



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA  
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

**AURINETE OLIVEIRA NEGROMONTE**

**VARIAÇÃO TEMPORAL DE CRUSTÁCEOS CAPTURADOS POR ARMADILHA  
LUMINOSA NA BAÍA DE TAMANDARÉ, PERNAMBUCO**

Recife

2022

AURINETE OLIVEIRA NEGROMONTE

VARIAÇÃO TEMPORAL DE CRUSTÁCEOS CAPTURADOS POR ARMADILHA  
LUMINOSA NA BAÍA DE TAMANDARÉ, PERNAMBUCO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Oceanografia.

Área de Concentração: Oceanografia Biológica.

Orientador: Prof. Dr. Jesser Fidelis de Souza Filho

Coorientadora: Dr. Débora Lucatelli de Albuquerque

Recife

2022

Catálogo na fonte  
Bibliotecário Gabriel Luz CRB-4 / 2222

N393v Negromonte, Aurinete Oliveira.  
Variação temporal de crustáceos capturados por armadilha luminosa na  
baía de Tamandaré, Pernambuco / Aurinete Oliveira Negromonte. 2022.  
101 f.

Orientador: Prof. Dr. Jessor Fidelis de Souza Filho.  
Coorientadora: Profa. Dra. Débora Lucatelli de Albuquerque.  
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.  
Programa de Pós-graduação em Oceanografia, Recife, 2022.  
Inclui referências e anexo.

1. Oceanografia. 2. Unidades de conservação. 3. Crustacea. 4. Atlântico  
Sul. 5. Macrofauna. 6. Estudo de longa duração. I. Souza Filho, Jessor Fidelis  
de (Orientador). II. Albuquerque, Débora Lucatelli de (Coorientadora). III.  
Título.

UFPE

551.46 CDD (22. ed.)

BCTG / 2022 - 337

AURINETE OLIVEIRA NEGROMONTE

**VARIAÇÃO TEMPORAL DE CRUSTÁCEOS CAPTURADOS POR ARMADILHA  
LUMINOSA NA BAÍA DE TAMANDARÉ, PERNAMBUCO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Oceanografia. Área de Concentração: Oceanografia Biológica.

Aprovado em: 31/05/2022

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Jesser Fidelis de Souza Filho (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

---

Prof. Dr. Girlene Fábria Segundo Viana (Examinador Externo)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

---

Prof. Dr. Alexandre Oliveira de Almeida (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

---

Dra. Elkênita Guedes Silva (Examinadora Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

---

Dr. Henrique Grande (Examinador Externo)  
Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo – IOUSP

---

Prof. Dr. Pedro Augusto Melo (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

---

Dr. Luiz Felipe de Andrade (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Dedico este trabalho aos  
meus pais Ivanete e Antonio.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Ensino Superior (CAPES) por conceder as bolsas de doutorado pelo Edital Ciências do Mar II - nº 43/2013 e de doutorado sanduíche pelo edital CAPES/PRINT - Edital nº 41/2017, e ao projeto PELD-TAMS.

Ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, por todo apoio e por terem me dado a oportunidade de servir como representante dos discentes.

Aos meus orientadores Jesser Fidelis e Débora Lucatelli pela paciência e pelos ensinamentos dessa jornada acadêmica.

À Professora Beatrice Padovani Ferreira que está à frente do PELD-TAMS e toda a sua equipe que realizaram os trabalhos de campo.

Ao Professor Jose Antonio García Charton por aceitar ser meu supervisor durante o Doutorado Sanduíche e me receber na Universidad de Murcia.

À toda a equipe do Laboratório de Carcinologia pela amizade e pela força dada durante esse trabalho. À Ricardo Paiva por ajudar nas identificações dos Isopoda e nos desenhos da nova espécie. Também ao Professor Alexandre Almeida por se disponibilizar para me ajudar na identificação dos camarões, trabalho que continuará pós-tese.

À Claudelton Santana e Simone Lira do Laboratório de Zooplâncton por me ensinarem a identificar larvas de Decapoda.

Agradeço a minha família, aos meus pais e minha vó Maria que sempre me deram amor, a meus irmãos em especial a minha irmã Ana Paula por sempre cuidar de mim. Aos meus tios, tias e primos pelo incentivo. Aos meus pets por me fazerem rir todos os dias quando eu chego em casa cansada e estressada.

À Concha Santamaría Vidal e Adrián Picazo Caravaca por cuidarem de mim no início da pandemia, no momento em que eu estava longe da minha família e dos meus amigos. Agradeço a Deus por sempre me abençoar e me dar sabedoria para fazer boas escolhas.

Gratidão a todos!

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar os grandes grupos de crustáceos capturados com armadilha luminosa ao longo de 5 anos no ambiente recifal da praia de Tamandaré, em Pernambuco, descrever a diversidade de crustáceos bentônicos capturados, analisar a variação temporal das larvas de Brachyura e Anomura, além de verificar quais os fatores determinantes que influenciam a chegada delas na baía de Tamandaré e descrever as espécies novas que ocorreram ao longo do estudo. As coletas foram realizadas mensalmente no período de outubro/2011 até abril/2016, através da técnica de captura por armadilhas de luz cônica do tipo CARE<sup>®</sup>. Foram marcados três pontos com 250 m de distância entre eles no complexo recifal de Tamandaré. As armadilhas foram instaladas por três dias consecutivos no fim do pôr-do-sol, numa profundidade local de 8 a 12 metros, permanecendo aproximadamente 12 horas em subsuperfície de 1 m de profundidade, sendo assim retiradas ao amanhecer. Foram coletados dados abióticos de temperatura, pluviosidade, direção do vento, velocidade do vento, swell, luminosidade da lua e nebulosidade. Os grandes grupos foram classificados em: Amphipoda, Cumacea, Isopoda, Mysida, Axiidea, Caridea, Dendrobranchiata, Achelata, Portunidae, Megalopa, Zoea, Copepoda, Ostracoda e Stomatopoda. O grupo Mysida foi mais abundante e frequente. Houve diferenças significativas entre os períodos do ano e entre anos, mostrando uma padronização na distribuição temporal desses animais. O grupo dos bentônicos apresentaram 52 espécies, mostrando a grande eficácia das armadilhas luminosas para a captura de organismos bentônicos (epifauna, infauna e fossoriais), apesar da distância do fundo marinho. A ordem Isopoda obteve o maior número de espécies (19), sendo um novo registro para a costa de Pernambuco, *Cymodoce barrerae*. Três novas espécies foram descritas, *Cleantioides garciachartoni* sp. nov., *C. pandemus* sp. nov. e *C. tamandarensis* sp. nov. Estas espécies são distinguidas pela forma do pleotelson e ornamentação dos pereiópodos. O gênero *Cleantioides* foi descrito pela primeira vez para o sudoeste do oceano Atlântico e a família Holognatidae foi registrada pela primeira vez para a costa brasileira. Os Amphipoda obtiveram 12 espécies, dentre elas duas possíveis espécies novas de *Metharpinia*. As larvas de Decapoda foram identificadas ao menor nível taxonômico possível. A série temporal mostrou que as larvas apresentam os picos com cerca de 8 meses de intervalo, independente da época do ano. As megalopas de *Pachygrapsus transversus* foram as mais abundantes, seguido da Zoea I de Epialthidae. A abundância das larvas apresentou relação significativa negativa com a velocidade do vento, e positivas com a presença de swell e a temperatura. Esta tese fez contribuições pioneiras sobre diversidade e variação temporal das comunidades de crustáceos

capturados com armadilhas luminosas no sudoeste do oceano Atlântico e em recifes de regiões tropicais, trazendo resultados elucidativos sobre a dinâmica dessa comunidade. As armadilhas luminosas são muito eficientes para coletar crustáceos, possuem um baixo custo e são ferramentas úteis para fazer um monitoramento da biodiversidade local sem causar danos ao meio ambiente.

Palavras-chave: unidades de conservação; crustacea; Atlântico Sul; macrofauna; estudo de longa duração.



## ABSTRACT

The present study aimed to analyze the diversity of great groups of crustaceans captured with light traps over 5 years in the reef environment of Tamandaré beach, in Pernambuco, to describe the diversity of benthic crustaceans, to analyze the temporal variation of Brachyura larvae and Anomura, in addition to verifying the determining factors that influence their arrival in the Tamandaré bay and describing the new species that occurred throughout the study. The collections were carried out monthly from October/2011 to April/2016, using the CARE® type conical light trap capture technique. Three points were marked with a distance of 250 m between them in the reef complex of Tamandaré beach. The traps were installed for three consecutive days at the end of the sunset, at a local depth of 8 to 12 meters, remaining approximately 12 h in the subsurface of 1 m in depth, being removed at dawn. Abiotic data were collected on temperature, rainfall, wind direction, wind speed, swell, moonlight and nebulosity. The great groups were classified into: Amphipoda, Cumacea, Isopoda, Mysida, Axiidea, Caridea, Dendrobranchiata, Achelata, Portunidae, Megalopa, Zoea, Copepoda, Ostracoda and Stomatopoda. The most abundant group was Mysida and also the most frequent. There were significant differences between the seasons and the years, showing that there is a pattern in the temporal distribution of these animals. The benthic group had 52 species, showing the great effectiveness of light traps for capturing benthic organisms (epifauna, infauna and fossorial). The order Isopoda had the highest number of species (19), with 1 new record for the coast of Pernambuco, *Cymodoce barrerae*. Amphipoda obtained 12 species, among them 2 possible new species of *Metharpinia*. Larvae identified to the lowest possible taxonomic level. The time series showed that the larvae present peaks at different times of the year, about 8 months apart from one peak to the next. The megalopa of *Pachygrapsus transversus* were the most abundant, followed by Zoea I of Epialthidae. Larvae abundance showed significant relationships with wind speed, presence of swell and temperature. Three new species were described, *Cleantioides garciachartoni sp. nov.*, *C. pandemus sp. nov.* and *C. tamandarensis sp. nov.* These species are distinguished by the shape of the pleotelson and ornamentation of the pereopods. The genus *Cleantioides* was recorded for the first time from the southwestern Atlantic Ocean and the family Holognatidae was recorded for the first time from Brazilian coast. This thesis made pioneering contributions to crustacean communities captured by light traps in the southwestern Atlantic Ocean and in tropical reef environments, bringing results that can elucidate more about the dynamics of crustacean communities. Light traps are very efficient to

collect crustaceans, have a low cost and are capable of monitoring local biodiversity without causing damage to the environment.

Keywords: conservation units; crustacea; South Atlantic; macrofauna; long-term study.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1	ÁREA DE ESTUDO.....	14
1.2	HIPÓTESE E OBJETIVOS.....	16
1.2.1	Hipótese.....	16
1.2.2	Objetivo Geral.....	17
1.2.3	Objetivo Específico.....	17
1.3	ESTRUTURA DA TESE.....	17
<b>2</b>	<b>ARTIGO 1 - CRUSTACEANS CAPTURED BY LIGHT TRAPS IN A TROPICAL REEF BAY, BRAZIL: A LONG-TERM STUDY CASE.....</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>ARTIGO 2 - DIVERSIDADE DE CRUSTÁCEOS BENTÔNICOS CAPTURADOS POR ARMADILHA LUMINOSA NA ÁREA RECIFAL DA BAÍA DE TAMANDARÉ, PERNAMBUCO, BRASIL.</b>	<b>45</b>
<b>4</b>	<b>ARTIGO 3 - VARIAÇÃO TEMPORAL DAS LARVAS DE BRACHYURA E ANOMURA CAPTURADAS POR ARMADILHAS LUMINOSAS NA BAÍA DE TAMANDARÉ.....</b>	<b>62</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>78</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>79</b>
	<b>ANEXO A - THREE NEW SPECIES OF THE GENUS <i>Cleantioides</i> KENSLEY &amp; KAUFMAN, 1978 (ISOPODA: VALVIFERA) FROM BRAZIL, WITH NEW RECORD OF THE FAMILY HOLOGNATHIDAE FROM BRAZIL.....</b>	<b>80</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### ◆ **Ambientes recifais**

Os recifes ocupam cerca de 0,02% de toda área oceânica e dentro dessas áreas estão abrigadas aproximadamente 25% das espécies marinhas conhecidas, sendo um dos ecossistemas mais diversos, juntamente com o mar profundo (Sala & Knowlton, 2006; Plaisance *et al.*, 2009). No Brasil, os recifes ocupam 3.000 km da costa, da latitude 00°50'S a 018°00'S, e são divididos quatro regiões principais de recifes: 1) recifes da região Norte, 2) os recifes da costa nordeste, 3) os recifes da costa leste e 4) os recifes das ilhas oceânicas (Leão *et al.*, 2003; Ferreira *et al.*, 2013).

O ecossistema recifal está entre os sistemas mais complexos e de maior importância ecológica do ambiente marinho. Este ambiente fornece refúgio, alimento e proteção a fauna que ali vive. Também é berçário para diversas espécies marinhas (Grenfell, 1997; Enoques, 2012). Os recifes trazem grandes benefícios às populações costeiras, como a pesca de subsistência e extrativismo, o turismo, atividades científicas e educação e produtos farmacêuticos (Spurgeon, 1992; Carté, 1996; Birkeland, 1997; Van Beukering, 2004; Ferreira *et al.*, 2006).

As atividades antrópicas desordenadas vêm degradando os ambientes recifais em larga escala, prejudicando comunidades inteiras e até levando espécies à extinção (Amaral & Jablonski, 2005). Uma das maneiras de combater essas atividades é aumentar as informações científicas acerca deste ambiente. Com esta finalidade, foi desenvolvido pela Diretoria de Áreas Protegidas do Ministério do Meio Ambiente do Brasil (DAP-MMA) um projeto para a conservação dos recifes de coral, mapeando os recifes rasos das Unidades de Conservação (UC's) e intensificando as atividades de pesquisas nessas áreas (Prates, 2006), uma vez que essas são fundamentais para o conhecimento do ambiente como um todo, incluindo a biodiversidade associada.

