waters of the Americas (Decapoda: Thalassinidea). **Interciencia** 26: 440-449, 2001.

FERNANDES, L. D. A; BONECKER, S. L. C. Fases do desenvolvimento larval e metarmofose em Crustacea Decapoda – artigo de revisão. **Saúde e Ambiente em Revista,** 1 (2): 11-17, 2006.

GEBAUER, P.; PASCHKE, K.; ANGER, Klaus. Seasonal variation in the nutritional vulnerability of first-stage larval porcelain crab, *Petrolisthes laevigatus* (Anomura: Porcellanidae) in southern Chile. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 386, n. 1-2, p. 103-112, 2010.

GIARRIZZO, T; KRUMME, U. Temporal patterns in the occurrence of selected tropical fishes in mangrove creeks: implications for the fisheries management in North Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 52 (3): 679-688, 2009.

KAISER, M. J.; ATTRILL, M. J., JENNINGS, S.; THOMAS, D. N., BARNNES, D. K. A.; BRIERLEY, A. S.; POLUNIN, N.V. C.; RAFFAELLI, D. G.; WILLIAMS, P. B. Marine Ecology Processes, Systems ans Impacts. **Oxford University Press**, New York. 584p, 2006.

MAGRIS, R. A.; FERNANDES, L. Loureiro. Levantamento preliminar das larvas de Porcellanidae (Decapoda, Anomura) do sistema estuarino dos rios Piraquê-açú e Piraquê-mirim, Aracruz, Espírito Santo. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, 9 (1): 49-54, 2005.

MAGRIS, R. A.; LOUREIRO-FERNANDES, L. F. Diversity and distribution of assemblages of estuarine decapod larvae (Crustacea: Decapoda: Anomura, Brachyura) in tropical southeastern Brazil. **Zootaxa**, 2758 (1): 26-42, 2011.

MCLUSKY, D. S.; ELLIOTT, M. The estuarine ecosystem: ecology, threats and management. **OUP Oxford**, 2004.

MUEHE, Dieter. Estado morfodinâmico praial no instante da observação: uma alternativa de identificação. **Revista brasileira de Oceanografia**, 46: 157-169, 1998.

OLSON, R. R.; OLSON, M. H. Food limitation of planktotrophic marine invertebrate larvae: does it control recruitment success? **Annual Review of Ecology and Systematics**. 225-247, 1989.

POHLE, G., SANTANA, W., MARTIN, J. W., OLESEN, J., & HØEG, J. T. Gebiidea and Axiidea (= Thalassinidea). ***Atlas of Crustacean Larvae***, P. 263-271, 2014.

SCHWAMBORN, Ralf et al. Patrones dinámicos de transporte y migración de zooplancton en el estuario Catuama (Pernambuco, Brasil), con énfasis en las larvas de crustáceos decápodos. **Latin american journal of aquatic research**, 36 (1): 109-113, 2008.

VIEIRA, J.P.; CASTELLO, J.P.; PEREIRA, L.E. Ictiofauna. In: Seelinger, U.; Odebrecht, C.; Castello, J.P. (Org.). Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil. **Ecoscientia**. Rio Grande, p. 60-68, 1998.

WOOLDRIDGE, T. H.; LOUBSER, H. Larval release rhythms and tidal exchange in the estuarine mudprawn, *Upogebia africana*. **Hydrobiologia**, 337 (1): 113-121, 1996.

ARTIGO SUBMETIDO À REVISTA:

ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS

Qualis Capes: A2

Fator de Impacto: 1,811

Link de acesso às normas da revista:

https://www.scielo.br/journal/aabc/about/#instructions

Manuscrito

Contribuição das formas larvais dos camarões escavadores (Axiidea e Gebiidea) em um sistema marinho-estuarino tropical no Nordeste do Brasil

Marcos Antonio Lima Matoso[1*]; Mônica Lúcia Botter-Carvalho[2]; Mauro de Melo Júnior[2].

[1] Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil;

[*]matosomarcos@hotmail.com

[2] Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil.

Resumo

Mesmo reconhecida a importância ecológica dos camarões-escavadores, há escassez de informações sobre suas larvais no ambiente natural. O presente trabalho teve o objetivo de descrever os padrões de distribuição, Abundância e biomassa larval do zooplâncton em sistema estuarino-marinho tropical com ênfase nos camarões-escavadores. O estudo ocorreu num sistema marinho-estuarino, entre as praias de Mangue Seco e Maria Farinha, no litoral norte de Pernambuco – Brasil. Foram realizadas coletas do zooplâncton e dos adultos dos camarões escavadores durante eventos de amostragem de seca e chuvosa. A amostragem ocorreu em três locais de coleta: Pluma estuarina, e águas costeiras da porção sul e da porção norte adjacentes à pluma. Os parâmetros

ambientais da água também foram mensurados. Foram realizados cálculos dos descritores ecológicos para os organismos coletados. Foi realizado um teste PERMANOVA para verificar diferenças na densidade larval entre os locais de coleta e os eventos de amostragem. Foram identificados 17 taxa de organismos zooplanctônicos, dos quais 5 foram dos camarões escavadores. Não foi possível identificar diferenças significativas entre os parâmetros estudados. Entretanto o padrão de distribuição das larvas apresentados a partir dos descritores ecológicos, mostrou que há predomínio das larvas dos camarões escavadores de origem estuarina (ex: *Axianassa australis*) no zooplâncton costeiro, decorrente do mecanismo de exportação larval, observado para ambas as espécies encontradas.

Palavras-chave: Thalassinidea, biomassa, distribuição, estuário, dispersão larval, corruptos, plâncton.

1. - INTRODUÇÃO

As zonas costeiras são consideradas regiões de ecótono, devido à transição entre áreas continentais e oceânicas (Carvalho et al. 2017). Como partes integrantes dessa zona estão às áreas estuarinas e o ambiente marinho (Muehe 1998). Essas regiões possuem elevada importância ecológica, pois possuem vários ecossistemas, com condições ambientais distintas, contribuindo assim, para o desenvolvimento e reprodução de inúmeras espécies neles presentes (Castro et al. 2006).

É possível afirmar que os ambientes marinhos e estuarinos possuem grande ligação, uma vez que, segundo a definição de Pritchard (1967), diz que estuários são ambientes costeiros parcialmente fechados, onde ocorre a mistura de massas de água doce, provenientes do continente, com massas de água salgada dos mares e oceanos. Ao ir em direção ao mar, a porção final dos estuários, também chamada de desembocadura, muitas vezes é margeada por praias arenosas, demonstrando assim, sua ligação (Miranda et al. 2002).

As regiões estuarinas são consideradas uma das áreas mais produtivas do mundo (French 1997). Por sua vez, as regiões marinhas possuem um amplo ambiente para a distribuição e instalação de diversos organismos (Varolli 1986). Ambas compartilham uma importância tanto ecológica quanto econômica, que é o fato de servirem de abrigo para diversas espécies, como por exemplo, moluscos, crustáceos e peixes, que muitas vezes de interesse comercial (Hamilton & Snedaker 1984, Friedrichs et al. 2009, Kristensen et al. 2012).

Dentre os organismos que se destacam pela sua importância ecológica nesses ambientes, estão os camarões escavadores que são crustáceos decápodes pertencentes às infraordens Axiidea de Saint Laurent, 1979 e Gebiidea de Saint Laurent, 1979. Esses

animais estão presentes em praias arenosas e ambientes estuarinos de todo o mundo, ocorrendo na maioria dos oceanos e mares, exceto em regiões polares (Dworschak 2005). Sendo considerados como um dos mais comuns organismos de comunidades bentônicas do mediolitoral, podendo também ser encontrado em regiões subtidais (<200m) (Dworschak 2005).

Quando adultos, apresentam hábito de vida escavador e, portanto, são considerados bioturbadores um dos motivos pelo qual esses organismos são tão importantes nos ambientes em que vivem (Witbaard & Duineveld 1989, Webb & Eyre, 2004, Botter-Carvalho et al. 2007). E devido a sua atividade bioturbadora, são considerados engenheiros ecossistêmicos, pois de maneira direta ou indireta, criam, matem ou modificam ambientes para outras espécies (Berkenbusch & Rowden 2000, Webb & Eyre 2004).

O grupo é conhecido popularmente como "camarões-fantasmas", como por exemplo, os representantes do gênero *Callichirus* Stimpson, 1866 e *Neocallichirus* Sakai, 1988 e "camarões-de-lama" como os representantes dos gêneros *Axianassissa* Schmitt, 1924 e *Upogebia* Leach, 1814, dentre outros (Dworschak et al. 2012). No Brasil, ambos são chamados de "corruptos" (Rodrigues & Shimizu 1997, Sakai 2014). Ou genericamente denominados de camarões escavadores.

Dentro do ciclo reprodutivo, esses animais possuem uma das suas fases inicias de vida no zooplâncton como larvas, o que os classificam como organismos meroplanctônicos (Morgado et al. 2006). No meroplâncton, as larvas dos crustáceos decápodes podem se sobressair em diversidade, em relação aos demais grupos, uma vez que, em períodos reprodutivos, chegam a contribuir com até 90% da biomassa zooplanctônica (Anger 2001). Entretanto, estudos sobre os estágios larvais das espécies

dos camarões escavadores são escassas, disponível apenas para aproximadamente 12,5% das espécies conhecidas (Pohle et al. 2011).

Considerando as fases larvais de camarões escavadores, estudos em condições laboratoriais mostram que elas podem passar aproximadamente 25 dias no zooplâncton, em condições de temperatura mais baixas (Hill 1997), no entanto, pode existir grandes variações nesse intervalo de tempo (Tamaki et al. 1996). Durante o desenvolvimento das larvas, dependendo das espécies, esses organismos podem passar por um número de estágios variados, iniciando com a pré-zoea, que é um estágio bastante curto, correspondente à fase ainda não alimentar desses organismos (Strasser & Felder 2000), e os estágios posteriores são os de zoea, megalopa e juvenil, com todas as fases de vida livre (Paula et al. 2001).

Dentro do ambiente aquático, alguns efeitos decorrentes de mudanças sazonais, como, por exemplo, temperatura, salinidade, pH e disponibilidade de alimento, em geral, atuam como variáveis que influenciam na dispersão larval (Gebauer et al. 2010, Magris et al. 2011). Um outro caso que pode contribuir para o modo de dispersão das larvas é o fato de que, é comum para a grande maioria dos decápodes adotarem estratégias de dispersão das larvas para regiões de condições favoráveis para o sucesso do seu desenvolvimento, ou realizam a retenção das larvas, em que ficam próximas ao ambiente em que eclodiram (Wooldridge & Loubuser 1996).

Embora existam vários estudos abordando a importância ecológica e econômica desses animais, restam algumas lacunas a serem preenchidas (Hernaéz et al. 2008). Estudar o padrão de distribuição das espécies pode fornecer relevantes informações sobre a história de vida dos organismos, tais como períodos reprodutivos, eventos de desova, alcance dispersivo, além de estado de conservação e localização das populações adultas (Hernáez et al. 2018).

O presente estudo tem o objetivo verificar a estrutura das larvas planctônicas de camarões escavadores em um ambiente costeiro com influência estuarina e relacionar com a ocorrência de ocorrência de fêmeas ovígeras do bentos local. Além de descrever a contribuição dos estágios larvais dos camarões escavadores para o zooplâncton em termos de composição, densidade, abundância, frequência de ocorrência e biomassa.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de Estudo

A região litorânea do estado de Pernambuco é caracterizada por apresentar um clima tropical ou Pseudotropical quente e úmido do tipo As', segundo a classificação de Köppen (1948), (Nimer 1979, Greco 2004). O local de estudo está inserido entre as praias de Mangue Seco e Maria Farinha, nos municípios de Igarassu e Paulista, respectivamente, no litoral norte Pernambucano, com distância média de 30 km do centro do Recife. Segundo Lira et al. (2010) existe um sistema sazonal de ventos sobre a direção das correntes na costa de Pernambuco, predominantemente no sentido Sul-Norte.

As etapas de campo foram realizadas em uma área de ambiente marinho, levando em consideração a ocorrência de uma pluma estuarina, e tomando-a como referência, o local foi dividido em três regiões distintas. A área central da pluma estuarina (PE) ocasionada devido a desembocadura do Rio Timbó e suas extremidades, onde na porção norte (PN) está a região que sofre maior influência estuarina, na praia de Mangue Seco, já na porção sul (PS) é a região menos influenciada pelo estuário (Figura 1).

2.2 Estratégia amostral e Procedimentos de campo

2.2.1 Zooplâncton

A estratégia amostral para o plâncton consistiu em seis campanhas, sendo três durante eventos de seca (fevereiro, abril e setembro de 2021) e três em eventos chuvosos (maio, junho e julho de 2021), para a coleta do zooplâncton e, consequentemente, das larvas dos camarões escavadores.

2.2.2 Coleta do zooplâncton

As amostras de zooplâncton foram obtidas através de coletas realizadas durante a maré vazante (0,0 a 0,3 m), no período da manhã, nos três locais pré-definidos: Pluma Estuarina da desembocadura do rio Timbó (PE), Porção Norte (PN) e Porção Sul (PS) (Figura 1). As larvas e demais grupos zooplanctônicos foram coletadas através de arrastos horizontais superficiais, sempre no sentido contrário à correnteza, utilizando uma rede de arrasto de plâncton com abertura de malha de 300 μm. Os arrastos foram feitos com embarcação motorizada, com tempo de duração aproximadamente de 5 minutos e velocidade de aproximadamente, dois nós. Após cada coleta, as amostras foram fixadas com formaldeído diluído a 4% em água do mar e armazenadas em potes plásticos de 500 mL.