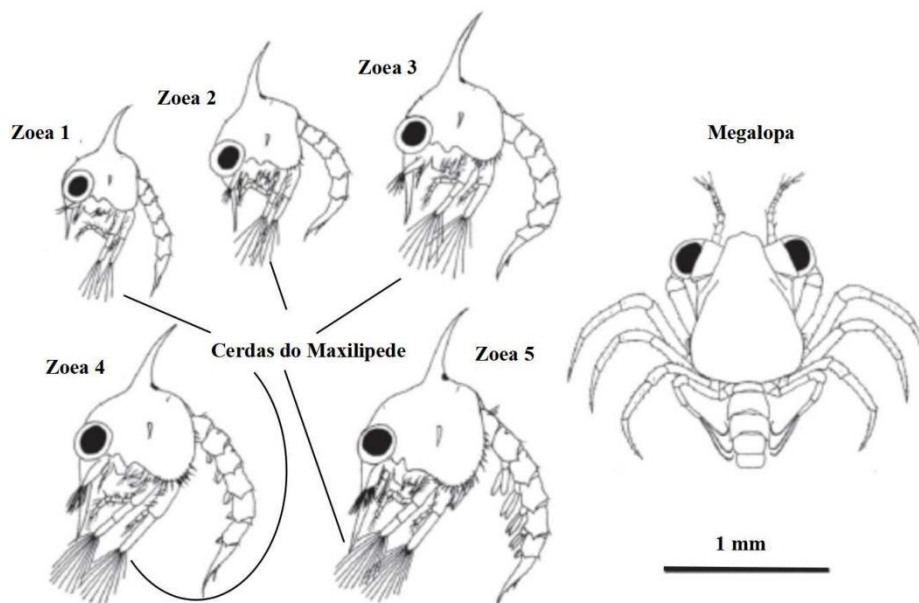
### ◆ **Crustáceos**

Os invertebrados são bem representados nos recifes de coral, superando o número de espécies de peixes (Stella *et al.*, 2011; Kramer *et al.*, 2014). Um dos grupos de invertebrados de grande destaque são os crustáceos, eles desempenham um importante papel ecológico dentro dos recifes, tais como: participam de vários níveis tróficos, contribuem para a produtividade,

defendem os corais contra predadores e, até, removem os parasitas dos peixes (Cowles *et al.*, 2009; Kramer *et al.*, 2014).

A maioria dos crustáceos apresentam no seu ciclo de vida estágios larvais planctônicos. Os estágios larvais de um caranguejo da infraordem Brachyura, a fase de zoea possui cinco estágios, o que difere os estágios é o número de cerdas no maxilípede, a zoea 1 com quatro cerdas, zoea 2 com seis cerdas, zoea 3 com oito cerdas, zoea 4 com 10 cerdas e zoea 5 com 12 cerdas. O estágio seguinte é de megalopa esse é o último estágio larval e logo se torna hábil ao assentamento (Boltovskoy 1981) (Fig.1).

Figura 1 - Desenvolvimento larval do caranguejo do gênero *Uca*, infraordem Brachyura. Destacando os estágios larvais de zoea 1-5 e as cerdas do maxilípede, e o estágio megalopa



Fonte: Rodriguez & Jones (1993) - modificado.

Durante esse período as larvas ficam vulneráveis a vários fatores ecológicos (taxas de mortalidade, predação, disponibilidade de alimento, migração vertical) e físico-químicos (luz, fases da lua, temperatura, salinidade, velocidade e direção dos ventos, correntes) (Sastry, 1983; Anger, 2001; Queiroga & Blanton, 2005). Alguns grupos seguem até a fase adulta no plâncton, sendo chamados de holoplanctônicos, e outros, após algumas fases de metamorfose, assentam-se no bentos e são classificados como meroplanctônicos. O estudo das larvas de crustáceos pode trazer informações importantes sobre os adultos que vivem na região e o período reprodutivos destas populações (Anger, 2006).

Dentre os fatores que influenciam no comportamento dos crustáceos a luz é um importante componente. Nos olhos, geralmente compostos, os estímulos luminosos são recebidos por fotorreceptores retiniais e extra-retiniais, esses estímulos podem ativar os cromatóforos (ou cromatócitos) e gerar mudanças de cor nos indivíduos (Binkley, 1988; Rollag, 1988; Nery & Castrucci, 2002). Também pode influenciar a temperatura corpórea, fator fundamental para a produção de hormônios que controlam a distribuição pigmentar (Hoglung *et al.*, 2002), energia para locomoção, forrageamento e competição por parceiros sexuais (Huey & Kingsolver, 1989; Nery & Castrucci, 2002).

Para a comunidade, a luz influencia na migração vertical e na ascendência na coluna d'água (Hamner & Carleton, 1979), devido ao fototropismo, muitas espécies são atraídas pela luminosidade. Pequenas diferenças na intensidade luminosa, como as fases lunares, podem causar mudanças na composição de comunidades bentônicas e zooplancônicas que estão realizando a migração vertical noturna (Alldredge & King, 1980; Santos *et al.*, 2019).

#### ◆ **Armadilhas luminosas**

A metodologia de captura através de armadilhas luminosas, têm um efeito positivo na atração e captura de crustáceos zooplancônicos, nectônicos e bentônicos (Hale, 1953; Jones, 1971; Jones *et al.*, 1973, McLeod & Costello, 2017). Essa metodologia começou a ser utilizada na Grande Barreira de Corais e é considerada um instrumento fundamental na compreensão dos padrões de abundância de larvas (Doherty, 1987; Milicich & Doherty, 1994). O baixo custo e mínimo impacto gerado para o ambiente fazem esse método ser atrativo para o uso em pesquisas. (Holmes & O'Connor, 1988; Lecaillon, 2004; Mwaluma *et al.*, 2009). Estas armadilhas geralmente são de forma cônica onde os organismos são atraídos para a entrada, onde está a luz, e tem sua saída dificultada. O uso da luz artificial simula a luz da lua, importante fator de atração para espécies que realizam algum tipo de migração (Tor *et al.*, 2010) como é o caso dos crustáceos (Fig. 2).

Figura 2 Armadilhas de luz modelo australiano (CARE® “Capture by Artificial Reef Eco-friendly”)



Fonte: Lecaillon, 2004.

A influência da intensidade luminosa sob comunidades zooplanctônicas dos recifes de Tamandaré, que realizam migração vertical noturna, já foi descrita por autores como Melo et al. (2010), onde as armadilhas foram colocadas no recife com a entrada das armadilhas viradas para baixo. Estes autores encontraram diferenças significativas entre comunidades coletadas em armadilhas com e sem luz, com maior densidade encontrada nas armadilhas com luz. Estudos realizados na Austrália reconheceram que a luz é o fator que mais influencia no comportamento da comunidade, influenciando tanto a migração vertical diária quanto a ascendência na coluna d'água (Hamner & Carleton, 1979). Estudos em ambientes recifais demonstraram que pequenas diferenças na intensidade luminosa, como em noites com lua *versus* noites sem lua, podem causar mudanças na composição de comunidades bentônicas e zooplanctônicas que realizam migração vertical noturna (Alldredge & King, 1980, Porter *et al.*, 2008). Nessas comunidades são encontradas muitas espécies de peixes recifais (larvas e assentantes) e invertebrados bentônicos, dentre os crustáceos os principais grupos foram Mysida, Amphipoda, Isopoda e Decapoda.

### 1.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudos está localizada no município de Tamandaré, litoral sul de Pernambuco, Nordeste do Brasil (Fig. 03). A região apresenta o clima, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo As' (tropical com verão seco e inverno chuvoso). De acordo com Barletta & Costa (2009) quatro períodos são reconhecidos para esta região do Brasil: início do seco,

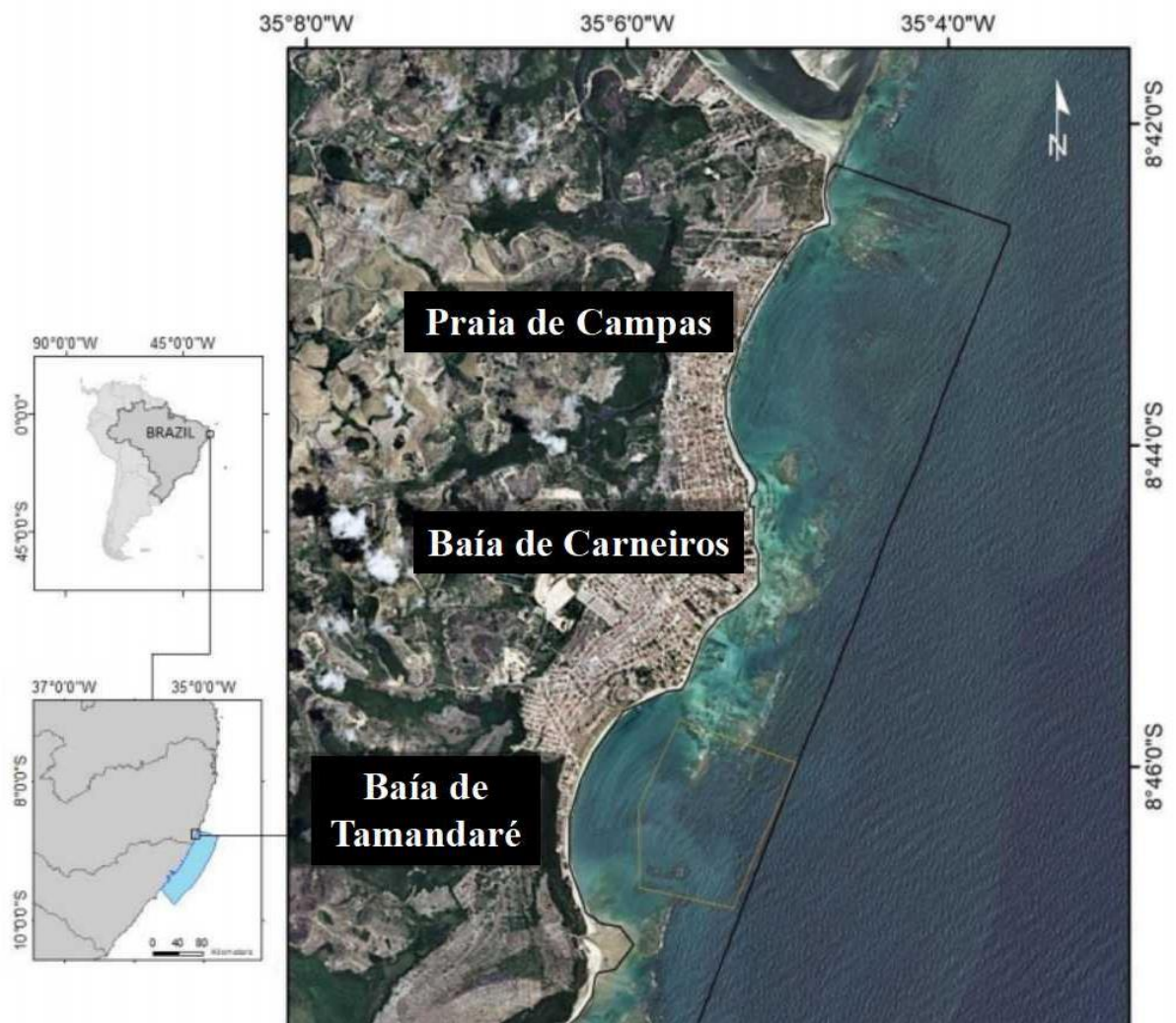
(setembro a novembro), fim do seco (dezembro a fevereiro), início do chuvoso (março a maio) e fim do chuvoso (junho a agosto).

O município de Tamandaré apresenta na área costeira dois rios principais, Formoso e Mamucabas, e uma área de manguezal associada ao ecossistema recifal, os quais têm atividades pesqueiras (Ferreira *et al.*, 2006b). Interligadas a essa área existem zonas de mata atlântica, restingas, pradarias de fanerógamas formando um mosaico interconectado (Ferreira *et al.*, 2004). A plataforma continental está localizada no meio de uma margem continental passiva, tem em média 40 km de extensão e a quebra da plataforma está numa isóbata de 70 metros de profundidade. A plataforma é tipicamente carbonática e pobre em sedimentos, apresentando paleocanais submersos bem preservados (Camargo *et al.*, 2015). Os recifes de Tamandaré estão dispostos em três linhas paralelas à costa (Maida & Ferreira, 1997). Eles são de origem arenítica, formados de maneira esparsa, dispostos paralelamente à costa e servem de substrato consolidado para o crescimento de macroalgas e corais, base do ambiente recifal (Camargo *et al.*, 2007).

A Baía de Tamandaré está localizada dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) Costa dos Corais que se estende do município de Tamandaré - estado de Pernambuco até Maceió - estado de Alagoas, e adentrando em direção à plataforma continental por 18 milhas náuticas, totalizando uma área de 404.279,93 hectares (ICMBio, 2021). É a maior unidade de conservação federal marinha em extensão, e possui uma área recifal com exclusão de uso (área de preservação da vida marinha), onde é proibida qualquer atividade comercial ou turística, sendo permitida a entrada com autorização apenas para realização de pesquisas (Ferreira *et al.*, 2001). Como estratégia para proteção da área foi criada uma unidade de Proteção Integral o Parque Natural Municipal do Forte de Tamandaré (PNMFT), consistindo na “Área Fechada de Tamandaré” que faz parte do Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD-TAMS). As investigações desse projeto servem como base para subsidiar os planos de manejos. Com essa finalidade, o presente estudo oferece informações de processos ecológicos que acontecem na Baía de Tamandaré, contribuindo para os estudos do PELD-TAMS e de manejo da área.