2.2.3 Bentos

Para a coleta dos organismos bentônicos, foram realizadas quatro campanhas, duas durante eventos de amostragem secos (março e setembro de 2021) e duas em chuvosos (junho e julho de 2021), para a coleta dos indivíduos adultos, onde em cada campanha, foram coletados 20 indivíduos, afim de verificar a ocorrência fêmeas ovígeras (FO) e identificar as espécies de camarões escavadores na área.

2.2.4 Coleta dos indivíduos adultos

As coletas dos indivíduos adultos de espécies dos camarões escavadores ocorreram na praia de Mangue seco, Igarassu – PE, durante a maré baixa (0,0 a 0,3 m), seguindo a tábua de maré da DHN, para o Porto do Recife, sempre durante o período diurno.

Os animais foram coletados de maneira sistemática, a partir da identificação de abertura de galerias, num percurso de 400 m, onde o ponto inicial estava mais próximo ao estuário do Rio Timbó, finalizando na região mais ao centro da praia de Mangue seco, durante toda região do mediolitoral, afim de obter fêmeas ovígeras e identificar quais espécies estavam em período reprodutivo. As coletas foram realizadas com bombas de sucção manual e os indivíduos encontrados foram retidos em peneiras, posteriormente, foram acondicionados em potes plásticos individuais com formol salino a 4%.

2.3 Mensuração e coleta dos parâmetros ambientais

Para as coletas do zooplâncton, foram registradas as variáveis hidrológicas temperatura, pH e salinidade, com termômetro, fita indicadora de pH e refratômetro, respectivamente.

2.4 Procedimentos de laboratório

2.4.1 Da análise e triagem do zooplâncton

Em laboratório, os organismos zooplanctônicos foram analisadas a partir das amostras totais. Previamente, as amostras foram coradas utilizando o corante Rosa de Bengala, para auxiliar na triagem, contagem e identificação dos *taxa*. As amostras foram colocadas em placa de acrílico, e foi utilizado estereomicroscópio binocular (lupa) para a identificação, inicialmente, a nível de grandes grupos, de acordo com literatura

especializada, e um contador numérico manual para a contagem dos organismos. Um microscópio óptico foi utilizado para identificação das espécies e estágio de desenvolvimento larval dos camarões escavadores, baseando-se na literatura especializada: Rodrigues (1976), Ngoc-Ho (1981), Strasser & Felder (1999), Anger (2001), Abrunhosa et al. (2005), Phole et al. (2014) e Oliveira et al. (2012a).

Posteriormente os dados obtidos foram utilizados para o registro da composição taxonômica e densidade, que também serviu para calcular a abundância relativa (RA), frequência de ocorrência (FrO) e biomassa dos *taxa* encontrados. Para a obtenção dos valores da biomassa do zooplâncton, foi realizado o procedimento de peso úmido (PU), em balança analítica de precisão (0,0001 g). Com os organismos retidos em concentrador de plâncton, foram utilizadas toalhas de papel absorvente para retirar o excesso de umidade, após verificada a ausência de umidade nos papeis, o material foi pesado. O peso úmido obtido foi convertido em miligramas (mg).

2.4.2 Dos camarões escavadores adultos

As fêmeas ovígeras foram identificadas e sua ocorrência foi registrada. Todos os camarões escavadores adultos foram identificados no menor nível taxonômico possível, segundo literatura especializada, o sexo foi identificado a partir da ausência e/ou da diferença morfológica no primeiro par de pleópodes e contabilizados.

2.5 Tratamento numérico dos dados

2.5.1 Zooplâncton

I. **Densidade** – A densidade dos organismos por volume foi obtida pelo seguinte cálculo:

D = Ni/Vf*100, onde Ni = Número total dos indivíduos de cada táxon na amostra; Vf = Volume total de água filtrado (obtido a partir de um fluxômetro).

Todos os valores foram expressos em ind./100m³.

II. **Abundância relativa –** A abundância relativa foi calculada pela fórmula:

AR = Dt*100/D, onde Dt = densidade total de organismos de cada táxon nas amostras; D = densidade total dos organismos nas amostras. O valor foi expresso em percentagem **(**AR%), e para ajudar na interpretação dos resultados, levou em consideração a seguinte classificação: Muito abundante (>70%), abundante (70 ┤ 40%), pouco abundante (40 ┤ 20%) e raro (≤20%) (modificado de Dajoz 1983).

III. **Frequência de ocorrência** – A frequência de ocorrência foi obtida com a fórmula:

FrO = Nt*100/Ta, onde Nt = Número de amostras em que de cada táxon ocorre; Ta = Número total de amostras. E com os resultados em forma de percentagem (FrO%), foram atribuídos os seguintes critérios: Muito frequente (>70%), frequente (70 ┤ 40%), pouco frequente (40 ┤ 20%) e raro (≤20%).

IV. **Biomassa** – Para a estimativa da biomassa, foi realizada através da seguinte fórmula:

B = PU*D; onde, PU = Peso úmido dos organismos de cada táxon; D = densidade de cada táxon na mostra. O resultado foi expresso em mg/100m³.

2.5.2 Bentos

Para fêmeas ovígeras coletadas, foram feitos os seguintes cálculos:

I. **Abundância relativa** – Foi levado em consideração o número total de fêmeas ovígeras de cada táxon (n), em relação ao número total de organismos na amostra (N).

Ar=n*100/N, o valor foi expresso em percentagem (Ar%),

II. **Frequência de ocorrência –** foi feita a relação entre número de amostras em que cada táxon ocorreu (t) pelo número total de amostras T.

FrO = t*100/T, o valor foi expresso em percentagem (FrO%), obedecendo a seguinte classificação: Muito frequente (>70%), frequente (70 ┤ 40%), pouco frequente (40 ┤ 20%) e raro (≤20%) (modificado de Dajoz 1983).

2.6 Análise dos dados

2.6.1 Zooplâncton

Para as análises multivariadas, os dados de densidade larval foram previamente transformados com log(x+1), e convertidos em uma matriz de similaridade de Bray-Curtis. Uma análise de variância multivariada com permutações (PERMANOVA a dois fatores) foi realizada para testar os efeitos dos fatores Locais (Fixo com 3 níveis: pluma estuarina - PE, porção norte - PN e porção sul - PS) e sazonalidade (Fixo com 2 níveis: seco e chuvoso) em relação a densidade larval dos camarões escavadores. A PERMANOVA foi realizada com 9999 permutações e se o número de permutação foi inferior a 100, a permutação de Monte Carlo foi usada para testar as possíveis diferenças entre as assembleias associadas aos fatores. A homogeneidade das dispersões entre os

grupos de amostra foi testada usando uma rotina PERMDISP (Anderson 2006). Os resultados da PERMANOVA foram então representados usando uma análise de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS).

A análise de similaridade (SIMPER) foi aplicada para verificar quais grupos mais contribuíram para dissimilaridades entre amostras para os fatores analisados (locais e sazonalidade) com ponto de corte de 80%. A análise de componentes principais (PCA) com distância euclidiana foi realizada para verificar a possível relação entre os dados ambientais (temperatura, pH e salinidade) e a densidade larval, entre locais de coleta e sazonalidade. O nível de significância adotado para as análises foi $\alpha = 0,05$. As análises foram realizadas usando o programa PRIMER (versão 6.0) com o pacote de atualização PERMANOVA (Anderson et al. 2008; Clarke & Gorley 2006).

3 - RESULTADOS

3.1 Parâmetros ambientais:

Os parâmetros ambientais hidrológicos apresentaram poucas variações durante todo o período de estudo em relação às locais de coleta e aos eventos de amostragem, como pode ser observado na Tabela I.

A temperatura da água para todas os locais de coleta, durante o período de estudo variou de 24ºC a 29,6ºC; com temperatura média de 27,3ºC (±1,2) para as águas que correspondem a porção sul; 28,3ºC (±1,1) para a porção norte e 27,1ºC (±2,2) para a pluma estuarina. Para o pH, o valor mínimo foi de 6,0 e máximo de 7,72; onde o maior valor registrado foi na porção sul, durante o mês de fevereiro, e o menor valor ocorreu na porção norte, no mês de junho e nas porções norte e sul do mês de julho; com pH médio de 6,9 (±0,6) para a porção sul, 6,7 (±0,7) para a porção norte e 7,4 (±0,3) para a pluma

estuarina. A salinidade obteve seu maior registro durante o evento amostral de seca em setembro de 2021, com 34, já o menor valor encontrado foi de 30, ocorrendo em todos os meses do estudo, exceto no mês de setembro. Enquanto as médias mensais da salinidade por estação de coleta foram de 31,7 (±1,6); 31,9 (±0,8) e 30,8 (±1,3) obtidos para a porção sul, porção norte e pluma estuarina, respectivamente (Figura 2).

Com base nos resultados obtidos pela Análise dos Componentes Principais para os parâmetros ambientais pH, temperatura e salinidade (Figura 3**),** mostrou que os dois primeiros componentes acumulados foram responsáveis por 82,1% da variação total dos parâmetros ambientais entre os locais de coleta e os eventos de amostragem seco e chuvoso, em que o PC1 foi responsável por 45,9%, em que a temperatura e o pH foram os principais responsáveis e o PC 2, por 36,2% com pH e salinidade com a maior parte da contribuição das variações dos dados (Tabela II).

3.2 Zooplâncton e estágios larvais dos camarões escavadores

3.2.1 Composição e densidade

Dos organismos zooplanctônicos coletados foram identificados 17 *taxa* (Tabela III), com o registro do subfilo Crustacea, representados pelos Copepoda Milne Edwards, 1840, Cirripedia Burmeinster, 1834, Brachyura Latreille, 1802, Porcellanidae Hawhorth, 1825, Alpheidae Rafinesque 1815, Axiidea de Saint Laurent ,1979, Gebiidea de Saint Laurent, 1979, Luciferidae De Hann, 1849, Penaeidae Rafinesque, 1815 e Amphipoda Latreille, 1816; o filo Chaetognata e pelo filo Chordata com representantes dos Appendicularia Fol, 1874 e dos Teleostei.

Quanto aos organismos planctônicos coletados, separados para a identificação dos estágios larvais dos camarões escavadores (Figura 4), foi possível o registro de espécimes

pertencentes as duas infraordens: Axiidea, com a família Callichiridae e as espécies: *Callichirus corruptus*, *Lepidophthalmus siriboia* e *Neocallichirus* sp. Já a infraordem Gebiidea contou com as famílias Axianassidae e Upogebiidae, com as espécies *Axianassa australis* e *Upogebia* sp., respectivamente. Todas as larvas coletadas estavam no estágio de desenvolvimento inicial, ou seja, zoea 1 (Z1), e apenas uma larva de *C. corruptus* no estágio de zoea 2 (Z2).

A densidade máxima foi de 105.361,3 ind./100m³, registrada para os Copepoda, na porção sul, em julho de 2021 (c), já a densidade mínima estimada para o zooplâncton total foi de 5,8 ind./100m³ para vários *taxa* durante todo o período de estudo. A média da densidade por grupo taxonômico variou de 0,3 ind./100m³ (±1,3) a 10.755,6 ind./100m³ (±25895,7), com densidade média para todo o zooplâncton de 914,1 ind./100m³ (±2634,2) (Figura 6 – a).

Ao verificar a densidade para os estágios larvais dos camarões escavadores, observou-se que as larvas de *Axianassa australis* (Z1) apresentaram densidade máxima de 1.276,2 ind./100m³, em maio de 2021 (c), na porção Sul. Já o valor mínimo foi de 5,8 ind./100m³, na porção Norte, em maio de 2021 (c). As larvas de *A. australis* também apresentou o maior valor dentre todos os organismos desse grupo; com média de 111,4 ind./100m³. Enquanto que as larvas de *Callichirus corruptus* (Z2) e *Lepidophthalmus siriboia* (Z1) apresentaram os menores valores de densidade, com densidade total de 5,8 ind./100m³ registrado apenas na porção sul, em setembro de 2021 (s), para ambas espécies e média de <1 ind./100m³ (±1,3) e a máxima foi de 5,8 ind./100m³, (Figura 6 - b).

Embora a densidade larval de *A. australis* seja constantemente maior que as demais larvas do grupo, em especial durante um evento chuvoso (junho de 2021) na porção sul da área do estudo, não encontramos diferença na densidade larval entre os locais de coleta e eventos de amostragem ($p>0,005$) (Tabela IV).

A configuração gráfica do nMDS não mostrou uma clara separação da relação da densidade entre os locais de coleta durante os eventos de amostragem seco e chuvoso (Figura 5). Contudo, é possível obserar um discreto agrupamento na porção sul, onde as águas costeiras dessa região sofrem menor influência estuarina, a densidade larval para este local demonstra ser mais equilibrada.

Através da análise da porcentagem de similaridade (SIMPER), verificou-se que A espécie *Axianassa australis* (Z1) (37,38%), foi o grupo que mais contribuiu para a dissimilaridade do agrupamento entre a densidade larval da PN e PS (dissimilaridade média = 57,01%). A fase larval dessa mesma espécie também foi a principal contribuinte para a relação de dissimilaridade entre PS e PE (dissimilaridade média = 60,25%), e PN e PE (dissimilaridade média = 63,04%,) com 35,29% e 40,16%, respectivamente (Tabela V). O mesmo padrão pode ser observado quando comparado os eventos de amostragem seco e chuvoso (dissimilaridade média =55,43%), as larvas de *A. australis* contribuíram com (38,18%), seguida por *Upogebia* sp. (26,46%) foram as que mais contribuíram para a dissimilaridade entres esses eventos (Tabela 6).

3.2.2 – Abundância relativa, frequência de ocorrência e biomassa

De acordo com o cálculo da abundância relativa total para o zooplâncton, os grupos que tiveram maior representatividade, foram os Copepoda com 69,214%, sendo este o único classificado como abundante; e os Brachyura que contribuíram com 19,109%. As zoea de Brachyura, mesmo sendo o segundo grupo que mais contribuiu, foram classificados como raros, assim como todos os demais grupos (Tabela III). Enquanto que os organismos que foram menos representativos foram os Axiidea, com as larvas de *C. corruptus* (Z2) e *L. siriboia* (Z1), ambas com 0,002%.

A comparação da abundância relativa zooplanctônica entre os locais de coletas: Porção Sul (PS), Porção Norte (PN) e Pluma Estuarina (PE), e pelos eventos de amostragem: seco (s) e chuvoso (c), mostrou que os Copepoda continuaram como os mais representativos em quase todos os casos, chegando a ser dominante na PS com 79,642%, e para a PE representou 30,955%; no evento amostral seco contribuiu com 45,308% e no chuvoso 78,870%, sendo o dominante para este último caso. A abundância relativa para a PN foi exceção, onde os organismos que mais contribuíram foram as zoea de Brachyura com 59,063%, classificados como abundantes. De maneira semelhante entre as comparações, os organismos menos abundantes na PS foram as zoea de *C. corruptus* (Z2) e de *L. siriboia* (Z1), ambas com 0,003%; para a PN foram as zoea de *C. corruptus* (Z1) com 0,035%, na PE as zoea (Z1) de *Neocallichirus* sp. e de *Upogebia* sp. com 0,033% paras ambas. Os organismos que menos participaram por eventos de amostragem foram as zoea de *C. corruptus* (Z2), *L. siriboia* (Z1) e *Neocallichirus* sp. (Z1), com 0,007% para o evento seco e *Neocallichirus* sp. (Z1) para o chuvoso, com 0,009%. (Tabela III).

A abundância relativa apenas entre o grupo das larvas dos camarões escavadores caracterizou-se pelo predomínio da infraordem Gebiidea, onde a espécie *A. australis* apresentou-se como a dominante para o grupo em todas os locais de coleta com 86,3% para a porção sul, 85,185% para a porção norte, 82,609% para a pluma estuarina, onde, sendo dessa forma, como muito abundantes. Durante os eventos representativos de seca, o grupo de larvas desta mesma espécie teve sua abundância de 69,474%; já no período chuvoso, representou 91,148% das larvas. Todas as demais espécies foram classificadas como raras (Figura 7).

Quanto a frequência de ocorrência, foi caracterizada pelo predomínio dos Copepoda e pelos Brachyura, que dentre os organismos classificados como muito frequentes, estes obtiveram os maiores valores, ambos com FrO = 100%. Os estágios

larvais dos axiideos *Lepidophithalmus siriboia* e *Callichirus corruptus* (Z2) foram os menos encontrados, com frequência de ocorrência de 5,6% (Figura 8).

Ao observar a frequência de ocorrência para as larvas dos camarões escavadores entre os locais de coleta, foi possível notar um padrão, onde os representantes do Gebiidea predominaram e foram distribuídos da seguinte forma, na porção sul do estudo: as zoea de *Axianassa australis* e de *Upogebia* sp. foram classificadas como frequentes, com valores de 67% e 50%, respectivamente; as zoea de *Callichirus corruptus* (Z1 e Z2), *Lepidophthalmus siriboia* e *Neocallichirus* sp. tiveram presentes apenas em 17% das amostras, sendo então classificadas como raras. Para a porção norte, foram frequentes *Axianassa australis* e *Upogebia* sp., estando presentes novamente em 67% e 50% das amostras. *Callichirus corruptus* (Z1) foi único representante da família dos Callichiridae, que esteve presente na porção norte, com frequência de ocorrência de 17%. As larvas de *C. corruptus* (Z2). Já na pluma estuarina, todas as larvas dos camarões escavadores foram classificadas como raras, com os seguintes valores de frequência de ocorrência: *Axianassa australis* (33%), *Neocallichirus* sp. (33%), *Upogebia* sp. (17%).

Em relação aos eventos de amostragem representativos de seca, foi possível registrar todas as larvas, mesmo que em frequências diferentes. *Axianassa australis* esteve presente em 100% das amostras durante os eventos de amostragem seco, sendo considerada como muito frequente. *Upogebia* sp. e *Callichirus coruptus* (Z1), estiveram presentes em 67% das amostras. Classificadas como pouco frequentes estavam as zoea de *Callichirus corruptus* (Z2), *Lepidophthalmus siriboia* e *Neocallichirus* sp. sendo coletadas em 33% das amostras. No entanto, nos eventos de amostragem chuvosos, as zoea de *Axianassa australis* e *Upogebia* sp. foram muito frequentes estando em 100% das amostras. *Neocallichirus* sp. foi frequente, apresentando-se em 67% das amostras. As demais larvas dos camarões escavadores não estiveram presente durante os eventos

chuvosos, sendo então, consideradas raras. Os valores de frequência de ocorrência exclusivamente das larvas dos camarões escavadores, tanto para os locais de coleta, quanto para os eventos de amostragem estão representados na Figura 9.

O valor de biomassa do zooplâncton em peso úmido (PU) variou de 0,0001 mg/100m³ a 5,9193 mg/100m³, para os Appendicularia e Copepoda respectivamente. A Figura 10 mostra o quanto que cada organismo contribuiu para a biomassa total do zooplâncton. O valor mínimo da soma das biomassas para todos os organismos foi de 0,0008 mg/100m³ para *L. siriboia* e *C. corruptus* (Z2), enquanto que os organismos que mais contribuíram em biomassa foram os Teleostei, com 11,1327 mg/100m³.

O valor total da soma da biomassa larval para os camarões escavadores foi de 1,8236 mg/100m³, distribuídos de maneira que os menores valores obtidos para cada estação de coleta foi de: 0,0008 mg/100m³ para a porção sul com de *C. corruptus* (Z2) e *L. siriboia* (Z1), na porção norte com 0,0008 mg/100m³ com *C. corruptus* (Z1), para pluma estuarina foi de 0,0012 com *Upogebia* sp. (Z1). Os menores valores por eventos amostrais foram de 0,0008 mg/100m³ com *C. corruptus* (Z2) e *L. siriboia* (Z1) para o seco e 0,0031 mg/100m³ dos *Neocallichirus* sp. (Z1) para o evento chuvoso. Em contrapartida, todos os maiores valores de biomassa obtidos foram através da contribuição das larvas de *A. austrailis* (Z1), que para a Porção Sul teve seu valor de 1,5390 mg/100m³, para a Porção Norte foi de 0,1195 mg/100m³ e para a PN de 0,0987 mg/100m³. Os eventos de amostragem seco contaram com 1,7717 mg/100m³ e o chuvoso com 1,6210 mg/100m³ de valores máximos para as larvas de *A. australis* (Figura 11).

3.3 – Camarões Escavadores

Foram coletados 80 indivíduos adultos de camarões escavadores, sendo 40 indivíduos em cada período sazonal (20 indivíduos adultos por mês). Os animais estavam

distribuídos em 2 infraordens, 3 famílias e 6 gêneros. Na Infraordem Axiidea, foram registradas as famílias Callianassidae Dana, 1852 com a espécie *Fragilianassa fragilis* Biffar, 1970 e Callichiridae Manning & Felder, 1991 com quatro espécies: *Callichirus corruptus* Say, 1818, *Lepidophtalmus siriboia* Felder & Almeida Rodrigues 1993, *Neocallichirus maryae* Karasawa 2004 e *N. grandimana* Gibbes, 1850. Além de outros representantes identificados como *Neocallichirus* sp. Na infraordem Gebiidea, apenas espécimes da família Upogebiidae Borradaile, 1903, identificados como *Upogebia* sp.

Dentre os organismos coletados, a espécie *N. maryae* foi a mais representativa com aproximadamente 27,2% do total das amostras. Enquanto que *C. corruptus* e *F. fragilis* contribuíram apenas com 1,2% dos *taxa* encontrados. Alguns indivíduos coletados foram danificados durante o bombeamento, impossibilitando sua identificação, portanto, classificados como outros (Tabela VII).

Quanto à identificação do sexo dos camarões escavadores, do total dos indivíduos coletados, foram registrados 22 machos (M), 7 indivíduos com o sexo não identificado ou por estarem danificados, ou por serem juvenis, e 51 fêmeas (F), das quais 9 eram ovígeras (FO). As fêmeas ovígeras pertenceram as seguintes espécies: *C. corruptus, L. siriboia, N. grandimana, N. maryae* e *Upogebia* sp. e ocorreram durante, praticamente, todos os meses, exceto em julho de 2021 (Tabela VIII).

4 – DISCUSSÃO

4.1 – Parâmetros ambientais

Dentre as variáveis ambientais estudadas (temperatura, pH e salinidade), apesar de não ter sido encontrada diferenças significativas, o pH foi a que apresentou maior dissimilaridade entre os demais fatores abióticos estudados. Naturalmente, a água do mar

393 é considerada ligeiramente alcalina, com variação média do pH de 7,5 a 8,4 (Sodré et al.,
394 2016). No presente estudo, a média geral estimada para o pH foi de 7, o que significa, em
395 termos gerais, que está dentro das condições do nível de acidez já reconhecido para águas
396 marinhas.

397 A temperatura média da água e o valor médio da salinidade seguiram um padrão
398 sazonal de maiores temperatura para o litoral nordestino brasileiro no período seco
399 (Aragão 1998; Alves-Júnior et al. 2014). Com valores mais elevados durante os eventos
400 de amostragem de seca, com uma leve redução durante os eventos de chuva. O que pode
401 ser explicado pelas constantes precipitações do período chuvoso, o que acarreta no maior
402 aporte de água doce nesses ambientes, diminuindo os valores de temperatura e salinidade.

403 *4.2 – Fases larvais dos camarões escavadores e fêmeas ovígeras*

404 Em decápodes, o período reprodutivo costuma ser determinado levando em
405 consideração os meses em que são encontradas fêmeas ovígeras durante um ciclo anual
406 (Cobo 2002), podendo ser classificado em contínuo ou sazonal (Sastry 1983).

407 Para a maioria dos crustáceos, principalmente em regiões tropicais e subtropicais,
408 o período reprodutivo costuma ser contínuo, com picos de reprodução coincidindo com
409 temperaturas mais elevadas (Koettker & Freire 2006). Devido ao pouco registro de
410 fêmeas ovígeras coletadas (n=9), não foi possível afirmar que há de fato, coincidência
411 entre as espécies que apareceram em período reprodutivo, com as larvas presentes no
412 plâncton. Porém, é possível perceber uma semelhança no padrão em que as fêmeas
413 aparecem ovígeras e a ocorrência de suas larvas.

414 A baixa abundância das fêmeas ovígeras pode ser explicado por, além das poucas
415 camapanhas de coletas, pelo fato de que no período de incubação, as fêmeas ovígeras
416 permaneçam na região mais profunda de suas galerias dificultando sua captura pelas

417 bombas de sucção (Coelho et al. 2000; Peiró et al. 2014). Uma outra possibilidade para
418 isso, é que como um comportamento reprodutivo, os machos fecundem apenas uma ou
419 poucas fêmeas como afirmam Hernáez & Wehrtmann (2007).

420 O padrão de reprodução sazonal pode ser observado no estudo com a espécie
421 *Callianassa japonica* Ortmann, 1891 (Temaki, 1996). Enquanto que o período
422 reprodutivo contínuo foi observado em *Callichirus corruptus* (Rodrigues & Shimizu
423 1997; Botter-Carvalho et al. 2007, Peiró et al. 2014), *Lepidophthalmus siriboia* (Oliveira
424 et al. 2012b; Rosa Filho et al. 2013) e *Upogebia vasquezi* (Oliveira et al. 2012b).

425 Um fato intrigante em relação às larvas e as fêmeas ovígeras capturadas é - como
426 larvas da espécie *Axianassa australis* foram coletadas de maneira expressiva no
427 zooplâncton e sua fase adulta não foi encontrada? Este fato pode ser explicado pelo
428 conjunto dos fatores a seguir: esta espécie, quando adulta, habita ambientes de
429 manguezais, estuarinos e planícies lamosas (Dworschak & Rodrigues 1997, Felder 2001),
430 no Estado de Pernambuco há o registro de *A. australis* em uma planície lamosa, localizada
431 numa região costeira ao sul (Botter-Carvalho et al. 2015) em relação a área em estudo
432 atual e numa área estuarina localizada mais ao norte (Coelho 1997). A reprodução de
433 organismos estuarinos envolve comportamentos complexos como é o caso da retenção e
434 exportação das larvas (Wooldridge & Loubser 1996). Sugere-se então que, ao liberarem
435 suas larvas no ambiente de origem, por sua vez, estas são exportadas para áreas costeiras
436 com condições necessárias para o completar seu desenvolvimento. Durante esse processo,
437 a dinâmica das correntes marinhas, transportam essas larvas para ambientes onde os
438 indivíduos adultos não ocorrem. Como observado por Oliveira et al. (2012b) para
439 *Callichirus corruptus* e Rodrigues-Inoue et al (2021) para larvas de *Axianassa* sp. e de
440 *Galanthe* sp. A ausência dos adultos na área do presente estudo, pode ser resultado dos
441 filtros ambientais, uma vez que os adultos de *A. australis* tem preferência por sedimento

lamoso e com pouca quantidade de oxigênio (Felder 2001) e a praia de Mangue Seco, local onde foi feita a coleta dos indivíduos adultos, não oferece essas condições para o assentamento larval e estabelecimento da espécie.