Figura 3 Mapa do complexo recifal de Tamandaré, estado de Pernambuco, localizado dentro do Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais



Fonte: Camila Brasil Louro da Silveira, 2019

## 1.2 HIPÓTESE E OBJETIVOS

### 1.2.1 Hipótese

A composição e diversidade dos crustáceos (larvas e adultos) capturados por armadilhas luminosas varia interanualmente nos recifes da APA Costa dos Corais, Tamandaré - Pernambuco.

### **1.2.2 Objetivo geral**

Fornecer informações sobre a comunidade de crustáceos capturados por armadilhas luminosas no complexo recifal de Tamandaré-PE, investigando a diversidade, os organismos de hábito bentônico que realizam a migração vertical, e a dinâmica das larvas de Decapoda e os fatores ambientais que influenciam a chegada destas larvas à baía de Tamandaré.

### **1.2.3 Objetivos específicos**

- ◆ Identificar os grandes grupos de crustáceos capturados por armadilhas luminosas, analisando os picos de abundância e a frequência dos grupos e relacionando com a sazonalidade e variação anual ao longo dos cinco anos de estudo (Capítulo 1).
- ◆ Descrever as espécies de crustáceos bentônicos capturados por armadilhas de luz no Atlântico, com informações taxonômicas, de abundância e ocorrência (Capítulo 2).
- ◆ Analisar a variação temporal das larvas de Brachyura e Anomura, examinando a época do ano da chegada das larvas (Capítulo 3).
- ◆ Avaliar os fatores determinantes que influenciam na abundância das larvas no geral e nos taxa mais abundantes (Capítulo 3).
- ◆ Descrever novas ocorrências e espécies coletadas através de armadilhas luminosas na baía de Tamandaré. (Capítulo 4).

## **1.3 ESTRUTURA DA TESE**

A presente tese mostra informações sobre a comunidade de crustáceos em diferentes fases de vida capturados por armadilhas luminosas no complexo recifal na baía de Tamandaré litoral sul do estado de Pernambuco, explanando a biodiversidade e a variação temporal do grupo em geral e das larvas de Decapoda.

Com esta finalidade foi feita uma Introdução Geral, falando sobre a importância das áreas recifais para a biodiversidade, fornecendo informações sobre a história de vida, ecologia, reprodução dos crustáceos, além da importância dos crustáceos bentônicos e a migração vertical. Neste capítulo também é fornecido informações e conceitos básicos de temas chaves dos capítulos seguintes. Está incluído neste capítulo os objetivos (geral e específico) da tese.

Na sequência as seções de 2 a 4, as quais são o desenvolvimento da tese e estão em formato de artigos científicos, objetivando investigar o papel da biodiversidade de crustáceos e a estrutura desta comunidade.

Na seção 2, “Crustaceans captured by light traps in a tropical reef bay, Brazil: a long-term study case”, os crustáceos são apresentados em grandes grupos e a abundância e chegada desses grupos às armadilhas ao longo dos 5 anos de estudo, ainda relacionando esta abundância ao regime pluviométrico, uma vez que a área de estudo está localizada em uma região tropical, onde não há estações do ano bem definidas (primavera, verão, outono e inverno), as estações são divididas basicamente entre períodos seco e chuvoso.

Na seção 3, cujo título é “Diversidade de crustáceos bentônicos capturados por armadilha luminosa na área recifal da baía de Tamandaré, Pernambuco, Brasil” apresenta um checklist dos crustáceos bentônicos que ocorreram durante o estudo, sendo o primeiro checklist de crustáceos bentônicos. Foram avaliados a abundância, frequência e a eficácia de captura de organismos bentônicos por armadilhas luminosas. Neste capítulo houve o registro de espécies *Cymodoce barrerae* (Isopoda, Sphaeromatidae) e *Cyclapsis alba* (Cumacea, Bodotriidae) para a região nordeste, além de duas possíveis novas espécies para a ciência do gênero *Metharpinia* (Amphipoda, Phoxocephalidae) que precisam ser descritas.

A seção 4 da tese trata da variação temporal das larvas de Decapoda (Variação temporal das larvas de Decapoda capturadas por armadilhas luminosas na baía de Tamandaré). A metodologia de armadilhas luminosas empregadas no estudo é capaz de atrair as larvas deste grupo que, por sua vez, possuem importância econômica, além de ecológica. As larvas foram identificadas ao menor nível taxonômico possível, levando em consideração a escassez de estudos descritivos de estágios larvais de decápodes, principalmente no estágio de megalopa (último estágio larval). Também foram feitos testes estatísticos para testar a relação e influência de fatores abióticos na abundância dessas larvas.

As considerações finais apresentam as conclusões relativas ao trabalho. Uma visão geral dos capítulos de desenvolvimento e suas contribuições para a ciência. Além de dar sugestões sobre conservação e monitoramento da biodiversidade e do meio ambiente como um todo. Esta tese contribui e aprofunda o conhecimento dos crustáceos de ambientes recifais, oferece informações que podem subsidiar projetos de conservação e manejo em áreas recifais e em unidades de conservação marinhas.

O Anexo A, trata-se do artigo fruto da tese “Three new species of the genus *Cleantioides* Kensley & Kaufman, 1978 (Isopoda: Valvifera) from Brazil, with new record of the family Holognathidae from Brazil”, o qual publicado no periódico *Journal of Natural History*.

Podemos contar com a descrição de três espécies novas (*Cleantiodes garciachartoni*, *Cleantiodes pandemus* e *Cleantiodes tamandarensis*). Este artigo registra oficialmente pela primeira vez a ocorrência do gênero *Cleantiodes* para o Atlântico Sudoeste do Atlântico e o primeiro registro da família Holognathidae para a costa do Brasil.

## 2 ARTIGO 1 - CRUSTACEANS CAPTURED BY LIGHT TRAPS IN A TROPICAL REEF BAY, BRAZIL: A LONG-TERM STUDY CASE

### RESUMO

As armadilhas luminosas são um método de amostragem passivo capaz de capturar organismos vivos. É considerado uma ferramenta chave não somente para compreender a ecologia larvas, mas também organismos zooplancctônicos, nectônicos e invertebrados bentônicos migradores. O presente trabalho teve como objetivo analisar a diversidade de grandes grupos de crustáceos capturados com armadilha luminosa ao longo de 5 anos no ambiente recifal da baía de Tamandaré, em Pernambuco. As coletas foram realizadas mensalmente no período de outubro/2011 até abril/2016 durante a lua nova, através da técnica de captura por armadilhas de luz cônica do tipo CARE. Foram marcados três pontos com 250 m de distância entre eles no complexo recifal da praia de Tamandaré. As armadilhas foram instaladas por três dias consecutivos no fim do pôr-do-sol, numa profundidade local de 8 a 12 metros, permanecendo aproximadamente 12h em subsuperfície de 1 m de profundidade, sendo retiradas ao amanhecer. Os dados de pluviosidade foram obtidos através do site da Agência Pernambucana de Água e Climas (APAC). Foram contabilizados 23.393 indivíduos, classificados em 14 grupos: Amphipoda, Cumacea, Isopoda, Mysida, Axiidea, Caridea, Dendrobranchiata, Achelata, Portunidae, Megalopa, Zoea, Copepoda, Ostracoda e Stomatopoda. Na maioria dos anos houve picos de abundância entre os meses de janeiro e abril, sendo que nos anos de 2012 e 2015, anos que ocorreram o *el niño*, alguns grupos apresentaram picos nos meses de junho e julho, estes anos tiveram um ponto em comum que a baixíssima pluviosidade em abril e maio, para alguns grupos o pico de abundância vem sempre depois de um período muito seco. O grupo mais abundante foi Mysida, seguido de Caridea, Megalopa, Portunidae, Zoea, Amphipoda, Isopoda e Stomatopoda. Os Mysida, Caridea, Portunidae e Megalopa foram os mais frequentes. A PERMANOVA indicou diferenças significativas entre as estações do ano e entre os anos, mostrando que há uma padronização na distribuição temporal desses animais, mas variações físico-químicas podem alterar esses padrões para alguns grupos.

Palavras-chave: armadilhas luminosas, plâncton, bentônico migrador, Crustacea, macrofauna.

## ABSTRACT

The light trap is a passive sampling method capable of retaining living organisms. It is considered a key tool to understanding not only the abundance patterns of fish larvae but also the capture of zooplanktonic, nektonic, and benthic marine invertebrates. The objective of this work was to analyze the diversity of crustaceans captured with light traps in a long-term experiment (5 years) in the reef environment at Tamandaré Beach, Pernambuco, in order to understand how the community is structured. The collections were performed monthly from October 2011 to April 2016 in the new moon, using the conical light trap CARE. Three points, 250 m apart, were established between reefs complex of Tamandaré beach. The traps were deployed for three consecutive days at sunset, at a depth of 8 to 12 meters, remaining approximately 12h in subsurface 1m deep, thus being removed at dawn. The rainfall data were obtained through the website of *Agência Pernambucana de Água e Climas* (APAC). The relative abundance and frequency of occurrence were calculated. To verify differences between years and seasons PERMANOVA was applied to the abundance data. A total of 23,393 specimens were classified into 14 groups: Amphipoda, Cumacea, Isopoda, Mysida, Axiidea, Caridea, Dendrobranchiata, Achelata, Portunidae, Megalopa, Zoea, Copepoda, Ostracoda, and Stomatopoda. In the majority, there were peaks of abundance between the months of January and April, and in the years 2012 and 2015 some groups showed peaks in the months of June and July. These years had a point in common that the very low rainfall in May of April, for some groups the peak of abundance always comes after a very dry period. The most abundant group were Mysida, followed by Caridea, Megalopa, Portunidae, Zoea, Amphipoda, Isopoda and Stomatopoda. Mysida, Caridea, Portunidae and Megalopa were the most frequent. PERMANOVA indicated significant differences in the factors seasons and years, showing that there is a standardization in the temporal distribution of these animals, but physical-chemical variations may alter these patterns for some groups.

**Keywords:** light traps, plankton, migratory benthic, crustacea, macrofauna.

## INTRODUCTION

The light trap is passive equipment for sampling and retention of living organisms attracted by light in both terrestrial and marine environments, and generates little impacts on the environment (Szentkiralyi, 2002; McLeod & Costello, 2017). This characteristic makes this

method ideal to be applied in areas of environmental protection and in reef environments, due to the complex characteristics of these environments.

One of the groups of invertebrates that most stands out with this type of capture is the crustaceans mainly of the orders Mysida, Amphipoda, Isopoda, and Decapoda, being the last one of great economic importance (McLeod & Costello, 2017). Light can influence crustacean communities in several ways since one of the peculiar characteristics of crustaceans is the presence of retinal and extra-retinal photoreceptors (Binkley, 1988; Rollag, 1988). The crustaceans' behavior is connected directly to the photoreceptor capability which influences body temperature, consequently the hormone production that rules the pigment distribution (Hoglung et al., 2002), locomotion energy, foraging, and competition for sexual partners (Huey & Kingsolver, 1989). Another influence that light can exert is in the daily vertical migration, many organisms, both benthic and zooplanktonic, go to the surface at night attracted by moonlight (Alldredge & King, 1980; Santos et al., 2019). The main reason for this bottom-up migration is mating (Fincham, 1970a, 1972; Jones, 1973) and low risk of visual predation (Holzman & Genin, 2003).

The light traps were adopted due to their proven effectiveness on larval studies of several marine organisms, including crustacean larvae (Roegner et al., 2003; Øresland, 2007; Shanks & Roegner, 2007, McLeod & Costello, 2017), settlers of benthic crustaceans (Lecaillon, 2004; Doherty, 1987a; Thorrold, 1992; Lecaillon & Lourié, 2007; McLeod & Costello, 2017; Failletaz et al., 2020) and migratory benthic adults (McLeod & Costello, 2017). These studies on pelagic larvae, in addition to providing a better understanding of the biology of animals, distribution and ecology of adult populations (Köster et al., 2001; Zhou et al., 2011), also bring important information such as biomass, fertility, and recruitment (Zhou et al., 2011). Porter et al. (2008), comparing light traps with plankton nets for sampling crustacean larvae on the west coast of the United States, observed that the light trap is more effective than plankton nets in monitoring the larvae abundance, identifying peaks of abundance that were not seen in the plankton net samples.

The use of light traps for the study of crustaceans has been occurring in several places in the world, such as on the west coast of the United States (Roegner et al., 2003; Porter et al., 2008), Alaska (Herter & Eckert, 2008), eastern coast of Canada (Sigurdsson et al., 2014), Panama (Granek & Frasier, 2007), Kenya (Mwaluma et al., 2009), Korea (Chang, 2012), Antarctica (Kawaguchi et al., 1986) Australia (Fincham, 1974; Smith et al., 1979; Tranter et al., 1981; Meekan et al., 2000, 2001; Carleton et al., 2001), Sweden (Øresland, 2007). Most of the

work was carried out in temperate regions and a few in tropical regions, where the environmental dynamics are quite different.

Along the Brazilian coast most studies have focused on larval stage of fish, as in the South and Southeast (Matsuura & Olivar, 1999; Katsuragawa et al., 2006) and recently in the Northeast region (Grande et al., 2019). One important study, concerning the light trap technique, was done by Melo et al. (2010). These authors carried out a comparative study on the demersal zooplankton community, with several groups including crustaceans, in reef environments in Pernambuco (Northeast of Brazil), using traps with and without artificial light and found significant differences among investigated communities. The highest densities were found in the traps with artificial light. Studies on crustaceans using this method are still scarce and necessary, due to the possibility of evaluating the recruitment of organisms and the connection between the reef environment and the surrounding areas (Porter et al. 2008).

Light trap studies can provide information that allows allocating, adjusting sizes, and spacing of marine reserves, supporting the development of management plans more suitable for the exploitation of species of economic interest (Le Corre et al., 2012). A better management plan will guarantee ecological and fisheries sustainability, maintaining ecosystem integrity, especially for species of economic interest.

Thus, the present work aims to describe a five-year variation in a tropical reef crustacean community captured by light traps from Northeast Brazil, being the first work using this methodology to collect crustaceans in Brazil. Aspects as diversity, abundance, frequency, seasonal and interannual variation were accessed in this study.