Além disso, para todos os *taxa* dos camarões escavadores identificados, houve o grande predomínio das zoea apenas no primeiro estágio de desenvolvimento. Reforçando a ideia de que as larvas adotam a estratégia de exportação para ambientes mais distantes para completar seu desenvolvimento. Durante um estudo com as fases larvais de *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850), numa região estuarina da Costa Rica, Díaz-Ferguson & Vargas-Zamora (2001) coletaram apenas zoea no primeiro estágio de desenvolvimento, assim como Oliveira et al. (2012b) para as larvas de *Lepidophthalmus siriboia.* Um outro fator que deve ser levado em consideração é o tempo de muda entre os estágios de zoea, que podem ser mais longos, como é o caso de *Axianassa australis* que levam cerca de 3 a 4 dias para realizarem sua primeira muda (Strasser & Felder 2007), permanecendo mais tempo no zooplâncton; ou mais curtos como *L. siriboia* que passam apenas de 3 a 19 horas para mudar de estágio de zoea (Abrunhosa et al., 2005) realizando um rápido assentamento.

4.3 – Zooplâncton e descritores ecológicos

Levando em consideração os dados de densidade total do zooplâncton, notou-se que uma discreta variação na quantidade dos organismos coletados entre os eventos de chuvas, com 22137,4 ind./100m³, e seca que totalizou 8942 ind./100m³. No geral, para esse tipo de estudo em regiões tropicais é comum que o período seco registre as maiores densidades dos organismos planctônicos (Nascimento-Vieira & Sant'Anna 1989; Sant'Anna 1993). Contudo, assim como no presente estudo, um padrão de maior densidade do zooplâncton em sistemas marinho-estuarino, durante o período chuvoso, foi

relatado por, Araújo (1996) e Rocha et al. (2009). Neumann-Leitão (1994) explica que um mesmo sistema pode apresentar variações na densidade dos organismos por um determinado período de tempo, dependendo dos fatores predominantes, como por exemplo: recrutamento larval, fontes de alimento e fatores físico-químicos do ambiente que resultem em processos de importação e exportação larval.

A principal característica para o zooplâncton no estudo foi o fato de ser abundante e pouco diversificado, havendo quase sempre o predomínio dos Copepoda, seguidos pelas zoea de Brachyura, nauplius de Cirripedia e os Appendicularia, como os mais abundantes dentre todos os organismos coletados; este mesmo padrão dos *taxa* mais abundantes foi encontrado por Schwamborn et al. (2001) e Melo Júnior et al. (2016) no complexo estuarino de Itamaracá, local adjacente à área do atual estudo. Como pode ser observado nos estudos citados, é comum que em zonas marinho-estuarinas, principalmente na região nordeste do Brasil, o zooplâncton seja dominado pelos Copepoda, ocorrendo picos de na presença de larvas meroplanctônicas em diversos momentos do ano, fato este que pode estar associado aos períodos reprodutivos dos adultos bentônicos.

A biomassa úmida geral, foi exceção, em que as larvas de Teleostei foram as que mais contribuíram mesmo estando em menor quantidade. Porém devido ao seu tamanho corporal relativamente maior, resultou no mais alto valor para a biomassa úmida. Seguido pelos Copepoda, que por sua vez, a alta densidade desses organismos influenciou diretamente no valor da biomassa, e as zoea de Brachyura foram os que mais se destacaram para biomassa. Omori & Ikeda (1984) afirmam que alguns organismos exclusivamente holoplanctônicos, como no caso dos Copepoda, costumam ser os mais representativos para a biomassa em regiões costeiras. Entretanto, outros organismos, principalmente os de maiores dimensões corporais, como no caso dos crustáceos decápodes e larvas de peixes, como no atual estudo, chegam a contribuir com até 90% da

biomassa zooplanctônica costeira (Anger 2001). Ainda segundo Omori & Ikeda (1992) a principal importância de se conhecer a biomassa zooplanctônica é para determinar a produção e as condições nutricionais de uma espécie, assim como seu papel na cadeia alimentar.

4.4 – Contribuição larval dos camarões escavadores e fatores ambientais

É de se chamar atenção que, dentre as larvas dos camarões escavadores, a infraordem Gebiidea foi a mais representativa em relação a densidade. As larvas de *Axianassa australis* representaram 86% de todas as larvas dos camarões escavadores e em relação aos 17 *taxa* encontrados nesse estudo, foi o sétimo táxon com maior densidade. As larvas de *Upogebia* sp*., Callichirus corruptus* (Z1 e Z2), *Lepidophtalmus siriboia e Neocallichirus* sp. foram as que menos contribuíram na densidade geral. Rodrigues-Inoue et al. (2021) em sua pesquisa na plataforma amazônica, registraram larvas de diversas espécies dos camarões escavadores, incluindo as do gênero *Axianassa, Upogebia, Callichirus e Neocallichirus*, todas em baixas densidades (0,01 a 1 ind./100m³). Enquanto que Schwamborn et al. (1999, 2001) e Melo Júnior et al. (2016) encontraram larvas da família Upogebiidae em quantidades mais elevadas estando entre as mais abundantes em regiões estuarinas próximas à costa. As grandes densidades e abundância dessas famílias encontradas, reforçam a ideia de que as famílias Axianassidae e Upobiidae possuem maior tempo larval no zooplâncton em relação as larvas da família Callichiridae encontrados nesse estudo.

Não foi possível detectar diferenças entre a densidade larval dos camarões escavadores com nenhum dos fatores abióticos (pH, temperatura e salinidade) estudados entre os locais de coleta. Apesar disso, as larvas de *Axianassa australis* se sobressaíram entre as demais, tanto no que diz respeito aos locais de coleta, quanto ao longo dos eventos

de seca e chuvas. Oliveira et al. (2012b) também não encontraram correlações entre a densidade das larvas de *Lepidophthalmus siriboia*, entre os períodos de estudo, nem entre os fatores ambientais. Ao estudarem as larvas planctônicas de Porcellanidae numa região estuarina do Espírito Santo, Magris & Fernandes (2005) também não encontraram relações entre a abundância dessas larvas e os fatores abióticos, como a salinidade, por exemplo. Para o presente estudo, tais resultados podem ser decorrentes do curto período de amostragem, não alcançado as variações abióticas influenciadas pela mudança sazonal, apenas variações pontuais por eventos de amostragem.

A expressiva presença das larvas de *Axianassa australis* e de *Upogebia* sp. tanto entre os locais de coleta, quanto durante os eventos de amostragem de estiagem e chuvoso pode ser um indício de que essas larvas estão contribuindo no zooplâncton costeiro de maneira contínua, devido aos eventos de reprodução, assim como encontrado por Oliveira et al. (2012b) registrando que *U. vasquezi* Ngoc-Ho, 1989 possui o período produtivo contínuo. Diferente do que foi registrado para os Callichiridae. As larvas de *Callichirus corruptus* estiveram ausentes da região da pluma estuaria e dos eventos chuvosos. Larvas de *Lepidophithalmus siriboia* não ocorreram na porção norte, na pluma estuarina, nem no evento chuvoso e por fim, as larvas de *Neocallichirus* sp. não aconteceram apenas na porção norte.

As maiores densidades, abundância e prevalência dessas larvas na porção sul e durante os eventos de seca, demonstram uma tendência de exportação larval em direção a ambientes mais salinos, que apesar de não ter demonstrado grandes variações nos parâmetros ambientais, foram os que apresentaram os maiores valores de salinidade. É comum observar em decápodes um comportamento de migração em seus estágios iniciais de vida para diferentes corpos dá'gua em relação a variação das condições ambientais

ideais, como por exemplo a salinidade; para alcançar o sucesso do seu desenvolvimento (O'Connor & Epifanio 1985).

Ao estudarem Brachyura dos gêneros *Ucides* e *Uca*, Smith & Diele (2008) e Smith et al. (2014), registraram que ocorre exportação larval para esses indivíduos, uma vez que esses organismos quando adultos habitam estuários e manguezais e diferentes fases de desenvolvimento de suas larvas foram encontrados em águas costeiras, com salinidades mais elevadas. Em camarões escavadores, esse mesmo padrão pôde ser observado, principalmente, para ao gênero *Upogebia.* Pires et al. (2013) e Oliveira et al .(2016) ao observarem as estratégias reprodutivas para *U. deltaura* (Leach, 1985) e *U. vasquezi*, respectivamente, confirmam que ambas as espécies também exportam suas larvas das regiões estuarinas para águas mais costeiras, de maneira que as larvas migrem verticalmente para a superfície, onde ocorre maior potencial de dispersão. Pode-se então levar em consideração que as larvas dos camarões escavadores de origem estuarina, como as de *Axianassa australis* e *Upogebia* sp. tornam-se mais representativas em águas costeiras em relação as larvas das espécies que habitam as regiões de praia, devido ao percurso percorrido durante o processo de migração dessas larvas.

Tendo em vista os aspectos observados, é possível notar que a distribuição das larvas dos camarões escavadores está associada ao comportamento de exportação e/ou retenção larval. Além de ressaltar a importância do ambiente estuarino como fornecedor dessas larvas para áreas costeiras adjacentes, onde elas tornam-se mais representativas. Apesar dos estudos virem crescendo, o conhecimento sobre a ecologia dos camarões escavadores ainda é pouco, principalmente no que diz respeito ao seu hábitat natural. Então, as informações trazidas neste trabalho, contribuem para o conhecimento da história de vida desses animais.

5 - CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Marcos Antonio Lima Matoso: Coleta, triagem e identificação dos organismos, redação do texto original, revisão e edição. Mônica Lúcia Botter-Carvalho: Análise estatística dos dados e revisão do texto. Mauro de Melo Júnior: Supervisão e revisão geral do texto.

6 - AGRADECIMENTOS

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de número 88887.486849/2020-00, por meio do Programa de Demanda Social. E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a concepção deste trabalho.

7 – REFERÊNCIAS

ABRUNHOSA FA, PIRES MAB, LIMA JDF & COELHO-FILHO PA. 2005. Larval development of *Lepidophthalmus siriboia* Felder & Rodrigues, 1993 (Decapoda: Thalassinidea) from the Amazon region, reared in the laboratory. Acta Amazonica. 35: 77-84.

ALVES-JÚNIOR FA, ARAUJO MSLC & COELHO PA. 2014. Population biology of *Callichirus corruptus* (Say, 1818) (Crustacea: Callianassidae) at Piedade Beach, Brazil. Revista da Gestão Costeira Integrada/ J Integr Coast Zone Manag. 14, 1: 109-118.

ANDERSON MJ & WALSH DC. 2013. PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: what null hypothesis are you testing?. Ecological monographs. 83, 4: 557-574.

ANGER, K. 2001 The biology of decapod crustacean larvae. Lisse: AA Balkema Publishers.

585 ARAGÃO JOR. 1998. O impacto do Enso e do Dipolo do Atlântico no Nordeste do
586 Brasil. Bull Inst Fr Andin. 27, 3: 839-844.
587 ARAÚJO HMP; 1996. Zooplâncton do estuário dos rios Piauí e Fundo (Sergipe, Brasil):
588 flutuações espaciais, sazonais e tidais. Tese de doutorado – Universidade Federal do
589 Paraná, 193 p.
590 BERKENBUSCH C & ROWDEN AA. 1998. Population dynamics of the burrowing
591 ghost shrimp *Callianassa filholi* on an intertidal sandflat in the New Zealand. Ophelia. 9:
592 55-69.
593 BOTTER-CARVALHO ML, SANTOS PJP & CARVALHO PVVC. 2007. Population
594 dynamics of *Callichirus corruptus* (Say, 1818) (Crustacea, Thalassinidea) on a beach in
595 northeastern Brazil. Estua Coast Shelf Sci. 71, 3: 508-516.
596 BOTTER-CARVALHO ML, COSTA LB, GOMES LL, CLEMENTE CCC, &
597 CARVALHO PDC. 2015. Reproductive biology and population structure of *Axianassa*
598 *australis* (Crustacea, Axianassidae) on a sand-mud flat in north-eastern Brazil. Jl Mar
599 Bioll Assoc UK. 95, 4: 735-745.
600 CARVALHO ACO, MARINS RV, DIAS FJS, REZENDE CE, LEFÈVRE N,
601 CAVALCANTE MS & ESCHRIQUE SA. 2017. Air-sea CO_2 fluxes for the Brazilian
602 northeast continental shelf in a climatic transition region. J Mar Sci, 173: 70–80.
603 CARVALHO ASS, NEVIS AB, OLIVEIRA DB & MARTINELLI-LEMOS JM. 2013.
604 Abundância das larvas de Porcellanidae (Decapoda, Anomura) no meroplâncton do
605 estuário do Rio Caeté, estuário amazônico brasileiro. Braz J Aquat Sci Tech, 17: 7-15.
606 CASTRO BM, LORENZZETTI JA, SILVEIRA ICA & MIRANDA LB. 2006. Estrutura
607 termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In:
608 ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.B.; MADUREIRA, L.S.P. (Eds.), O ambiente

609 oceanográfico da plataforma continental e do talude na região Sudeste-Sul do Brasil.
610 Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 11–120.
611 COBO VJ. 2002. Breeding period of the spider crab *Mithraculus forceps* (A. Milne
612 Edwards) (Crustacea, Majidae, Mithracinae) in the southeastern Brazilian coast. Rev Bras
613 Zool. 19: 229-234.
614 COELHO PA. 1997. Revisão das espécies de Thalassinidea encontradas em Pernambuco,
615 Brasil (Crustacea, Decapoda). Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de
616 Pernambuco, 25: 137-161.
617 COELHO VR, COOPER RA, & DE ALMEIDA RODRIGUES S. (2000). Burrow
618 morphology and behavior of the mud shrimp *Upogebia omissa* (Decapoda: Thalassinidea:
619 Upogebiidae). Mar Ecol Prog Ser. 200: 229-240.
620 DAJOZ, R. 1983. Ecologia Geral: Vozes Petrópolis.
621 DÍAZ-FERGUSON E & VARGAS-ZAMORA JA. 2001. Abundance of *Petrolisthes*
622 *armatus* (Crustacea: Porcellanidae) on a tropical estuarine intertidal rocky beach, Gulf of
623 Nicoya estuary, Costa Rica. R Biol Tropic, 97-101.
624 DWORSCHAK PC, & RODRIGUES SDA. 1997. A modern analogue for the trace fossil
625 Gyrolithes: burrows of the thalassinidean shrimp *Axianassa australis*. Lethaia. 30,1: 41-
626 52.
627 DWORSCHAK PC. 2005. Global diversity in the Thalassinidea (Decapoda): an update
628 (1998– 2004). Nauplius, 13: 57-63.
629 DWORSCHAK PETER C, FELDER DARRYL L & TUDGE CC. 2012. Infraorders
630 Axiidea de Saint Laurent, 1979 and Gebiidea de Saint Laurent, 1979 (formerly known
631 collectively as Thalassinidea). In: Treatise on Zoology-Anatomy, Taxonomy, Biology.
632 The Crustacea, 9: 109-219.