## **MATERIAL AND METHODS**

### **Study Area**

The study area is located within the Marine Protected Area (MPA) Costa dos Corais (the first and largest Brazilian conservation unit to protect part of coastal reefs) that extends from the municipality of Tamandaré (State of Pernambuco) (8°42'16"S and 35°04'40"W) to Maceió (State of Alagoas) (9°32'51"S and 35°36'59"W), comprising 18 nautical miles offshore the continental shelf, totalizing an area of 404,279.93 hectares. This MPA includes a no-take area that is also part of the Marine Municipal Park of Tamandaré, where fishing and tourist activity are prohibited (Ferreira et al., 2001; Ferreira & Maida, 2006).

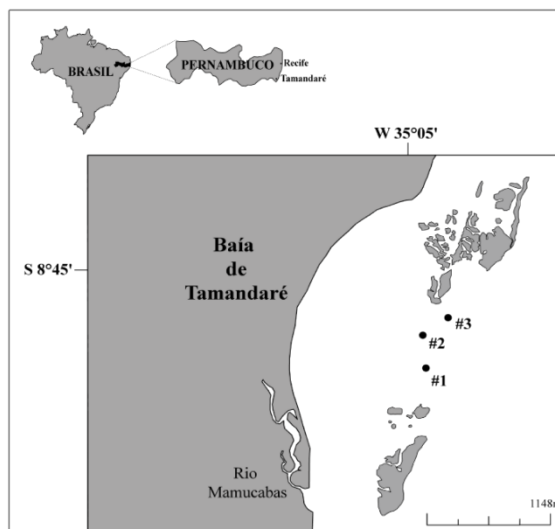


The coral reefs in this region grow on top of beachrocks, arranged parallel to the coast, and serve as a consolidated substrate for the growth of macroalgae, the basis of the reef environment (Ferreira & Maida, 2006; Grande et al., 2019). The region presents the climate, according to the Koppen classification, of the As' type (tropical with dry summer and rainy winter). According to Barletta and Costa (2009), 4 seasons can be recognized: Early Dry (ED) (September to November), Late Dry (LD) (December to February), Early Rainy (ER) (March to May), and Late Rainy (LR) (June to August).

### **Field procedure**

The samples were carried out monthly between October/2011 and April/2016, using light traps of the CARE® type (“Capture by Artificial Reef Eco-friendly”, ECOCEAN; [www.ecocean.fr](http://www.ecocean.fr)), the traps are composed of a conical net of PVC mesh with 2 meters length and a funnel in the middle, an LED light (55w) and a floating block (Failletaz et al., 2020). Three points (sample replicates) were marked, with a distance of 250 m between them. Point 1 is at coordinate 8°46'26,90"S 35°5'38,10"W, point 2 at 8°46'19,60"S 35°5'37,50W and point 3 at 8°46'14,50 " S 35°5'31.50W (Fig. 01). The traps were installed for three consecutive days at sunset during the new moon. The traps were fixed in a transversal way in the navigational access channel of the Tamandaré Bay (between two reef areas), at a depth of 8 to 12 meters, remaining submerged at 1m, for 12h, being removed at dawn (modified by Carassou & Ponton, 2007).

Figure 1 Map of the study area between the reefs of Tamandaré Bay, Pernambuco, Brazil, showing the three points (# 1, # 2, and # 3) where light trap collections were carried out between October / 2011 and April / 2016.



Fonte: Henrique Grande, 2019.

### Laboratory procedure

The collected material was taken to the laboratory, being stored in plastic vials, preserved in 70% ethanol, and labeled with the sample date and the trap number. With the aid of a stereomicroscope, the crustaceans were separated from other phyla and identified in high taxonomic levels (order or family when possible) and counted.

### Data analysis

The pluviometry data were collected on the website of the Pernambuco Water and Climate Agency - APAC (<https://www.apac.pe.gov.br/e.gov.br/>). The historical pluviometry was analyzed over a 15-year span to verify the rainfall pattern in the study area. Additionally, a month-average rainfall was calculated for each studied year (2011-2016) to verify its influence over the crustacean community.

Precipitation data variation between years was compared with analysis of variance (one-way ANOVA). The frequency of occurrence was calculated based on the formula:  $Fo = (n * 100 / N)$ ; where  $n$  is the number of samples where the taxon was registered and  $N$  the total number of samples. For Relative Abundance (AR) the formula  $AR = (n * 100 / N)$  was used, where  $n$  is the total number of individuals in the taxon and  $N$  the total number of crustaceans.

To verify differences of seasons and years, PERMANOVA was applied to the abundance data, with the data transformed into a fourth root and used the Bray-Curtis similarity to generate the similarity matrix in the statistical package Primer V.6.

Statistical significance was standardized at  $\alpha = 0.05$ .

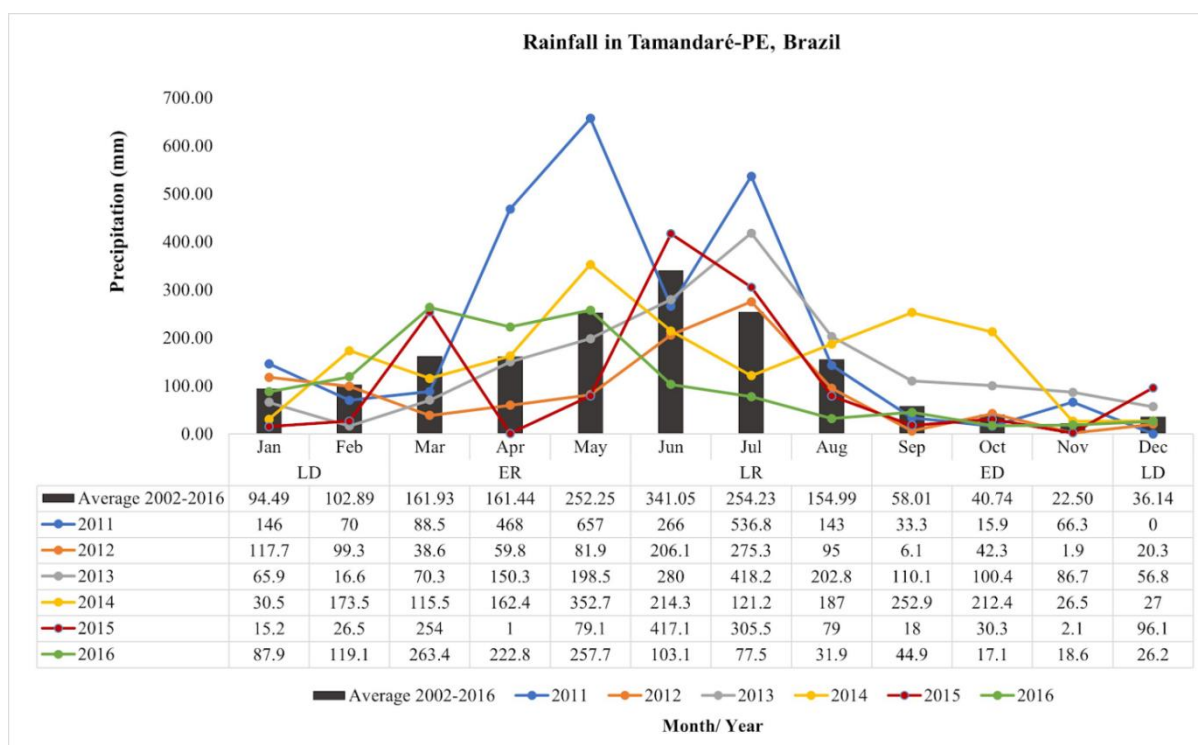
## RESULTS

### Abiotic factors

The historical average pluviometry over the 15-year period (2002- 2016) shows the seasonal pattern of rainfall in the Tamandaré region (Fig. 2). Historically, the Late Dry season (LD) depicts a low amount of rain (~ 100mm), which increases gradually toward the Early Rain (ER) (around 160 mm). In May (252.25 mm) rainfall level soars, reaching its peak in June (341.05 mm) that marks the beginning of the Late Rain season (LR). The LR is characterized by a considerable decrease in rainfall levels (from 254.23 to 154.99 mm, in July and August, respectively). At the Early Dry season (ED) the average decreased steadily remaining below 50 mm reaching the lowest level in November (22.05 mm).

In 2011, the phenomenon *La Niña* was very strong and the months of April, May, and July had high-intensity rain being well above the historical average; however, the other months remained near the overall pattern. Nevertheless, in 2012, the months of March, April, and May stayed far below the rainfall average, but the other months were within expectations. In 2013, the first semester was below average, the second semester was above average, however, the months of February and March were well under average, and July was well over average. In 2014, in the months of June and July, which are the rainiest months, the level of rainfall was under average, while the months of September and October, which are within the driest months, were quite rainy, the rainfall in these months was like the months of June and July of that same year. In 2015 was a year with many fluctuations, but the biggest highlight was in the months of April and May when the rainfall remained well under historical average. Finally, in 2016, the rainfall was around the historical average throughout the year, except for the months of June, July, and August which were well under the average.

Figure 2. Monthly rainfall in the years 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, and the average of 15 years (2002- 2016) in the region of Tamandaré- Pernambuco, Brazil.



## Diversity

A total of 23,393 individuals were collected, classified into 14 groups of Crustacea, distributed in three classes: Copepoda Milne Edwards, 1840; Ostracoda Latreille, 1802; Malacostraca Latreille, 1802. Within Malacostraca four orders of Peracarida Calman, 1904 (Amphipoda Latreille, 1816, Cumacea Krøyer, 1846, Isopoda Latreille, 1817, Mysida Boas, 1883), one of Eucarida Calman, 1904 (Decapoda Latreille, 1802) and one of Hoplocarida Calman, 1904 (Stomatopoda Latreille, 1817) were identified. The first two orders (Peracarida and Eucarida) were the most representative with 11,542 and 11,261 specimens each. Among the Decapoda individuals were separated into the suborders Dendrobranchiata Spence Bate, 1888 and Pleocyemata Burkenroad, 1963 (infraorders: Achelata Scholtz & Richter, 1995; Axiidae de Saint Laurent, 1979; Caridea Dana, 1852 and Brachyura Latreille, 1802 [juvenales of Portunidae Rafinesque, 1815; megalopa and zoea]) (Tab. 2).

## Frequency of Occurrence and Relative Abundance

The most frequent groups (>50%) of Crustacea in the samples were Mysida (86.61%), Megalopa (81.63%), Caridea (71.12%), Portunidae (70.60%), Amphipoda (58.0%), Isopoda (53.28%). Stomatopoda (48.29%), Dendrobranchiata (26.24%), Zoea (14.96%), Axiidae

(12.86%) and Achelata (11.02%) were present in less than 50% of the samples, whereas Ostracoda (5.77%), Copepoda (1.04%) and Cumacea (0.52%) were registered in less than 10% of samples (Tab. 02).

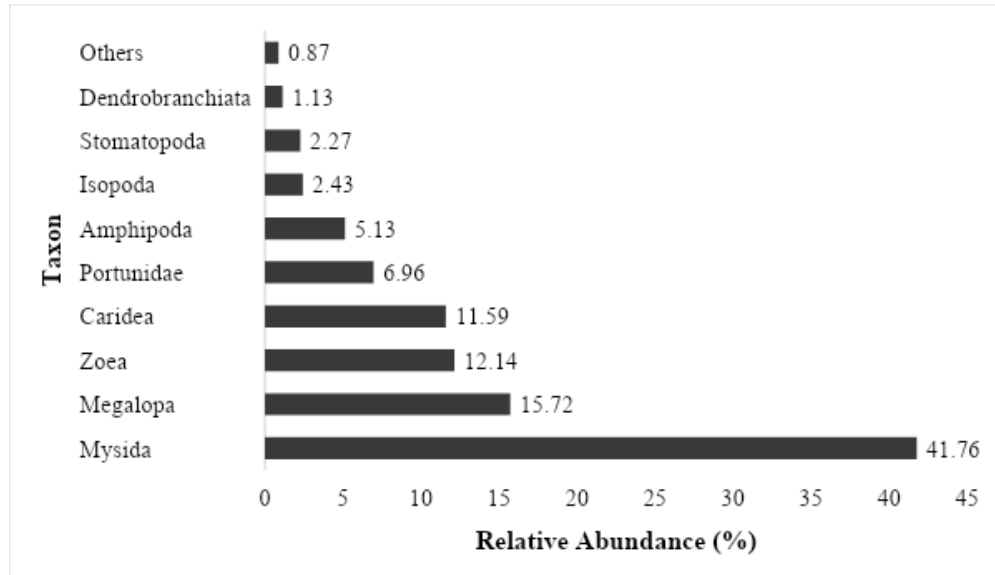
Concerning the relative abundance of the groups, the most abundants were Mysida (41.76%), Megalopa (15.72%), Zoea (12.14%) and Caridea (11.59%). The remaining groups Portunidae (6.96%), Amphipoda (5.13%), Stomatopoda (2.67%), Isopoda (2.43%) and Dendrobranchiata (1.13%) reached less than 10%, and Axiidae (0.37%), Achelata (0.22%), Ostracoda (0.21%), Cumacea (0.02%) and Copepoda (0.02%) achieved less than 1% (Tab. 02 and Fig. 03).

Table 2 Total abundance (N), relative abundance (RA), and frequency of occurrence (FO) of crustaceans captured by light trap in Tamandaré Bay, Pernambuco, Brazil between the years 2011 and 2016.

<b>Groups</b>	<b>N</b>	<b>RA (%)</b>	<b>FO (%)</b>
<b>Mysida</b>	9769	41.76	86.61
<b>Megalopa</b>	3678	15.72	81.63
<b>Zoea</b>	2839	12.14	14.96
<b>Caridea</b>	2711	11.59	71.12
<b>Portunidae</b>	1629	6.96	70.60
<b>Amphipoda</b>	1200	5.13	58.00
<b>Isopoda</b>	568	2.43	53.28
<b>Stomatopoda</b>	531	2.67	48.29
<b>Dendrobranchiata</b>	265	1.13	26.24
<b>Axiidea</b>	87	0.37	12.86
<b>Achelata</b>	52	0.22	11.02
<b>Ostracoda</b>	49	0.21	5.77
<b>Copepoda</b>	5	0.02	1.04
<b>Cumacea</b>	5	0.02	0.52

Fonte: Aurinete Oliveira Negromonte, 2022.

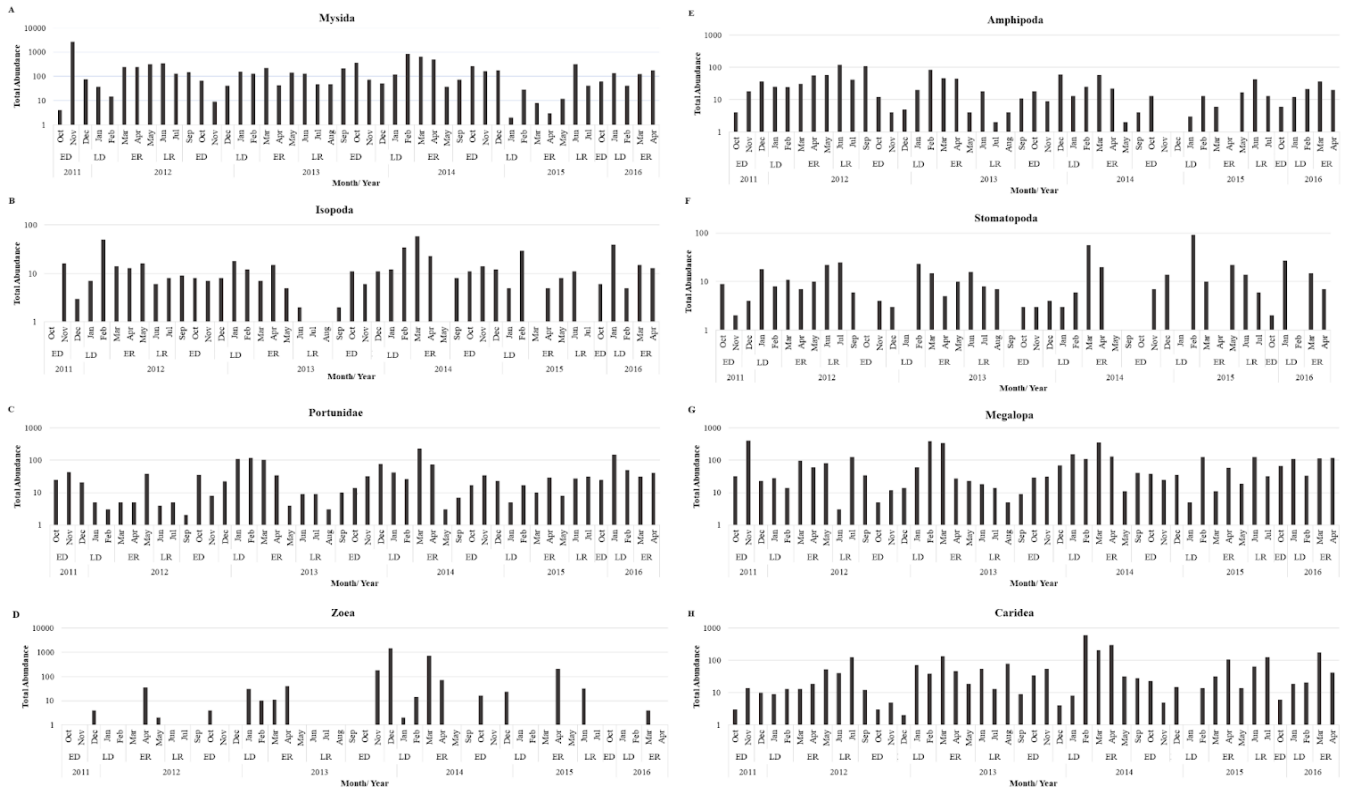
Figure 3 Relative abundance of Crustacea groups collected in Tamandaré Bay, Pernambuco, Brazil between the years 2011 and 2016, which obtained values above 1%, those that obtained values below 1% were grouped and named “Others”.



Fonte: Aurinete Oliveira Negromonte, 2022.

The temporal variation of the most abundant groups (over 50%) was also evaluated. Mysida showed abundance peaks at ED season in 2011 and 2013, LR in 2012 and 2015, LD in 2014, and ER in 2016 (Fig. 04A). The order Isopoda (Fig. 04B) peaked at the ED season in 2011, LD in 2012, 2013, 2015, and 2016, ER in 2014. The family Portunidae (Fig. 04C) presented the highest abundance in the ED in 2011, ER in 2012 and 2014, LD in 2013 and 2016, and LR in 2015. The Brachyura zoeas (Fig. 04D) were registered only in a few months of sampling and peaked at the LD season in 2011 and 2013, ER in 2012, 2014, 2015, 2016. Amphipoda (Fig. 04E) displayed peaks at LD in 2011 and 2013, LR in 2012 and 2015, and ER in 2014 and 2016. Stomatopoda group (Fig. 04F) had its peaks in ED in 2011, LR in 2012, LD in 2013, 2015, and 2016 and ER in 2014. The megalopa larval phase of the Brachyura (Fig. 04G) peaked in the ED in 2011, LR in 2012, LD in 2013, 2015, and 2016 and ER in 2014. Finally, Caridea (Fig. 04H) had its apex at ED in 2011, LR in 2012 and 2015, ER in 2013 and 2016, and LD in 2014.

Figure 4 Temporal variation of groups of crustaceans collected in Tamandaré Bay, Pernambuco, Brazil, between the years 2011 and 2016. A) Mysida; B) Isopoda; C) Portunidae; D) Zoea; E) Amphipoda; F) Stomatopoda; G) Megalopa and H) Caridea



Fonte: Aurinete Oliveira Negromonte, 2022.

The PERMANOVA indicated significant differences in the interaction between the years and seasons, showing that there were temporal variations in the structure of the crustacean communities captured by the light traps (Tab. 03). The differences between 2011, the La niña year, and the other years (except 2013) were significant; 2012 was different from all other years; 2013 did only not differ from 2011; finally, 2014 and 2015 differed from each other and from the other years (except 2016). (Tab. 04).

The season division proposed by Barletta & Costa (2009) settled well on the overall community results, with distinct ones leading each period (dry and rain periods). Early and Late Rain were not different from each other only during the years 2011 and 2013. The analyzes made to evaluate the difference between the seasons in each year showed that: in 2011 there was a significant difference between seasons ED and LD; in 2012 between all seasons except between ED and LD; in 2013 there was a difference between all seasons; in 2014 there was a difference only between ED and ER; in 2015 it showed significant differences between LD and

LR and also ER and LR; in 2016, there were no differences between the seasons (LD and ER) (Tab. 05).

Table 3 The PERMANOVA results of the temporal variation of the years and seasons of collection and their interactions applied on the similarity matrix of Bray Curtis ( $p < 0.05$ ), of the Crustacea samples, collected by the light trap in the Tamandaré bay, Pernambuco, Brazil.

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)
Year	5	29239	5847,9	5,7671	0,0001
Se(Ye)	13	50116	3855,1	3,8018	0,0001
Res	362	3,6707E5	1014		
Total	380	4,5182E5			

Fonte: Aurinete Oliveira Negromonte, 2022.

Table 4 The PERMANOVA results of the temporal variation and differences between the years of collection applied on the similarity matrix of Bray Curtis ( $p < 0.05$ ) of the samples of Crustacea collected by the light trap in the Tamandaré bay, Pernambuco, Brazil. In bold, P values with a significant difference.

Groups	t	P(perm)	Unique perms	P(MC)
2011, 2012	2.1268	<b>0.0014</b>	9959	0.0015
2011, 2013	1.5213	0.0567	9963	0.0635
2011, 2014	1.9067	<b>0.0031</b>	9960	0.0051
2011, 2015	2.2944	<b>0.0005</b>	9946	0.0004
2011, 2016	1.972	<b>0.0027</b>	9957	0.0051
2012, 2013	2.7167	<b>0.0001</b>	9960	0.0001
2012, 2014	3.5483	<b>0.0001</b>	9943	0.0001
2012, 2015	2.2877	<b>0.0005</b>	9956	0.0001
2012, 2016	2.3769	<b>0.0002</b>	9959	0.0003
2013, 2014	2.8368	<b>0.0001</b>	9958	0.0001
2013, 2015	2.0705	<b>0.0059</b>	9959	0.0018
2013, 2016	2.2432	<b>0.0005</b>	9956	0.0004
2014, 2015	1.6564	<b>0.0295</b>	9965	0.023
2014, 2016	1.3588	0.1101	9960	0.1155
2015, 2016	0.85337	0.5809	9947	0.5692

Fonte: Aurinete Oliveira Negromonte, 2022.



Table 5 The PERMANOVA results of the temporal variation and differences between the seasons of the years in each collection year applied on the Bray Curtis similarity matrix ( $p < 0.05$ ). In bold, P values with a significant difference.

Groups	t	P(perm)	perms	P(MC)
<b>2011</b>				
ED, LD	1.7304	<b>0.0189</b>	9942	0.0283
<b>2012</b>				
ED, LD	1.1494	0.2947	9967	0.2952
ED, ER	1.7196	<b>0.0199</b>	9963	0.0219
ED, LR	2.2339	<b>0.0004</b>	9954	0.0018
LD, ER	2.1305	<b>0.0006</b>	9973	0.0034
LD, LR	2.3037	<b>0.0004</b>	9957	0.0009
ER, LR	2.8201	<b>0.0001</b>	9960	0.0001
<b>2013</b>				
ED, LD	2.8527	<b>0.0001</b>	9950	0.0001
ED, ER	2.2788	<b>0.0015</b>	9951	0.0014
ED, LR	2.527	<b>0.0002</b>	9956	0.0002
LD, ER	1.7167	<b>0.0189</b>	9953	0.0242
LD, LR	3.7911	<b>0.0001</b>	9948	0.0001
ER, LR	2.7669	<b>0.0002</b>	9942	0.0001
<b>2014</b>				
ED, LD	0.78209	0.6982	9945	0.6664
ED, ER	2.1374	<b>0.0011</b>	9948	0.0014
LD, ER	1.4818	0.0524	9946	0.0631
<b>2015</b>				
ED, LD	1.5721	0.1051	28	0.1122
ED, ER	0.99304	0.4282	45	0.4043
ED, LR	1.2519	0.1889	78	0.2097
LD, ER	0.67503	0.8142	2892	0.7375
LD, LR	2.2533	<b>0.0003</b>	6806	0.0034
ER, LR	1.8611	<b>0.0033</b>	9350	0.023
<b>2016</b>				

LD, ER	1.0111	0.4226	9939	0.3741
--------	--------	--------	------	--------

Fonte: Aurinete Oliveira Negromonte, 2022.

## DISCUSSION

In tropical and subtropical regions, rainfall is the main factor that controls the distribution, abundance, and dynamics of phytoplankton, and, also, the intensity of rain is inversely proportional to temperature, transparency, salinity, and chlorophyll  $\alpha$  (Sassi, 1991; Varadharajan, 2013) that are important factors connected with the abundance and distribution of crustaceans (Varadharajan, 2013). In 2011 it was not possible to carry out the whole sample design due to the high intensity of rain. According to Dos Santos-Sousa et al. (2013), who evaluated historical data over a 50 years span, same as in the present study, the year of 2011 was classified as “very rainy”, standing out from the other years of its decade. Irregularities in rainfall are frequent in coastal regions (Moura & Passavante, 1994), but the phenomenon of *El Niño* and *La Niña* intensifies the remarkable rainy and dry periods in the Northeast of Brazil. According to the Oceanic *Niño* Index (ONI), 2011 was under effect of a “strong” *La Niña* phenomenon, which is reflected in the high levels of rainfall during the rainy season (ER and LR). In 2015, the *El Niño* was (ONI) classified as “very strong”, causing a period of less rain, during the dry season, in the Northeast of Brazil (Marengo et al., 2016). The rainfall balance along the year roles the dynamic of some groups of crustaceans that, in tropical regions, are known about their incubation and spawning events taking place during the dry period, due to the more favorable conditions (high temperatures and winds and weak currents and low turbidity). Furthermore, physico-chemical factors influence the crustaceans, as it affects oxygen consumption, metabolism, hormones, growth and moulting, survival of crustaceans (Medesani et al., 2001) and consequently in the abundance peaks of these animals.

The light traps captured several groups of zooplanktonic and benthic crustaceans, both larvae and adults. It is a static methodology, being ideal for collecting samples in sensitive environments such as coral reefs (McLeod & Costello, 2017). This trap accumulates specimens for many hours (Porter et al. 2008) and can retain a great richness of species and different larval stages. This type of methodology proved to be efficient in sampling and monitoring processes of fish larvae and marine invertebrates (mainly, migratory benthic animals that have great importance in the trophic web), which are links between primary producers and organisms of higher trophic levels (McLeod & Costello, 2017). Endobenthic fauna migrates at night to feed

and reproduce (Lock et al., 1999), while zooplankton avoids being close to the bottom to prevent predation by corals at night (Santos et al., 2019).