633 FELDER, DL. 2001. Diversity and ecological significance of deep-burrowing
634 macrocrustaceans in coastal tropical waters of the Americas (Decapoda: Thalassinidea).
635 Interciencia 26: 440-449
636 FRENCH P. 1997. Coastal and Estuarine Management (1st ed.). Routledge. 268 p.
637 FRIEDRICHS M, LEIPE T, PEINE F & GRAF G. 2009. Impact of macrozoobenthic
638 structures on near-bed sediment fluxes. J. Mar Syst. 75: 336-347.
639 GEBAUER P, PASCHKE K & ANGER KLAUS. 2010. Seasonal variation in the
640 nutritional vulnerability of first-stage larval porcelain crab, *Petrolisthes laevigatus*
641 (Anomura: Porcellanidae) in southern Chile. J Exp Mar Biol Ecol. 386, 1-2: 103-112.
642 GRECO CKS, FEITOSA FAN, HONORATO DA SILVA M, FLORES MONTES MJ.
643 2004. Distribuição espacial e sazona da clorofila α fitoplanctônica e hidrologia do estuário
644 do rio Timbó (Paulista – PE). Tropic Ocean. 32, 2: 181-199.
645 HAMILTON L S & SNEDAKER SC. 1984. Handbook for mangrove area management.
646 Honolulu: East-West Environ and Poli Insti. 162 p.
647 HERNÁEZ P & WEHRTMANN IS. 2007. Population biology of the burrowing shrimp
648 Callichirus seilacheri (Decapoda: Callianassidae) in northern Chile. R Biol Tropic.
649 55:141-152.
650 HERNÁEZ P, PALMA S & WHERTANN IS. 2008. Egg production of the burrowing
651 shrimp *Callichirus seilacheri* (Bott, 1955) (Decapoda, Callianassidae) in northern Chile.
652 Helgol Mar Res. 62: 351-346.
653 HERNÁEZ P. 2018. An update on reproduction in ghost shrimps (Decapoda: Axiidea)
654 and mud lobsters (Decapoda: Gebiidea). Türkoğlu M., Önal U, Ismen A. Mar Ecol,
655 IntechOpen, 231-253.

656 KOETTKER AG & FREIRE AS. 2006. Spatial and temporal distribution of decapod
657 larvae in the subtropical waters of the Arvoredo archipelago, SC, Brazil. Iheringia. Série
658 Zoologia. 96: 31-40.
659 KRISTENSEN E, PENHA-LOPES G, DELEFOSSE M, VALDEMARSEN T,
660 QUINTANA CO & BANTA GT. 2012. What is bioturbation? The need for a precise
661 definition for fauna in aquatic sciences. Mar Ecol Prog Ser, 446: 285-302.
662 MAGRIS RA & FERNANDES LL. 2005. Levantamento preliminar das larvas de
663 Porcellanidae (Decapoda, Anomura) do sistema estuarino dos rios Piraquê-açú e Piraquê-
664 mirim, Aracruz, Espírito Santo. Braz J Aqua Sci Tech. 9, 1: 49-54.
665 MAGRIS RA, LOUREIRO-FERNANDES LF. 2011. Diversity and distribution of
666 assemblages of estuarine decapod larvae (Crustacea: Decapoda: Anomura, Brachyura) in
667 tropical southeastern Brazil. Zootaxa. 2758, 1: 26-42.
668 MELO JÚNIOR M, DE CASTRO MELO PAM, PARANAGUÁ MN, NEUMANN-
669 LEITÃO S & SCHWAMBORN R. 2016. Composition of decapod larvae in a
670 northeastern Brazilian estuarine inlet over a full tidal cycle. Lat Sou J Aqua Res., 44, 2:
671 401-410.
672 MIRANDA LB, CASTRO BM & KJERFVE B. 2002. Princípios de Oceanografia a
673 Física de Estuários. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
674 MORGADO FM, PASTORINHO R, QUINTANEIRO C & RÉ P. 2006. Vertical
675 distribution and trophic structure of the macrozooplankton in a shallow temperate estuary
676 (Ria de Aveiro, Portugal). Sci Mar. 70, 2: 177-188.
677 MUEHE, D. 1998 Estado morfodinâmico praial no instante da observação: uma
678 alternativa de identificação. Rev Bra Ocean, 46: 157-169.
679 MUEHE D. 1999. O litoral brasileiro e sua compartimentação. Geomorfologia do Brasil
680 2: 273-349.

681 NASCIMENTO-VIEIRA DA & SANT'ANNA EME. 1989. Composição do Zooplâncton
682 no Estuário do Rio Timbó (Pernambuco – Brasil). Trabalhos Oceanográficos da
683 Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 20:77-97.
684 NEUMANN-LEITÃO S. 1994. Impactos antrópicos na comunidade zooplanctônica
685 estuarina. Porto de Suape-PE-Brasil. São Carlos. Universidade Federal de São Carlos.
686 Tese de Doutorado. 273 p.
687 NIMER E. 1979. Um modelo metodológico de classificação de climas. R Bras Geogr. 41,
688 4: 59-89.
689 NGOC-HO N. 1981. A taxonomic study of the larvae of four thalassinid species
690 (Decapoda, Thalassinidea) from the Gulf of Mexico. Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.). 40,
691 5: 237-273.
692 O'CONNOR NJ & EPIFANI, CE. 1985. The effect of salinity on the dispersal and
693 recruitment of fiddler crab larvae. J Crusta Biol. 5, 1: 137-145.
694 OMORI M & IKEDA. 1984. Methods in Marine Zooplankton Ecology. John Wiley &
695 Sons, New York, 332 p.
696 OMORI M & IKEDA T. 1992. Methods in marine zooplankton ecology. Krieger
697 Publishing Company, Malabar.
698 PAULA J, MENDES RN, PACI S, MCLAUGHLIN P, GHERARDI F & EMMERSON
699 W. 2001. Combined effects of temperature and salinity on the larval development of the
700 estuarine mud prawn *Upogebia africana* (Crustacea, Thalassinidea). In Advances in
701 decapod crustacean research. Springer, Dordrecht. 449: 141-148.
702 OLIVEIRA DB, MARTINELLI JM, & ABRUNHOSA FA. 2012a. Description of early
703 larval stages of *Upogebia vasquezi* (Gebiidea: Upogebiidae) reared in laboratory. J Mar
704 Biol Assoc. UK. 92, 2: 335-342.

705 OLIVEIRA DB. SILVA DC & MARTINELLI JM. 2012b. Density of larval and adult
706 forms of the burrowing crustaceans *Lepidophthalmus siriboia* (Callianassidae) and
707 *Upogebia vasquezi* (Upogebiidae) in an Amazon estuary, northern Brazil. J Mar Biol
708 Associ UK. 92, 2: 295-303.
709 OLIVEIRA D B, MARTINELLI-LEMOS J M, DE SOUZA A S, DA COSTA J R &
710 ABRUNHOSA, F. A. 2016. Does retention or exportation occur in the larvae of the mud
711 shrimp *Upogebia vasquezi* (Decapoda, Gebiidea)? Implications for the reproductive
712 strategy of the species on the Amazon coast. Hydrobiologia. 773, 1: 241-252.
713 PEIRÓ DF, WEHRTMANN IS, MANTELATTO FL. 2014. Reproductive strategy of
714 phantom prawn *Callichirus major* (Crustacea: Axiidea: Callianassidae) of the Southwest
715 Atlantic: female sexual maturity, fecundity, characteristics and reproductive output;
716 Invertebr Reprod Dev, 33 p.
717 PIRES RF, PAN M, SANTOS AMP, PELIZ Á, BOUTOV D, & DOS SANTOS A. 2013.
718 Modelling the variation in larval dispersal of estuarine and coastal ghost shrimp:
719 Upogebia congeners in the Gulf of Cadiz. Mar Ecol Prog Ser. 492: 153-168.
720 POHLE G, SANTANA W, JANSEN G, & GREWNLAW M. 2011. Plankton-Caught
721 Zoeal stages and megalopa of the lobster shrimp *Axius serratus* (Decapoda: Axiidae) from
722 the Bay of Fundy, Canada, with a summary of axiidean and gebiidean literature on larval
723 descriptions. J Crust Biol. 3, 1: 82-99.
724 POHLE G, SANTANA W, MARTIN JW, OLESEN J & HØEG JT. 2014. Gebiidea and
725 Axiidea (= Thalassinidea). Atlas of Crustacean Larvae, 263-271.
726 PRITCHARD DW. 1967. What is an estuary: Physical viewpoint. In: G. H. Lauf (ed).
727 Estuaries. Washington, 83: 3-5.

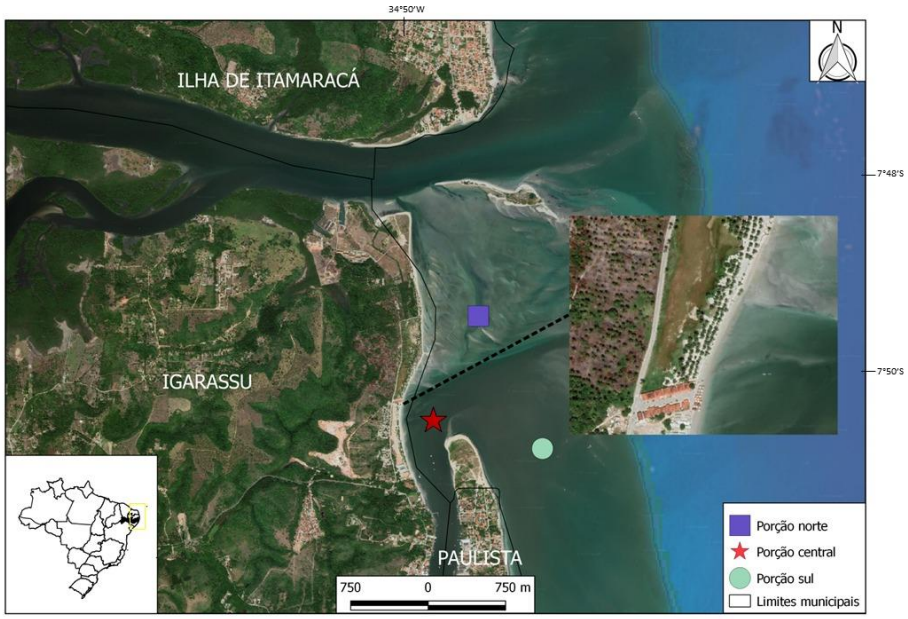
728 ROCHA LEITE N, PEREIRA LCC & DA COSTA RM. (2009). Distribuição temporal do
729 mesozooplâncton no furo Muriá, Pará, Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-
730 Ciências Naturais. 4, 2: 149-164.
731 RODRIGUES SA. 1976 Sobre a reprodução, embriologia e desenvolvimento larval de
732 Callichirus major (Say 1818) (Crustacea, Decapoda, Thalassinidea). Bol Zool USP. 1: 85-
733 104.
734 RODRIGUES SA & SHIMIZU RM.1997. Autoecologia de *Callichirus major* (Say, 1818)
735 (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). In: Absalão, R.S.; Esteves, A.M. (Eds.). Ecologia
736 de Praias Arenosas do Litoral Brasileiro Rio de Janeiro. Oecologia Brasiliensis. 3: 155-
737 170.
738 RODRIGUES-INOUE ACM, DOS SANTOS A & MARTINELLI-LEMOS JM. 2021.
739 Distribution patterns of Anomura, Axiidea and Gebiidea (Crustacea, Decapoda) larvae at
740 the Amazon shelf. Regional Studies in Marine Science, 47: 101946.
741 ROSA FILHO JS, GIRARD TC, & FRÉDOU FL. 2013. Population dynamics of the
742 burrowing shrimp *Lepidophthalmus siriboia* Felder and Rodrigues, 1993 (Reptantia:
743 Axiidea: Callianassidae) on the Amazonian coast. J Crust. Biol. 33, 4: 503-511.
744 RUPPERT EE, FOX RS & BARNES RD. 2005. Zoologia dos Invertebrados. 7ª ed., Ed.
745 Roca, São Paulo, 1145 p.
746 SAKAI K. 2014. On emphasizing the stabilization of the names of the infraorders of ghost
747 shrimps, Thalassinidea Latreille, 1831 and Callianassidea Dana, 1852 (Decapoda,
748 Pleocyemata). Crustaceana. 87, 4: 1738-1741.
749 SANT'ANNA EME, & TUNDISI JG. 1993. Estrutura e Biomassa da comunidade
750 zooplanctônica da bacia do Pina (Pernambuco-Brasil), relacionadas com fatores
751 ambientais. Tese de Doutorado. 195 p.