The diversity of crustaceans found in the present study corroborates previous studies such as that of Mwaluma et al. (2009), who used similar methodology and observed the presence of several groups of crustaceans (Amphipoda, Caridea, Copepoda, Brachyura larvae, larvae lobster, Mysida, Ostracoda, Stomatopoda) likewise the present study. There are also records of other groups of crustaceans caught by these traps; Cumacea (Hale, 1953; Zismann, 1969; Fincham, 1974; Smith et al., 1979; Tranter et al., 1981; Kawaguchi et al., 2009; Carleton et al., 2001; Meekan et al., 2001; Granek & Frasier, 2007; Tor et al., 2010; Costello et al., 2015), Euphausiacea (Jones, 1971; Fincham, 1974; Meekan et al., 2001; Carleton et al., 2001; Granek & Frasier, 2007; Kawaguchi et al., 2009; Tor et al., 2010; Sigurdsson et al., 2014; Costello et al., 2015), Leptostraca (Tor et al., 2010), Tanaidacea (Zismann, 1969; Granek & Frasier, 2007; Kawaguchi et al., 2009; Tor et al., 2010; Costello et al., 2015), Cirripedia (Jones, 1971; Carleton et al., 2001; Granek & Frasier, 2007; Costello et al., 2015). However, the groups Euphausiacea, Leptostraca, Tanaidacea, and Cirripedia did not occur in the current study, probably due to the difference in the depth deployment, that was deeper than their studies (Zismann, 1969; Fincham, 1974; Carleton et al., 2001; Tor et al., 2010).

The abundance recorded for each group of crustaceans in the present study showed peaks in most years between the months of January and April, which are within the LD and ER seasons. The crustacean groups Mysida, Portunidae and Megalopa were frequent in all months of collection, the others were present in most months (except Zoea), differently from what is recognized for fish larvae that depicts peaks in specific months, without continuity throughout the year (Grande et al., 2019). The groups Mysida, Megalopa, Caridea, Amphipoda, and Stomatopoda in 2012 showed peaks of abundance in the Late Rainy season (June and July). The same happened in 2015, peaks in LR (June and July), still with the groups Mysida, Caridea and Amphipoda and also Portunidae. In two years, 2012 and 2015, the months leading up to the period of June and July, were months when precipitation was well under the average. Normally, the peaks of abundance are after a period of little rain, when there is an increase in primary production, in the availability of food, and in the number of individuals in the local community.

The Mysida were the most abundant and dominant in the present study. Lock et al. (1999) observed that this group was the most dominant among the Peracarids and its occurrence was higher at night, which corroborates with the present study. A factor that influences the abundance of mysids is the availability of food (Hanamura et al., 2009). The main source of food for these animals are phytoplankton and zooplankton (Mauchline, 1980; Viherluoto, 2001,

Yolanda & Lheknim, 2020), the increase in the biomass of these small organisms is associated with physical-chemical elements and one of them is rainfall. The rainfall regime brings nutrients from the rivers, making coastal environments a favorable location for increasing primary production (Sassi, 1991). Fish predation also determines the density of mysids (Hostens & Mees, 1999; Boscarino et al., 2009; Castro et al., 2013). Grande et al. 2019 conducted the study with fish larvae from the same samples that the present study, and the results showed that the highest frequency of fish larvae is in the LD and ER season, during these mysids season reach high abundance values. We can assume that during the intervals of the reproductive period of some fish, it is the period of reproduction of the mysids, since the ichthyoplankton feed on adult mysids.

Some benthic organisms are migrants and they have the ability to swim upward the water column into the surface. This swimming pattern is already known to Amphipoda, as these animals have a habit of going to the water column to mate (Fincham, 1970a, 1972; Jones, 1973). The factors that influence this behavior are luminosity, tidal regime, lunar phases, temperature, wind speed and direction (Fincham, 1974). The Amphipoda seen in the present study has a migratory benthic habit, Fincham (1974) observed species of the infauna of the families Lysianassidae Dana, 1849, Oedicerotidae Lilljeborg, 1865 and Phoxocephalidae G.O. Sars, 1891. The same behavior has also been recorded for the isopods Cirolanidae Dana, 1852 (Yannicelli et al., 2002) and Idoteidae Samouelle, 1819 (Alexander, 1988). The Cumacea were not very abundant, this is associated with the low swimming capacity of this group since the traps were installed on the subsurface (~1 m deep) in a location with an average depth of 10 meters. In other studies where there was a considerable abundance of this group, the traps were placed close to the substrate (reefs) that allowed individuals to reach the traps (Hale, 1953). According to Lock et al. (1999), these animals are more abundant in the mid-coast region. As in this study, there were only eight individuals, they possibly came from rafts.

The Brachyura larvae, zoea and megalopa stages had a different frequency between them, while the zoeas were infrequent, the megalopa was very frequent throughout the studied period. Other studies have recorded the distribution of megalopa from the region close to the coast to ocean waters (Lough 1976; Reilly 1988; Jamieson & Phillips 1988, 1993; Jamieson et al. 1989; Mobbs et al. 1999). During our study, the animals that were captured by light traps were stage I. In the study by Sigurdsson et al. (2014), the traps captured all 5 stages of Zoea and megalopa of *Carcinus maenas* Linnaeus, 1758, *Cancer irroratus* Say, 1817, and stages I and IV of *Homarus americanus* H. Milne Edwards, 1837 lobsters. While Øresland (2007), found stages I and II of *Homarus gammarus* (Linnaeus, 1758). Following that, we can propose

that the zoea of *Brachyura* pass only their stage I in the Tamandaré bay, and in the other stages they migrate to adjacent places, such as estuaries and open sea since these environments are connected to the reefs of Tamandaré. Lobster post-larvae are strong swimmers and use this ability to move to areas suitable for their development into adulthood (Cobb et al., 1989). In laboratory experiments, Sigurdsson et al. (2014) observed that in this stage of life, lobsters already have great swimming capacity, as they can get on and off the traps set up in the laboratory several times, they estimated that 68% of the larvae entered and left the trap. With this information and the result of a low abundance of post-larva puerulus, it can be said that these post-larvae are present in the environment, but due to swimming behavior, they may have left the traps.

The shrimps (Dendrobranchiata and Caridea) were very abundant in the current study; furthermore, in several studies the swimming and migration capacity of some species has already been described (Verwey, 1966; Teske et al., 2007). This behavior can vary according to environmental changes, such as temperature and salinity (Verwey, 1966). According to Da Silva (1986), during the Rainy period there was a stimulus to the recruitment of local species. This may have occurred in the Tamandaré region, because in addition to being a tropical region, it is also influenced by rivers, making it a suitable place for recruiting several species of shrimp.

The traps also attracted Portunidae crabs, this group has a great swimming capacity, their fifth pereopod is adapted for swimming (Melo, 1996), making it easier to get into the light trap. The presence of this family, which is of great economic importance in northeastern Brazil (Araújo et al., 2012), is already expected on the reefs of Tamandaré. A checklist made by Coelho & Ramos-Porto (1995) identified in this region the species *Areneus cribarius* (Lamarck, 1818), *Callinectes bocourti* A. Milne-Edwards, 1879, *Callinectes danae* Smith, 1869, *Callinectes exasperatus* (Gerstaecker, 1856), *Callinectes marginatus* (A. Milne-Edwards, 1861), *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 and *Achelous tumidulus* Stimpson, 1871. The brightness, in general, attracts the decapods. In a study conducted with the snow crab (*Chionoecetes opilio* (O. Fabricius, 1788)), used light traps to confirm the influence of the light on the species behavior (Nguyen et al., 2017; Nguyen & Winger, 2018).

Stomatopoda was present in the traps, mainly in the post-larvae phase, this group is composed of active predators, they have a well-developed vision with very complex retinas (Marshall & Oberwinkler, 1999). The movement of other animals around the traps can be one of the attraction factors for stomatopods, being a suitable place for them to feed. The presence of meroplanktonic post-larvae in the reef and channel areas between reefs was recorded in studies of the marine zooplankton in the Tamandaré region, where they represented the fourth

group with the highest relative abundance in the channel region (Santos et al. 2019). The nictimeral migration in search for food during the safest period, when predators are mostly absent, is also already known to the group, being reiterated by the results obtained in the present study using light traps. The identified post-larvae are from families (Pseudosquillidae Manning, 1977 and Nannosquillidae Manning, 1980) that live in burrows in the unconsolidated sediment, adjacent to the reefs, or along the sublittoral area (see Lucatelli et al. 2012). These results reinforce the important contribution of the reef regions as a nursery for the development of the early stages as well as the adults of Stomatopoda.

## CONCLUSION

The light trap is a simple methodology and has a great capacity to attract several groups of crustaceans, from larvae to adult zooplankton and migratory benthic. Long-term studies can identify the existence of a seasonal pattern in the dynamics of communities. The groups normally show peaks of abundance in the first four months of the year (stations LD and ER), however, in 2012 the Mysida, Megalopa, Caridea, Amphipoda, and Stomatopoda showed peaks of abundance in the LR station. And in 2015 the same happened, with the same groups plus the Portunidae group, for these groups the peaks of abundance have always been preceded by a period of very low precipitation. The Mysida group was the one that stood out the most, being the most dominant and abundant in the study. These crustaceans can be considered as good indicators because, in addition to the abundance, they have shown to be sensitive to rainfall dynamics. The relationship between seasons and sampled years showed significant differences, suggesting that there is a pattern in the temporal distribution of these animals. The reef environment has a great biodiversity of crustaceans, it is a habitat that provides food, refuge and support for juveniles, among other resources. The application of this methodology can assist in the knowledge of this group, supporting management plans to improve the exploitation of fishery resources.

## ACKNOWLEDGMENT

We thank the *Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES) for the grant to A.O. N.; the National Council of Scientific Research (CNPQ) for a Researcher grant to B.P.F.; and GEF MAR for a grant to S.M.R. We acknowledge the financial support of the project *Ciência do Mar 2* and the Recifes Costeiros Project and SOS Mata Atlantica and Toyota Foundation for financial support. We also thank the *Centro Nacional de Pesquisa e*

*Conservação da Biodiversidade Marinha do Nordeste (CEPENE)/ ICMBIO* for the lab facilities and support, and The Projeto Recifes Costeiros and SOS Mata Atlântica and Toyota Foundation for financial support. The Brazilian Institute of Biodiversity for invaluable support during data collecting and processing as well as all the team at Tamandare, particularly M. Maida and H. Grande for support and help in the field. This is a contribution from PELD-CNPq 441632/2016-5/PELD-TAMS.

## REFERENCES

- ALEXANDER, D. E. Kinematics of swimming in two species of *Idotea* (Isopoda: Valvifera). **Journal of experimental biology**, 138(1): 37-49. 1988.
- ALLDREDGE, A. L.; KING, J. M. Effects of moonlight on the vertical migration patterns of demersal zooplankton. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 44(2): 133-156, 1980.
- BAYLOR, E. R., SMITH, F. E. The orientation of Cladocera to polarized light. **The American Naturalist**, 87(833): 97-101. 1953.
- BOSCARINO, B. T.; RUDSTAM, L. G.; EILLENBERGER, J. L.; O’GORMAN, R. Importance of light, temperature, zooplankton and fish in predicting the nighttime vertical distribution of *Mysis diluviana*. **Aquatic Biology**, 5:263-279. 2009. <https://doi.org/10.3354/ab00161>.
- CAMARGO, J. M. R. D.; ARAÚJO, T. C. M. D.; MAIDA, M.; USHIZIMA, T. M. Morfologia da plataforma continental interna adjacente ao município de Tamandaré, sul de Pernambuco-Brasil. **Revista brasileira de Geofísica**, 25: 79-89. 2007.
- CARLETON, J. H.; BRINKMAN, R.; DOHERTY, P. J. Zooplankton community structure and water flow in the lee of Helix Reef (Great Barrier Reef, Australia). **Marine Biology**. 139(4):705–17. 2001.
- CASTRO, N.; COSTA, J. L.; DOMINGOS, I.; ANGÉLICO, M. M. Trophic ecology of a coastal fish assemblage in Portuguese waters. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 93(5):151-161, 2013. <https://doi.org/10.1017/S0025315412001853>.
- CHANG, C. Y. First record of monstrilloid copepods in Korea: description of a new species of the genus *Cymbasoma* (Monstrilloida, Monstrillidae). **Animal Systematics, Evolution and Diversity**, 28(2): 126-132. 2012.
- CHOAT, J. H.; DOHERTY, P. J.; KERRIGAN, B. A.; LEIS, J. M. A comparison of towed nets, purse seine, and light-aggregation devices for sampling larvae and pelagic juveniles of coral reef fishes. **Fishery Bulletin US** 91:195-209. 1993.

- COELHO, P. A.; RAMOS-PORTO, M. Crustáceos da região de Tamandaré, estado de Pernambuco, Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, 3(1): 49-56. 1995.
- DA SILVA, A. J. River runoff and shrimp abundance in a tropical coastal ecosystem—the example of the Sofala Bank (central Mozambique). In *The role of freshwater outflow in coastal marine ecosystems*. Springer, Berlin, Heidelberg. 329-344pp. 1986.
- DOHERTY, P.J. Light-traps: Selective but useful devices for quantifying the distribution and abundances of larval fishes. **Bulletin of Fishery Marine Science**, 41: 423-431. 1987.
- DOS SANTOS SOUSA, W.; ASSIS, J. M. O.; DA SILVA, R. F. CORREIA, A. M. Análise do comportamento das chuvas durante os últimos 50 anos (1961-2011), na cidade do Recife/PE. **Revista de Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental**, 8(1): 6-14. 2013.
- FABER, D. J. A light trap to sample littoral and limnetic regions of lakes: With 2 figures and 2 tables in the text. **Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen**, 21(2): 776-781. 1981.
- FERREIRA, B. P., MAIDA, M., & CAVA, F. Características e perspectivas para o manejo da pesca na APA Marinha Costa dos Corais. In *Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação*, 50-58pp. 2001.
- FERREIRA, B. P.; MAIDA, M. Monitoramento dos recifes de coral do Brasil. MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 116p. 2006.
- FINCHAM, A. A. Periodic swimming behaviour of amphipods in Wellington Harbour. **New Zealand Journal Marine Freshwater Research**, 8(3): 505–521. 1974. doi:10.1080/00288330.1974.9515521.
- GRANDE, H., REZENDE, S. D. M., SIMON, T. E., FÉLIX-HACKRADT, F. C., GARCÍA-CHARTON, J. A., MAIDA, M., GASPAR, A. L. B., FRANCINI-FILHO, R. B., FREDOU, T. & FERREIRA, B. P. Diversity of settlement-stage reef fishes captured by light-trap in a tropical south-west Atlantic Ocean coastal reef system. **Journal of fish biology**, 94(2): 210-222. 2019.
- GRANEK, E. F.; FRASIER, K. The impacts of red mangrove (*Rhizophora mangle*) deforestation on zooplankton communities in Bocas del Toro, Panama. **Bulletin of marine science**, 80 (3): 905–914. 2007.
- GREGORY, R. S.; POWLES, P. M. Relative selectivities of Miller high-speed samplers and light traps for collecting ichthyoplankton. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 45(6): 993-998. 1988.
- HALE, H. M. Australian Cumacea 18. Notes on distribution and night collecting with artificial light. **Transactions of the Royal Society of South Australia**, 76: 70-76. 1953.



- HAMNER, W. M.; & CARLETON, J. H. Copepod swarms: attributes and role in coral reef ecosystems. **Limnology and Oceanography**, 24(1): 1-14. 1979.
- HANAMURA, Y.; SIOW, R.; CHEE, P. E.; KASSIM, F. M. Seasonality and biological characteristics of the shallow-water mysid *Mesopodopsis orientalis* (Crustacea: Mysida) on a tropical sandy beach, Malaysia. **Plankton and Benthos Research**, 4(2): 53-61. 2009.
- HERTER, H.; ECKERT, G. L. Transport of Dungeness crab *Cancer magister* megalopae into Glacier Bay, Alaska. **Marine Ecology Progress Series**, 372: 181-194. 2008.
- HOLMES, J. M. C.; O'CONNOR, J. P. A portable light-trap for collecting marine crustaceans. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**. 68: 235-238. 1988.
- HOLZMAN, R.; GENIN, A. Zooplanktivory by a nocturnal coral-reef fish: Effects of light, flow, and prey density. **Limnology and Oceanography**, 48(4): 1376-1387. 2003.
- HOSTENS, K; MEES J. The mysid-feeding guild of demersal fishes in the brackish zone of the Westerschelde estuary. **Journal of Fish Biology**, 55(4): 704-719, 1999. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1999.tb00712.x>.
- HUNGERFORD, H. B.; SPANGLER, P. J.; WALKER, N. A. Subaquatic light traps for insects and other animal organisms. **Transactions of the Kansas Academy of Science**, 58(3): 387-407. 1955.
- JAMIESON, G. S.; PHILLIPS, A. C. Occurrence of Cancer crab (*C. magister* and *C. oregonensis*) megalopae off the west coast of Vancouver Island, British Columbia. **Fishery Bulletin**, 86(3): 525-542. 1988.
- JONES, D. A. A new light trap for plankton. In: Crisp, D. J.(ed.) "Fourth European Marine Biology Symposium". Cambridge University Press, London. 599 pp. 1971.
- JONES, D. A.; PEACOCK, N.; PHILLIPS, O. F. M.; Studies on the migration of *Tritaeta gibbosa*, a subtidal benthic amphipod, **Netherlands Journal of Sea Research**, 7: 135-149. 1973.
- KATSURAGAWA, M.; MUELBERT, J. H.; DIAS, J. F. Ictioplâncton na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). Ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região Sudeste-Sul do Brasil. 399p.2006.
- KAWAGUCHI, K.; MATSUDA, O.; ISHIKAWA, S.; NAITO, Y. A light trap to collect krill and other micronektonic and planktonic animals under the Antarctic coastal fast ice. **Polar Biology**, 6(1): 37-42. 1986.
- KÖSTER, F. W. H.; HINRICHSSEN, M. A. S. T.; JOHN, D.; SCHNACK, B. R.; MACKENZIE, J.; TOMKIEWICZ, Y. M.; PLIKSHS. Developing Baltic cod recruitment models. II.

Incorporation of environmental variability and species interaction. **Canadian Journal Fishery Aquatic Science**, 58 (8): 1534-1556. 2001.

LE CORRE, N.; GUICHARD, F.; JOHNSON, L. E.; Connectivity as a Management Tool for Coastal Ecosystems in Changing Oceans, Oceanography, Prof. Marco Marcelli (Ed.), ISBN: 978-953-51-0301-1, Tech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/oceanography/connectivity-as-a-tool-to-managecoastal-ecosystems-in-changing-oceans>. 2012.

LECAILLON, G. The "C.A.R.E." (collect by artificial reef eco-friendly) system as a method of producing farmed marine animals for the aquarium market: An alternative solution to collection in the wild. **SPC Live Reef Fish Inf. Bulletin**, 12: 17-20. 2004.

LECAILLON, G.; LOURIÉ, S. M. Current status of marine post-larval collection: Existing tools, initial results, market opportunities and prospects. **SPC Live Reef Fish Bulletin**, 17, 3-10. 2007.

LOCK, K. O. E. N.; BEYST, B. R. E. G. J. E.; MEES, J. Circadian patterns in the tidal plankton of a sandy beach in Zeebrugge (Belgium). **Belgian Journal of Zoology**, 129(2): 339-352. 1999.

LUCATELLI, D., BEZERRA, L. E., DOS SANTOS, P. J., COELHO, P. A. Checklist of Stomatopoda (Malacostraca: Hoplocarida) deposited in the MOUFPE collection, with a new record from Brazil. *Nauplius*, 20(2): 257-293. 2012.

MAIDA, M., FERREIRA, B. P. Coral reefs of Brazil: an overview. *In: Proceedings of the 8th international coral reef symposium Smithsonian Tropical Research Institute Panamá*. 263(1): 74. 1997.

MARENGO, J. A., CUNHA, A. P., ALVES, L. M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Climanálise**, 3(1): 1-6. 2016.

MARSHALL, J., OBERWINKLER, J. Ultraviolet vision: The colourful world of the mantis shrimp. **Nature**, 401(6756): 873. 1999.

MATSUURA, Y.; OLIVAR, M. P. Fish larvae. South Atlantic zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden, 2: 1445-1469. 1999.

MAUHLIN J. The Biology of Mysids and Euphausiids. *Advance in Marine Biology*. Academic Press, New York. 18 : 1-677. 1980.

MCLEOD, L. E.; COSTELLO, M. J. Light traps for sampling marine biodiversity. **Helgoland Marine Research**, 71(1): 2. 2017.

MEDESANI, D. A., GRECO, L. L., RODRÍGUEZ, E. M. Effects of cadmium and copper on hormonal regulation of glycemia by the eyestalks in the crab *Chasmagnathus granulata*. **Bulletin of environmental contamination and toxicology**, 66(1): 71-76. 2001.

- MEEKAN, M. G., DOHERTY, P. J., WHITE, L. Recapture experiments show the low sampling efficiency of light traps. **Bulletin of Marine Science**, 67(3): 875-885. 2000.
- MEEKAN MG, WILSON SG, HALFORD A, RETZEL A. A comparison of catches of fishes and invertebrates by two light trap designs, in tropical NW Australia. **Marine Biology**, 139(2): 373–81. 2001.
- MELO, P. A. M. C.; SILVA, T. A.; NEUMANN, L. S.; SCHWAMBORN, R.; GUSMÃO, L. M. O.; PORTO, N. F. Demersal zooplankton communities from tropical habitats in the southwestern Atlantic. **Marine Biology Research**, 6: 530-541. 2010.
- MILICICH, M. J.; DOHERTY, P. J. Larval supply of coral reef fish populations: magnitude and synchrony of replenishment to Lizard Island, Great Barrier Reef. **Marine ecology-progress series**, 110: 121-121. 1994.
- MOURA, R. T., PASSAVANTE, J. D. O. Biomassa fitoplanctônica na baía de Tamandaré, Rio Formoso-Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, 23: 1-15. 1995.
- MWALUMA, M. J.; ARARA, K.B.; OSORE, K.M.; ROSMOWO, J. A cost effective light trap for sampling tropical fish and crustacean larvae, **Western Indian Ocean Journal of Marine Science**, 8(2): 231-237. 2009.
- ØRESLAND V. Description of the IMR standard light trap and the vertical distribution of some decapod larvae (Homarus and Nephrops). **West Indian Ocean Journal of Marine Science**, 6(2): 225–231 2007.
- PORTER, S. S.; ECKERT, G. L.; BYRON, C. J.; FISHER, J. L. Comparison of light traps and plankton tows for sampling brachyuran crab larvae in an Alaskan fjord. **Journal of Crustacean Biology**, 28(1): 175-179. 2008.
- ROEGNER, G. C.; ARMSTRONG, D. A.; HICKEY, B. M.; SHANKS, A. L. Ocean distribution of Dungeness crab megalopae and recruitment patterns to estuaries in southern Washington State. **Estuaries**, 26(4): 1058-1070. 2003.
- SANTOS, G. S.; STEMMANN, L.; LOMBARD, F.; SCHWAMBORN, R. Are tropical coastal reefs sinks or sources of mesozooplankton? A case study in a Brazilian marine protected area. **Coral Reefs**, 38: 1107-1120. 2019. <https://doi.org/10.1007/s00338-019-01860-2>
- SASSI, R. Phytoplankton and environmental factors in the Paraíba do Norte River Estuary, northeastern Brazil: composition, distribution and quantitative remarks. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, 39(2): 93-115. 1991.

- SIGURDSSON, G. M.; MORSE, B.; ROCHETTE, R. Light traps as a tool to sample pelagic larvae of American lobster (*Homarus americanus*). *Journal of Crustacean Biology*, 34(2): 182-188. 2014.
- SHANKS, A. L.; ROEGNER, G. C. Recruitment limitation in Dungeness crab populations is driven by variation in atmospheric forcing. *Ecology*, 88(7): 1726-1737. 2007.
- SMITH, D. F.; BULLEID, N. C. CAMPBELL, R.; HIGGINS, H. W.; ROWE, F.; TRANTER, D. J.; TRANTER, H. Marine food-web analysis: an experimental study of demersal zooplankton using isotopically labelled prey species. *Marine Biology*, 54: 49-59. 1979.
- SZENTKIRALYI F. Fifty year long insect survey in Hungary: T. Jermy's contributions to light-trapping. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 48(1): 85-105. 2002.
- TESKE, P. R.; FRONEMAN, P. W.; BARKER, N. P.; MCQUAID, C. D. Phylogeographic structure of the caridean shrimp *Palaemon peringueyi* in South Africa: further evidence for intraspecific genetic units associated with marine biogeographic provinces. *African Journal of Marine Science*, 29(2): 253-258. 2007.
- TRANTER, D. J.; BULLEID, N. C.; CAMPBELL, R.; HIGGINS, H. W.; ROWE, F.; TRANTER, H. A.; SMITH, D. F. Nocturnal movements of phototactic zooplankton in shallow waters. *Marine Biology*, 61(4): 317-326. 1981.
- VARADHARAJAN, D.; SOUNDARAPANDIAN, P.; PUSHPARAJAN, N. Effect of physico-chemical parameters on crabs biodiversity. *Journal Marine Science and Research Development*, 3: 116. 2013. <http://dx.doi.org/10.4172/2155-9910.1000116>.
- VERWEY, J. The role of some external factors in the vertical migration of marine animals. *Netherlands Journal of Sea Research*, 3(2): 245-266. 1966.
- VIHERLUOTO M. Food selection and feeding behaviour of Baltic Sea mysid shrimps. *Walter and Andrée de Nottbeck Foundation Scientific Reports*, 23:1-35. 2001.
- YANNICELLI, B.; PALACIOS, R.; GIMÉNEZ, L. Swimming ability and burrowing time of two cirrolanid isopods from different levels of exposed sandy beaches. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 273(1): 73-88. 2002.
- YOLANDA, R.; LHEKNIM, V. Mysids resource from Songkhla Lagoon, southern Thailand. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 416(1): 1-18. 2020. doi:10.1088/1755-1315/416/1/012017.
- ZHOU, M.; LIN, Y.; YANG, S.; CAO, W.; ZHENG, L. Composition and ecological distribution of ichthyoplankton in eastern Beibu Gulf. *Acta Oceanologica Sinica*, 30(1): 94-105. 2011.

### 3 ARTIGO 2 - DIVERSIDADE DE CRUSTÁCEOS BENTÔNICOS CAPTURADOS POR ARMADILHA LUMINOSA NA ÁREA RECIFAL DA BAÍA DE TAMANDARÉ, PERNAMBUCO, BRASIL

#### Resumo

A luz é o fator físico-químico que exerce grande influencia na comunidade de crustáceos, devido ao fototropismo, indivíduos deste grupo são atraídos e realizam a migração vertical noturna, incluindo os de hábito bentônico. As armadilhas luminosas são bastante eficientes na coleta destes indivíduos. Este trabalho teve como objetivo descrever a diversidade de crustáceos bentônicos capturados com armadilhas luminosas na baía de Tamandaré. As coletas foram realizadas durante do projeto PELD Tamandaré mensalmente no período de janeiro/2012 até abril/2016, usando as armadilhas de luz CARE®. Foram estabelecidos três pontos e as armadilhas foram instaladas no pôr-do-sol por três dias consecutivos e fixadas de maneira transversal no canal de acesso navegacional da Baía de Tamandaré, numa profundidade de 8 a 12 metros, permanecendo por 12h em subsuperfície 1m de profundidade, sendo assim retiradas ao amanhecer. O material coletado foi conservado em álcool 70% e identificados ao nível de espécies. Foram calculadas a abundância relativa e a frequência de ocorrência e gerado um gráfico com a curva de rarefação de espécies. Um total de 6832 crustáceos bentônicos foram coletados, divididos em 25 famílias, 32 gêneros e 52 espécies. A ordem Isopoda obteve o maior número de espécies (19), sendo 1 novo registro para a costa de Pernambuco, *Cymodoce barrerae*. Na sequência, Amphipoda obteve 12 espécies, dentre elas 2 possíveis espécies novas de *Metharpinia*. Decapoda com 10 espécies e Stomatopoda com 8 espécies. Cumacea obteve apenas 3 espécies, porém com um novo registro de *Cyclapsis alba*. Os Decapoda foram o mais abundantes, tendo presente indivíduos juvenis da família Portunidae. O segundo grupo mais abundante foi Amphipoda, tendo presentes exemplares da infauna e fossoriais dentre eles os Phoxocephalidae e Atylidae. Os Isopoda houve uma grande abundância do gênero Excorallana, mas também ocorreram grupos ectoparasitas que podem ter se desprendido dos seus hospedeiros. Os indivíduos do grupo Cumacea podem ter sido levados às armadilhas por *rafts*, uma vez que estes indivíduos foram pouco abundantes. Foram capturados apenas juvenis de Stomatopoda, sendo que as espécies encontradas no presente estudo são características de ambientes recifais. As curvas de rarefação não atingiram um valor constante. Este estudo mostra a grande eficácia das armadilhas luminosas para a captura de organismos bentônicos, até mesmo organismos que vivem enterrados ou em ecossistemas complexos como os recifes de corais. Ademais, possui um baixo custo e são capazes de fazer um monitoramento da biodiversidade local sem causar danos ao meio ambiente.