752 SASTRY AN. 1983. Ecological aspects of reproduction, p.179-270. In: F.J. Vernberg &
753 W.B. Vernberg (Eds). The Biology of Crustacea. Environmental Adaptations. New York,
754 Academic Press, 471 p.
755 SCHWAMBORN R, EKAU W, SILVA AP, SILVA TA & SAINT-PAUL U. 1999. The
756 contribution of estuarine decapod larvae to marine zooplankton communities in North-
757 East Brazil. Arch Fish Mar Res. 47, 2-3: 167-182.
758 SCHWAMBORN R, NEUMANN-LEITÃO S, SILVA TA, SILVA AP, EKAU W &
759 SAINT-PAUL U. 2001. Distribution and dispersal of decapod crustacean larvae and other
760 zooplankton in the Itamaracá estuarine system, Brazil. Tropic Ocean. 29, 1: 1-18.
761 SIMITH DJB & DIELE K. 2008. O efeito da salinidade no desenvolvimento larval do
762 caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Ocypodidae) no Norte do
763 Brasil. Acta Amazonica. 38, 2: 345–350.
764 SIMITH DJB, PIRES MAB, ABRUNHOSA FA, MACIEL CR & DIELE K. 2014. Is
765 larval dispersal a necessity for decapod crabs from the Amazon mangroves? Response
766 of *Uca rapax* zoeae to different salinities and comparison with sympatric species. J Exp
767 Mar Biol Ecol. 457: 22–30.
768 SODRÉ CFL, SILVA YJA & MONTEIRO IP. 2016. Acidificação dos Oceanos:
769 fenômeno, consequências e necessidades de uma governança ambiental global. R Cien
770 Cent Estu Desenvol Susten da UNB. 1, 4.
771 STRASSER KM & FELDER DL. 1999. Larval development in two populations of the
772 ghost shrimp *Callichirus major* (Decapoda: Thalassinidea) under laboratory conditions. J
773 Crust Biol. 19, 4: 844-878.
774 STRASSER KM & FELDER DL. 2000. Larval development of the ghost shrimp
775 *Callichirus islagrande* (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae) under laboratory
776 conditions. J Crust Biol. 20, 1: 100-117.

777 STRASSER, K. M., & FELDER, D. L. 2005. Larval development of the mud shrimp
778 *Axianassa australis* (Decapoda: Thalassinidea) under laboratory conditions. J Nat
779 His. 39, 25: 2289-2306.
780 TAMAKI A, TANOUE H, ITOH J, & FUKUDA, Y. 1996. Brooding and larval
781 developmental periods of the callianassid ghost shrimp, *Callianassa japonica* (Decapoda:
782 Thalassinidea). J Mar Biolog Assoc UK. 76, 3: 675-689.
783 VAROLLI F M F. 1986. Aspectos da macroinfauna bentônica da região entremarés
784 arenosa da praia da enseada – Guarujá, São Paulo. Acta Biol Leop. 18, 2: 39-49.
785 WEBB A P & EYRE B D. 2004. Effects of natural populations burrowing thalassinidean
786 shrimp on sediment irrigatio benthic metabolism, nutrient fluxes and denitrificatio Mar
787 Ecol Prog Ser. 268: 20–220.
788 WITBAARD R & DUINEVELD GCA. 1989. Some aspects of the biology and ecology
789 of the burrowing shrimp *Callianassa subterranea* (Montagu)(Thalassinidea) from the
790 southern North Sea. Sarsia. 74, 3: 209-219.
791 WOOLDRIDGE TH & LOUBSER H. 1996. Larval release rhythms and tidal exchange
792 in the estuarine mudprawn, *Upogebia africana*. Hydrobiologia, 337, 1: 113-121.
793

794 **Figuras:**

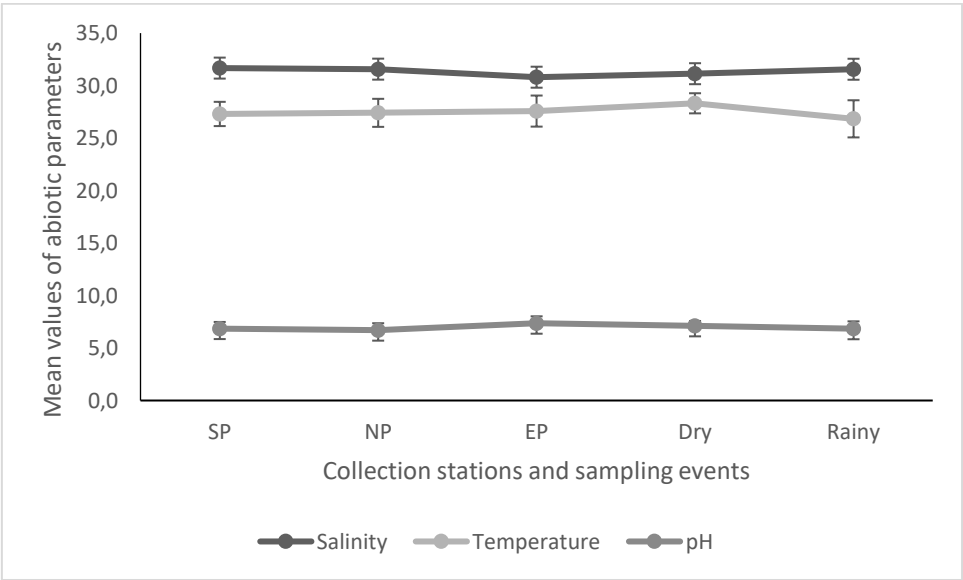
795



796

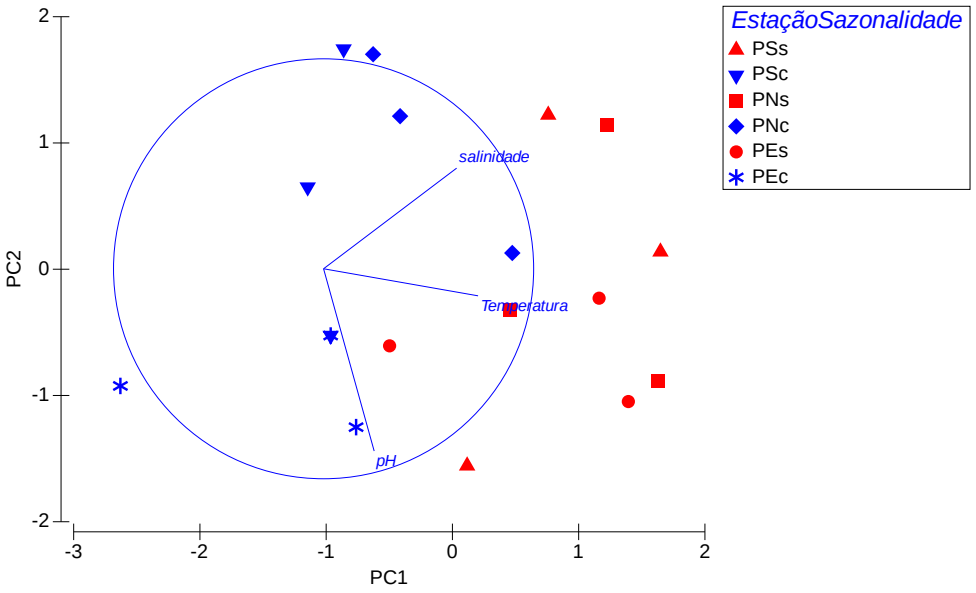
797 Figura 1: Área do estudo: Complexo marinho-estuarino, localizado no litoral norte de Pernambuco, entre
798 os municípios de Paulista e Igarassu, com os símbolos apresentando as estações de coleta do zooplâncton.:
799 porção sul (PS); pluma estuarina (PE) e porção norte (PN). A Área destacada corresponde à praia de Mangue
800 Seco, local onde foram coletadas as fêmeas ovígeras.

801



802

803 Figura 2: Valores médios dos parâmetros abióticos (pH, temperatura e salinidade) obtidos durante as coletas
804 na porção sul (PS), porção norte (PN) e pluma estuarina (PE) e entre os eventos de amostragem de seca (s)
805 e chuvosa (c), com seus respectivos desvios padrão.



806

807 Figura 3: Ordenação PCA envolvendo as variáveis ambientais (temperatura, salinidade, pH) com os locais
808 de coleta porção sul (PS), porção norte (PN) e pluma estuarina (PE) e com os eventos de amostragem seca
809 (s) e chuvosa (c).

810

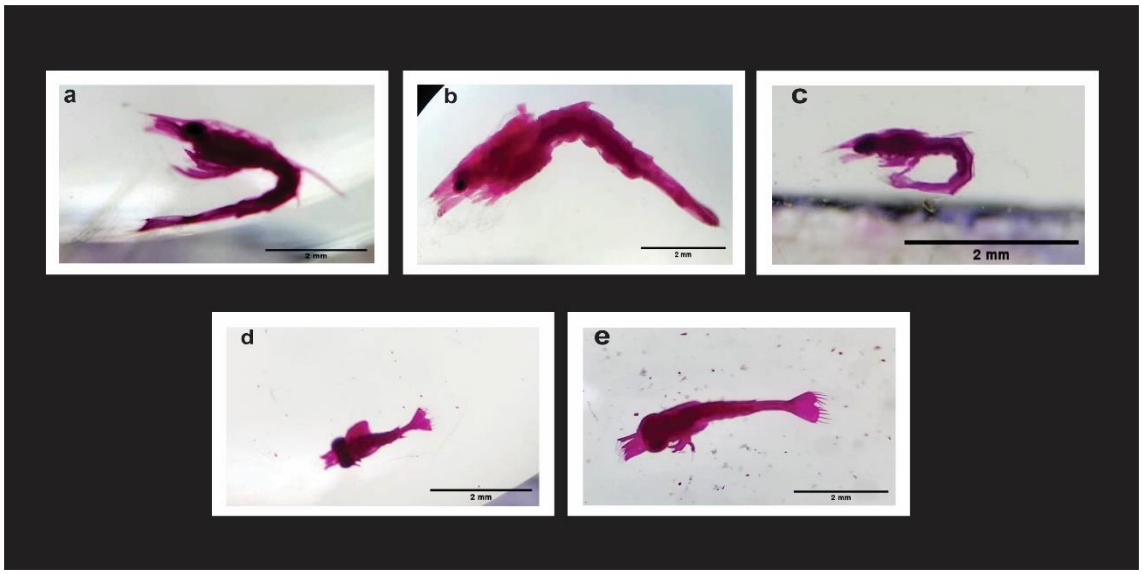


Figura 4: Larvas dos camarões escavadores coletadas no estágio de zoea 1. a - *Callichirus corruptus.* b - *Lepidophthalmus siriboia,* c - *Neocallichirus* sp., d - *Axianassa Australis e* e - *Upogebia* sp.

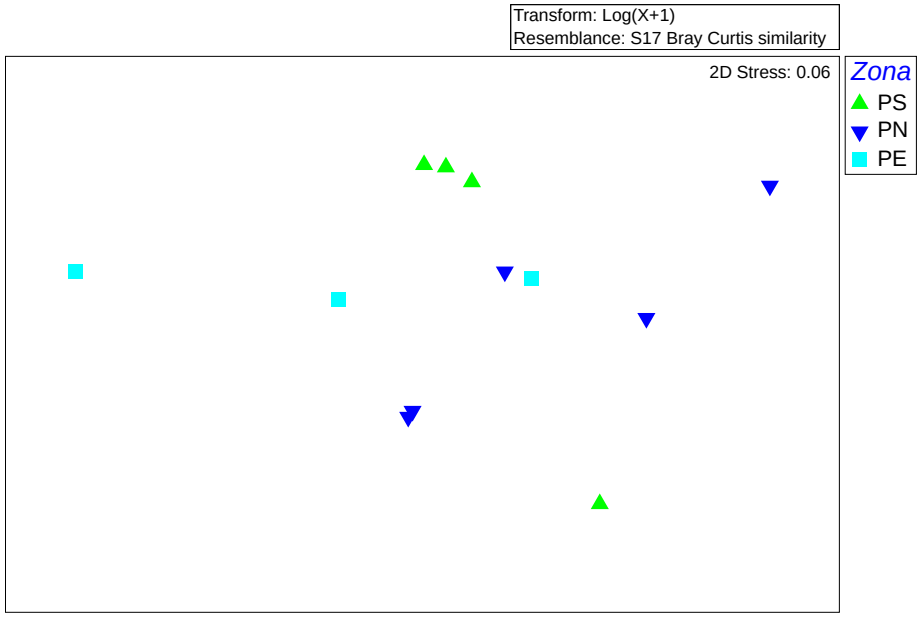
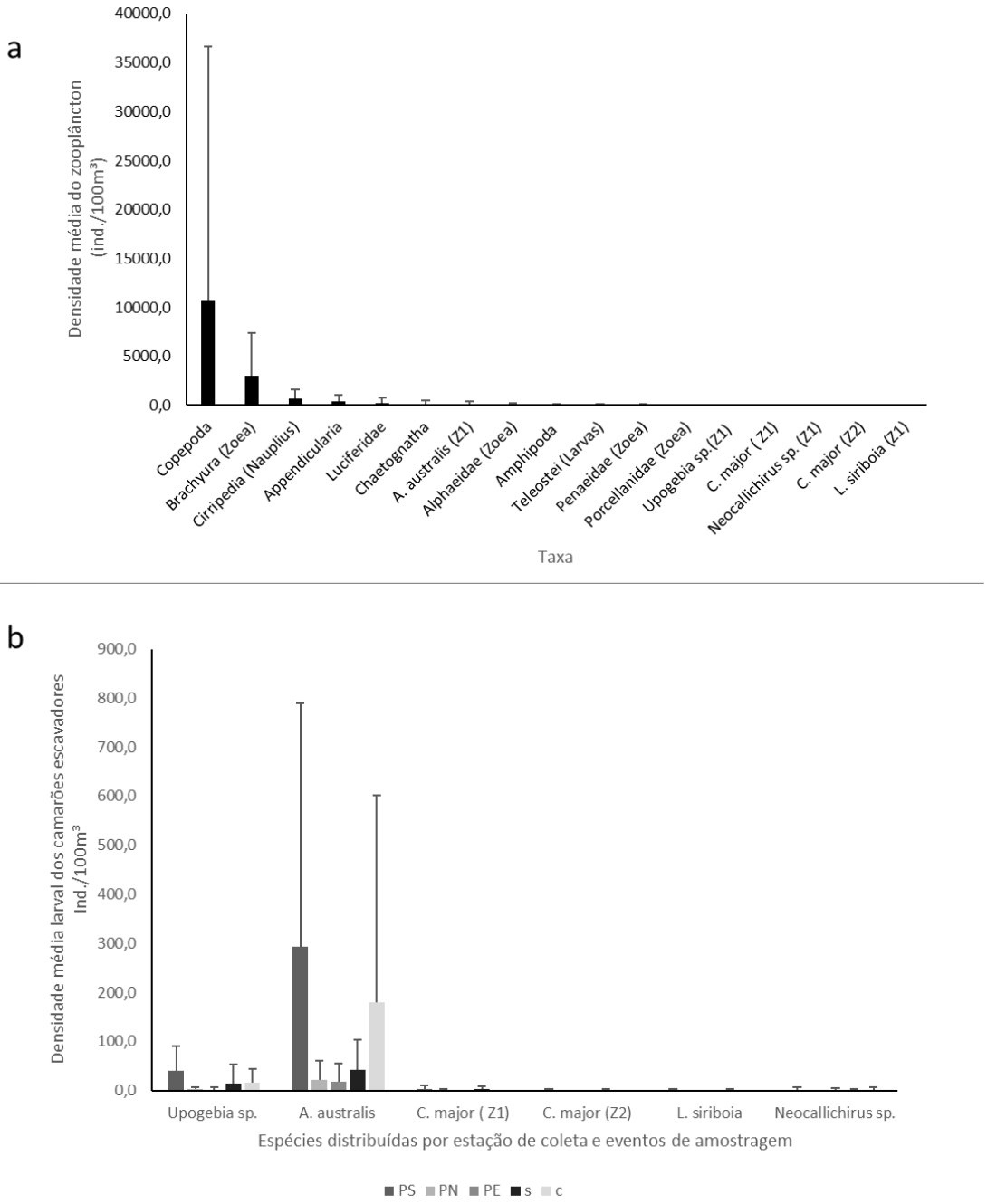
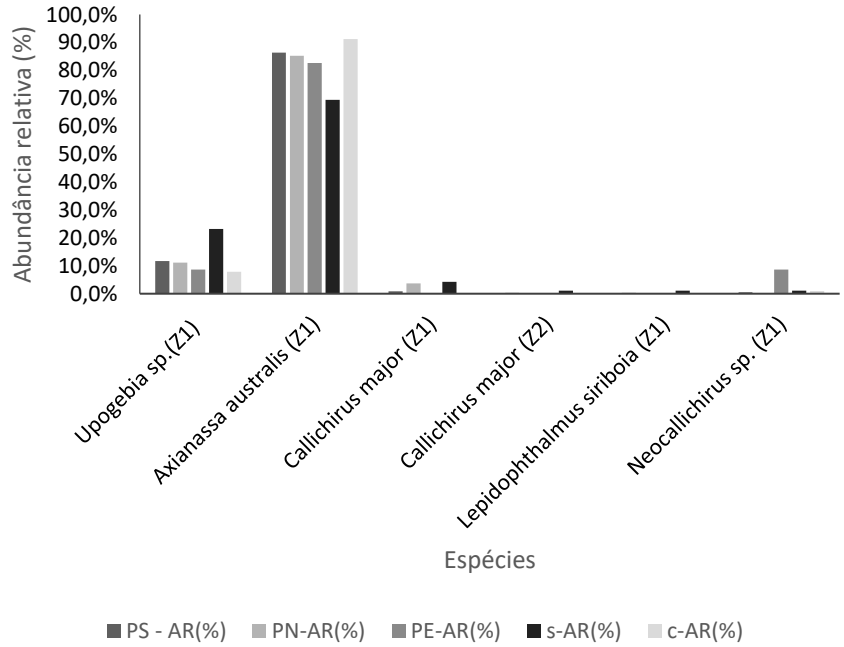


Figura 5: Ordenação multidimensional não-métrica (MDS) com as densidades médias de larvas de Axiidea e Gebiidea em relação com os locais de coleta: porção sul (PS), porção norte (PN) e pluma estuarina (PE) e entre os eventos de amostragem de seca (s) e chuvosa (c).



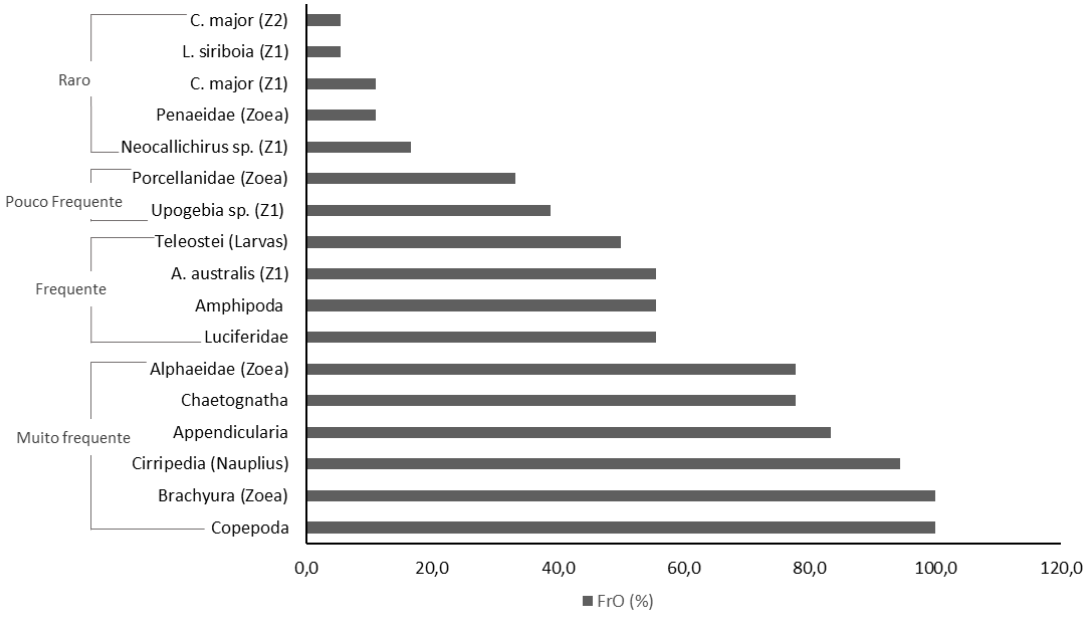
819

820 Figura 6: Densidade média (ind./100m³) do zooplâncton e seus desvios padrão. a – Densidade média total
821 para todo zooplâncton coletado. b – Comparação da densidade média das larvas dos camarões escavadores
822 entre os locais de coleta: porção sul (PS), porção norte (PN) e pluma estuarina (PE) e entre os eventos de
823 amostragem de seca (s) e chuvosa (c).



824

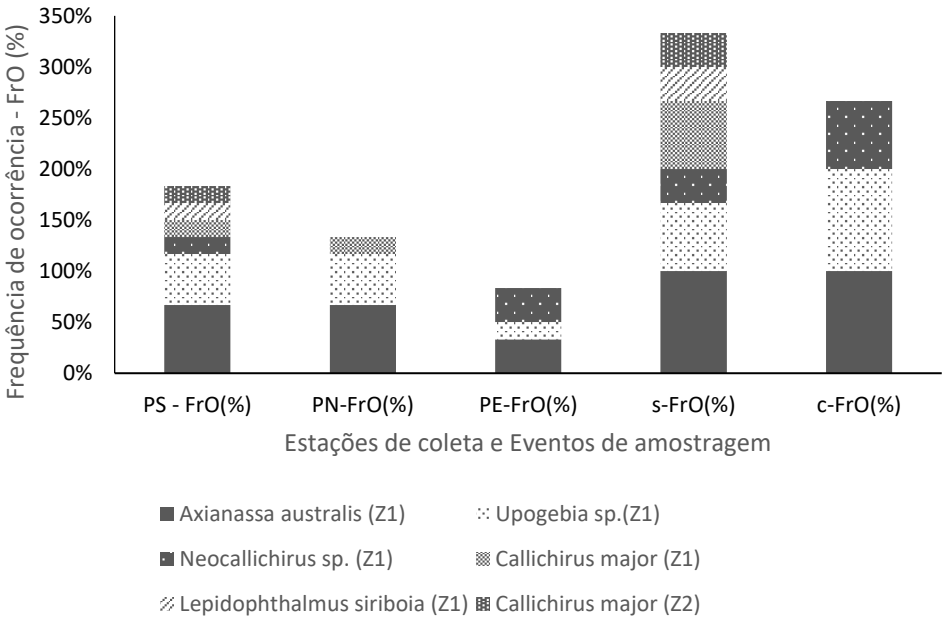
825 Figura 7: Comparação da abundância relativa larval das espécies de camarões escavadores entre as locais
826 de coleta porção sul (PS), porção norte (PN) e pluma estuarina (PE) e entre os eventos de amostragem de
827 seca (s) e chuvosa (c)



828

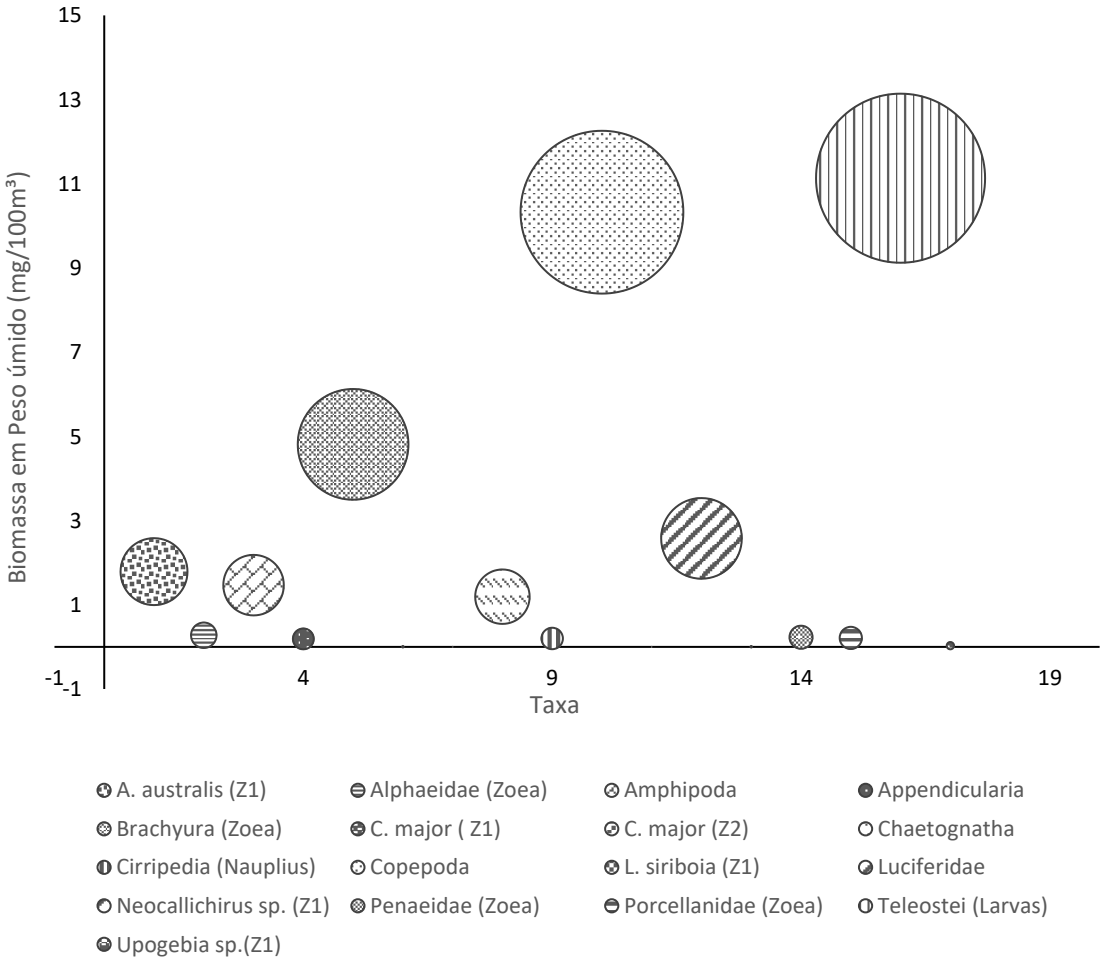
829 Figura 8: Classificação dos taxa encontradas quanto à frequência de ocorrência (FrO %), seguindo o critério
830 estabelecido onde FrO > 70% - Muito frequente; 70 ┤ 40% -Frequente 40 ┤20% - Pouco frequente (PA) e
831 ≤ 20% - Raro.

832



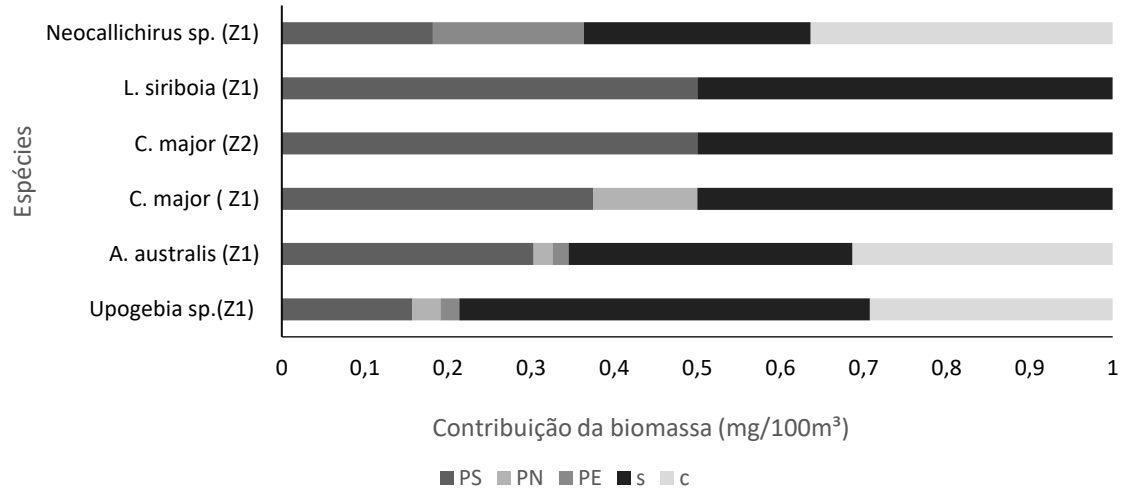
833

834 Figura 9: Representação da frequência de ocorrência (FrO %) dos os estágios larvais dos camarões
835 escavadores entre os locais de coleta: porção sul (PS), porção norte (PN) e pluma estuarina (PE), e entre os
836 eventos de amostragem: seca (s) e chuvosa (c).



837

838 Figura 10: Contribuição do zooplâncton coletado para a biomassa total dos organismos, estimada através
839 do peso úmido e expressa em mg/100m³.



840

841 Figura 11: Contribuição das larvas dos camarões escavadores com a biomassa (mg/100m³) local de Coleta:
842 porção sul (PS), porção norte (PN) e pluma estuarina (PE), e entre os eventos de amostragem: seca (s) e
843 chuvosa (c)..

844

845 **Tabelas:**

846 Tabela I: Dados hidrológicos do pH, Temperatura e Salinidade em cada estação de coleta, com o valor da
847 média e desvio padrão amostral, onde porção sul (PS), porção norte (PN) e pluma estuarina (PE) e DP =
848 Desvio Padrão.)

DATA	ESTAÇÃO	pH	Temperatura (ºC)	Salinidade
	PS	7,6	28,7	30
27/02/2021	PN	7,7	29,4	32,4
	PE	7,6	29,6	31,8
	PS	6,5	28	33
27/04/2021	PN	6,5	29	31
	PE	7	28	30
27/05/2021	PS	7	27	30

	PN	7	28	32
	PE	7	27	30
	PS	6,5	26	31
23/06/2021	PN	6	26,5	32
	PE	7,5	27	30
	PS	6	26	32
26/07/2021	PN	6	28	31
	PE	7,5	24	30
	PS	7,5	28	34
23/09/2021	PN	7	29	31
	PE	7,5	28	33
	Média	7	28	31,4
	DP ±	0,6	1,4	1,3

849

850 Tabela II: Resultados da análise de componentes principais (PCA) das variáveis ambientais (pH,
851 temperatura e salinidade) medidas das estações de coleta em estudo e suas respectivas contribuições em
852 percentagem.

Variável	**PC1**	**PC2**	**PC3**	**PC**	**Autovalor**	**Variação (%)**	**Variação acumulada (%)**
pH	0,241	-0,868	0,434	1	1,38	45,9	45,9
Temperatura	0,795	-0,129	-0,665	2	1,09	36,2	82,1
Salinidade	0,633	0,479	0,608	3	0,539	17,9	100

853

Tabela III: Composição taxonômica e abundância relativa (AR-%) do zooplâncton entre as estações de coleta, PS = porção sul; PN = porção norte e PE = pluma estuarina. E entre eventos amostrais: s = seco, c = chuvoso; estágio de desenvolvimento larval para as Famílias Callichiridae e Upogebiidae e Axianassidae, de maneira que Zoea 1 (Z1) e Zoea 2 (Z2), e suas respectivas classificações quanto a abundância, onde > 70% - Dominantes (DO); 70 ┤ 40% - Abundantes (AB); 40 ┤ 20% - Pouco abundante (PA) e ≤ 20% - Raro (RA).

Taxa	**(AR-%) Total**	**Classificação**	**(AR-%) – PS**	**Classificação**	**(AR-%) – PN**	**Classificação**	**(AR-%) – PE**	**Classificação**	**(AR-%) – s**	**Classificação**	**(AR-%) – c**	**Classificação**
CRUSTACEA												
Copepoda	69,214	AB	79,642	DO	30,955	PA	20,517	RA	45,308	AB	78,870	DO
Cirripedia (Nauplius)	4,821	RA	1,591	RA	30,067	PA	9,551	RA	3,990	RA	4,399	RA
Decapoda												
Brachyura (Zoea)	19,109	RA	12,727	RA	20,376	RA	59,063	AB	31,176	PA	11,811	RA
Porcellanidae (zoea)	0,121	RA	0,138	RA	0	RA	0,065	RA	0,239	RA	0,073	RA
Alphaeidae (zoea)	0,417	RA	0,354	RA	0,319	RA	0,862	RA	0,326	RA	0,453	RA
Axiidea												
Callichiridae												
Callichirus corruptus(Z1)	0,008	RA	0,008	RA	0,035	RA	0	RA	0,029	RA	0	RA
Callichirus corruptus (Z2)	0,002	RA	0,003	RA	0	RA	0	RA	0,007	RA	0	RA
Lepidophthalmus siriboia (Z1)	0,002	RA	0,003	RA	0	RA	0	RA	0,007	RA	0	RA
Neocallichirus sp. *(Z1)*	0,008	RA	0,005	RA	0	RA	0,033	RA	0,007	RA	0,009	RA

Gebiidea												
Axianassidae												
Axianassa australis (Z1)	0,717	RA	0,774	RA	0,816	RA	0,309	RA	0,478	RA	0,813	RA
Upogebiidae												
Upogebia sp. *(Z1)*	0,096	RA	0,105	RA	0,106	RA	0,033	RA	0,159	RA	0,070	RA
Luciferidae	1,181	RA	1,419	RA	0,106	RA	0,163	RA	3,411	RA	0,281	RA
Penaeidae (Zoea)	0,183	RA	0	RA	0,106	RA	1,383	RA	0	RA	0,257	RA
Amphipoda	0,410	RA	0,246	RA	1,242	RA	1,074	RA	1,159	RA	0,108	RA
Chaetognatha	1,023	RA	1,135	RA	0,532	RA	0,537	RA	0,999	RA	1,302	RA
CHORDATA												
Appendicularia	2,904	RA	1,788	RA	12,993	RA	5,369	RA	6,676	RA	1,381	RA
Teleostei (larva)	0,323	RA	0,064	RA	2,343	RA	1,041	RA	0,029	RA	0,442	RA

860

861 Tabela IV: Análise PERMANOVA a 2 fatores utilizando a densidade larval de Axiidea e Gebiidea. Fatores
862 fixos: estações de coleta (porção sul, porção norte e pluma estuarina) e, Período (seco e chuvoso). A análise
863 foi baseada na matriz de similaridade de Bray Curtis, transformada em Log(x+1).

Fonte de variação	D*f*	SS	MS	Pseudo-F	P	Unique perms	P (MC)
Estação de coleta	2	4164.3	2082.2	1.3969	0.2338	9947	0.2687

Eventos de amostragem	1	986.38	986.38	0.66175	0.6234	9907	0.5686
Estação de coleta x Eventos de amostragem	2	746.19	373.09	0.25031	0.9161	9951	0.8993
Residual	6	8943.3	1490.6				
Total	11	15040					

Tabela V: Contribuição percentual (%) das espécies das larvas dos camarões escavadores para a similaridade (análise de SIMPER) dentro de cada grupo formado pelas estações de coleta (PN= porção norte; PS= porção sul e PE= pluma estuarina).

PS x PN δmédia = 57.01						PS x PE δmédia = 60.25						PN x PE δmédia = 63.04					
Espécie		OS	PN	CONT%	CUM%	Espécie		OS	PE	CONT%	CUM%	Espécie		PN	PE	CONT%	CUM%
Axianassa	*australis*	5.29	2.40	37.38	37.38	*Axianassa*	*australis*	5.29	2.49	35.29	35.29	*Axianassa*	*australis*	2.40	2.49	40.16	40.16
Upogebia sp		3.23	1.15	32.17	69.56	*Upogebia* sp		3.23	0.85	30.76	66.05	*Neocallichirus*	sp	0.00	1.28	29.16	69.32
Callichirus	*major* (Z1)	0.73	0.38	11.31	80.86	*Neocallichirus*	sp	0.63	1.28	14.32	80.36	*Upogebia* sp		1.15	0.85	24.56	93.88

Neocallichirus sp	0.63	0.00	6.79	87.65	*Callichirus major* (Z1)	0.73	0.00	8.48	88.84
Callichirus major (Z2)	0.48	0.00	6.17	93.83	*Callichirus major (Z2)*	0.48	0.00	5.58	94.42

869

870

871 Tabela VI: Contribuição percentual (%) das espécies das larvas dos camarões escavadores para a
872 similaridade (análise de SIMPER) entre os eventos de amostragem de seca e chuvosa.

Seca x chuvosa δmédia = 55.43				
Espécie	SECA	CHUVOSA	CONT%	CUM%
Axianassa australis	3.87	3.03	38.18	38.18
Upogebia sp	1.72	1.80	26.46	64.64
Callichirus major (Z1)	0.97	0.00	14.19	78.84

Neocallichirus sp	0.38	0.64	11.59	90.43

Tabela VII: Registro dos grupos dos taxa de camarões escavadores coletados durante o período de estudo na praia de Mangue Seco, Igarassu. AR = Abundância relativa (%); FrO = Frequência de ocorrência (%) e Class. = Classificação de ocorrência, onde: FrO > 70% - Muito frequente (MF); 70 ┤ 40% -Frequente (F); 40 ┤ 20% - Pouco frequente (PF) e ≤ 20% - Raro (R).

Taxa	**mar/2021**	**jun/2021**	**jul/2021**	**set/2021**	**AR. (%)**	**FrO (%)**	**Class.**
Callichirus major	1	0	0	0	1,3	25	PF
Fragilianassa fragilis	0	0	0	1	1,3	25	PF
Lepidophthalmus siriboia	9	2	5	1	21,3	100	MF
Neocallichirus grandimana	3	7	4	8	27,5	75	MF
Neocallichirus maryae	5	4	8	5	27,5	100	MF
Neocallichirus sp.	1	1	1	3	7,5	100	MF
Upogebia sp.	1	5	0	2	10	75	MF
Outros	0	1	2	0	3,8	50	F

886 Tabela VIII: Registro das fêmeas ovígeras coletadas na praia de Mangue Seco, durante os eventos de
887 amostragem.

888

12/03/2021	Seco	Callichiridae	*Neocallichirus maryae*
12/03/2021	Seco	Callichiridae	*Neocallichirus maryae*
12/03/20 21	Seco	Callichiridae	*Callichirus major*
26/06/2021	Chuvoso	Upogebiidae	*Upogebia* sp.
26/06/2021	Chuvoso	Callichiridae	*Neocallichirus grandimana*
26/06/2021	Chuvoso	Callichiridae	*Lepidophthalmus siriboia*
26/06/2021	Chuvoso	Callichiridae	*Lepidophthalmus siriboia*
23/09/2021	Seco	Upogebiidae	*Upogebia* sp.
23/09/2021	Seco	Callichiridae	*Neocallichirus grandimana*