Palavras-chave: crustáceos bentônicos; armadilhas luminosas; biodiversidade; área recifal; macrofauna.

#### Abstract

Light is the physical-chemical factor that exerts great influence on the crustacean community, due to phototropism, individuals of this group are attracted and perform vertical nocturnal migration, including those with benthic habits. Light traps are quite efficient in collecting these individuals. This work aimed to describe the diversity of benthic crustaceans captured by light traps in Tamandaré Bay. The collections were carried out through the PELD Tamandaré project monthly from January/2012 to April/2016, using CARE® light traps. Three points were marked and the traps were installed at sunset for three consecutive days and fixed transversally in the navigational access channel of the Tamandaré Bay, between 8 and 12 meters depth, remaining

for 12 hours in the subsurface 1 meters deep, thus being removed at dawn. The material collected was preserved in 70% alcohol and identified at species level. Relative abundance and frequency of occurrence were calculated and a graph was generated with the species rarefaction curve. A total of 6832 benthic crustaceans were collected, divided into 25 families, 32 genera and 52 species. The order Isopoda had the highest number of species (19), with 1 new record for the coast of Pernambuco, *Cymodoce barrerae*. Subsequently, Amphipoda obtained 12 species, among them 2 possible new species of *Metharpinia*. Decapoda with 10 species and Stomatopoda with 8 species. Cumacea obtained only 3 species, but with a new record of *Cyclapsis alba*. The Decapoda was the most abundant, with juvenile individuals of the Portunidae family. The second most abundant group was the Amphipoda, with infauna and fossorial specimens, including Phoxocephalidae and Atylidae. In the Isopoda there was a great abundance of the *Excorallana* genus, but there were also ectoparasite groups that may have shed their hosts. The individuals of the Cumacea group may have been taken to the traps by rafts, since these individuals were not very abundant. Only juveniles of Stomatopoda were captured, species found in the present study are characteristic of reef environments. The rarefaction curves did not reach a constant value. This study shows the great effectiveness of light traps for capturing benthic organisms, even organisms that live buried or in complex ecosystems such as coral reefs. In addition, it has a low cost and is capable of monitoring local biodiversity without causing damage to the environment.

Keywords: benthic crustaceans; light traps; biodiversity; reef area; macrofauna.

## Introdução

O ambiente recifal é um dos mais produtivos dos ecossistemas marinhos e são de grande importância ecológica (Spalding *et al.*, 2001). Também é considerado um dos ambientes com mais alta diversidade, abrigando um quarto das espécies marinhas. (Glynn & Enochs, 2011; Huang *et al.*, 2011). Dentre os grupos de animais que habitam no ecossistema recifal podemos destacar os crustáceos. Este grupo tem bastante sucesso, devido ao grande número de espécies viventes e os diferentes habitats conquistados (marinho, terrestre e dulcícola). Essa característica traz uma variedade de padrões de história de vida e diversas estratégias reprodutivas (Sastry, 1983).

Um importante fator nas áreas recifais é a luminosidade, uma vez que esses ambientes se desenvolvem, de modo geral, em águas mais rasas (Al-Naema *et al.*, 2015). Considerando esse fator, os crustáceos apresentam uma característica peculiar que é a presença de cromatóforos que são responsáveis pela mudança de cor nesses indivíduos. Essa mudança normalmente ocorre quando há um estímulo luminoso percebido por fotorreceptores retiniais e extra-retiniais (Binkley, 1988; Nery & Castrucci, 2002). Essa recepção de luz pode influenciar na temperatura corpórea dos crustáceos, que é um fator importante para a produção de hormônios que controlam a distribuição pigmentar (Hoglung *et al.*, 2002), energia para locomoção, forrageamento e competição por parceiros sexuais (Huey & Kingsolver, 1989).

A luz é o fator físico-químico mais importante para a comunidade influenciando tanto a migração vertical diária quanto a ascendência na coluna d'água (Hamner & Carleton, 1979), devido ao fototropismo positivo, que faz com que muitas espécies sejam atraídas pela luminosidade. Estudos realizados na Austrália reconheceram que a luz é o fator mais importante para esta comunidade, influenciando tanto a migração vertical diária quanto a ascendência na coluna d'água (Hamner & Carleton, 1979). Estudos em ambientes recifais demonstraram que pequenas diferenças na intensidade luminosa, como em noites com lua *versus* noites sem lua, podem causar mudanças na composição de comunidades bentônicas e zooplancônicas que estão realizando a migração vertical noturna (Alldredge & King, 1980). Nessas comunidades são encontradas muitas espécies de peixes recifais (larvas e assentantes) e invertebrados bentônicos, sendo esses últimos representados principalmente pelas ordens Amphipoda, Isopoda, e Decapoda.

O comportamento de natação de crustáceos bentônicos já foi relatado em vários trabalhos (Hale, 1953; Enright, 1963; Morgan, 1965; Jansson & Kallender, 1968; Fincham, 1970a, b, 1972, 1974; Preece, 1971; Jones *et al.*, 1973). Em alguns trabalhos foi observado que as armadilhas luminosas são bastante eficientes na coleta de peracáridos (Hale, 1953; Fincham, 1974; Jones *et al.*, 1973). Apesar de ser considerado um método seletivo, é útil para coletar esses pequenos crustáceos bem como os estágios de Decapoda (Fage 1933, Sheard 1941, Porter *et al.* 2008, McLeod & Costello 2017).

O presente artigo tem como objetivo descrever a diversidade de crustáceos bentônicos capturados com armadilhas luminosas na área recifal da APA Costa dos Corais, localizada na baía de Tamandaré, Pernambuco, Brasil. Também comparando com espécies, gêneros e famílias de crustáceos bentônicos que foram capturados através do método de armadilhas luminosas em outros trabalhos ao redor do mundo.

## **Material e Métodos**

A Baía de Tamandaré está localizada dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) Costa dos Corais que se estende do município de Tamandaré, estado de Pernambuco, até Maceió, no Estado de Alagoas, e adentrando em direção à plataforma continental por 18 milhas náuticas, totalizando uma área de 404.279,93 hectares (ICMBio 2021). É a maior unidade de conservação federal marinha em extensão, e possui uma área recifal com exclusão de uso (área de preservação da vida marinha), onde é proibida qualquer atividade comercial ou turística, sendo permitida a entrada com autorização apenas para realização de pesquisas (Ferreira *et al.*, 2001).

As coletas foram realizadas durante do projeto PELD Tamandaré – Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração, mensalmente no período de janeiro/2012 até abril/2016, através da técnica de captura por armadilhas de luz (CARE® “Capture by Artificial Reef Eco-friendly”, Ecocean). Foram marcados três pontos, com 250 m de distância entre eles, no complexo recifal da praia de Tamandaré. O ponto 1 se encontra na coordenada 08°46’26,90’’S 035°05’38,10’’W, ponto 2 em 08°46’19,60’’S 035°05’37,50W e ponto 3 em 08°46’14,50’’S 035°05’31,50W. As armadilhas foram instaladas por três dias consecutivos e fixadas de maneira transversal no canal de acesso navegacional da Baía de Tamandaré que apresenta uma profundidade de 8 a 12 metros, permanecendo por 12h em subsuperfície 1m de profundidade, sendo assim retiradas ao amanhecer (modificado de Carassou & Ponton, 2007).

O material coletado foi transportado para o Laboratório de Carcinologia no Museu de Oceanografia Professor Petrônio Alves Coelho da Universidade Federal de Pernambuco, conservados em álcool 70%, devidamente etiquetados com a data de coleta e o ponto de amostragem. Os crustáceos foram separados do restante da fauna e, a princípio, identificados em grandes grupos para facilitar a identificação a nível de espécies. Com auxílio de microscópio óptico (Leica dm 2000) e estereomicroscópio (Zeiss Stemi v8), os espécimes foram identificados ao nível de espécie de acordo com a literatura especializada (Gomes Corrêa, 1986; Kensley & Schotte, 1989; Melo, 1996; Melo, 1999; Ahyong, 2001; Andrade *et al.*, 2015; Silva & Souza-Filho, 2017).

Foram calculadas a Abundância Relativa (AR), cuja fórmula é  $AR = n*100/ N$ , onde n é o número individual das espécies e N = total de indivíduos e a Frequência de ocorrência (FO) calculada através da fórmula  $FO = a*100/A$ , onde a = úmero de amostras com espécies e A= total de amostras, enquadradas nas seguintes categorias:  $\geq 70\%$  - muito frequente, 40-70% - frequente, 10-40% - pouco frequente e  $\leq 10$  – esporádica e gerado um gráfico com a curva de rarefação de espécies.

## Resultados

Foram feitas 614 amostragens, totalizando de 6832 crustáceos bentônicos coletados, divididos em 25 famílias, 32 gêneros e 52 espécies (Tab. 01). A ordem Isopoda Latreille, 1817 obteve o maior número de espécies (19), sendo um novo registro para a costa de Pernambuco, *Cymodoce barrerae* (Boone, 1918). A ordem Decapoda Latreille, 1802 foi registrada com 13 espécies. Na sequência, Amphipoda Latreille, 1816 obteve 12 espécies, dentre elas duas espécies novas de *Metharpinia* Schellenberg, 1931 para serem descritas, e Stomatopoda



Latreille, 1817 com um total de oito espécies. E, finalmente, a ordem Cumacea Krøyer, 1846 que obteve o menor número de espécies, apenas três, porém com um novo registro de *Cyclapsis alba* Roccatagliata, 1986 para o Brasil.

Tabela 1. Diversidade por categoria taxonômica dos crustáceos coletados na baía de Tamandaré, Pernambuco, Brasil..

<b>Grupos</b>	<b>Família</b>	<b>Gênero</b>	<b>Espécies</b>	<b>Espécies Novas</b>	<b>Novos Registros</b>
<b>Amphipoda</b>	9	9	12	2	-
<b>Cumacea</b>	1	1	3	-	1
<b>Decapoda</b>	4	7	13	-	-
<b>Isopoda</b>	7	10	19	3	1
<b>Stomatopoda</b>	5	5	8	-	-
<b>Total</b>	25	32	52	5	2

Fonte: Aurinete Oliveira Negromonte, 2022.

Quanto a abundância relativa, o grupo que apresentou maior porcentagem foi Decapoda (48,22%), os demais, Amphipoda (28,46%), Isopoda (10,21%), Stomatopoda (9,66%) e Cumacea (0,08%). As espécies mais abundantes foram *Achelous tumidulus* Stimpson, 1871 (23,14%), *Achelous anceps* (de Saussure, 1857) (19,66%), *Metharpinia sp.1* (13,96%), *Metharpinia sp.2* (9,89%), *Pseudosquillisma oculata* (Brullé, 1837) (6,32%), *Cymodoce brasiliensis* Richardson, 1906 (5,22%), *Nototropis minikoi* (A.O. Walker, 1905) (4,33%), *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (4,12%), *Excorallana oculata* (Hansen, 1890) (2,04%), *Neogonodactylus sp.* (2,42%) e *Eurydice littoralis* (Moore, 1901) (1,22%), as outras espécies obtiveram valores menores que 1% (Tab. 02).

As espécies mais frequentes foram *Achelous tumidulus* (36,64%), *Achelous anceps* (36,16%), *Metharpinia sp.1* (36,16%), *Pseudosquillisma oculata* (28,83%), *Metharpinia sp.2* (25,90%), *Cymodoce brasiliensis* (20,52%), *Excorallana oculata* (17,26%), *Callinectes ornatus* (16,45%), *Nototropis minikoi* (15,31%), *Neogonodactylus sp.* (14,98%), *Eurydice littoralis* (6,19%) e *Excorallana lemoscastroi* Silva & Souza-Filho, 2017 (5,54%), as demais espécies obtiveram frequência menor que 5% (Tab. 02).

Tabela 2. Índices ecológicos dos crustáceos coletados na baía de Tamandaré, Pernambuco, Brasil. T.A.: Abundância total; R.A.: Abundância relativa; F.O.: Frequência de ocorrência.

<b>Taxa</b>	<b>T.A.</b>	<b>R.A. (%)</b>	<b>F.O. (%)</b>
<b>Amphipoda</b>			
Phoxocephalidae			
<i>Metharpinia</i> sp. nov. 1	987	13.96	36.16
<i>Metharpinia</i> sp. nov. 2	699	9.89	25.90
Atylidae			
<i>Nototropis minikoi</i> (A.O. Walker, 1905)	306	4.33	15.31
Maeridae			
<i>Quadrимаera cristianaе</i> Krapp-Schickel & Ruffo, 2000	1	0.01	0.16
<i>Quadrимаera</i> sp.	2	0.03	0.33
Ampithoidae			
<i>Ampithoe marcuzzi</i> Ruffo, 1954	6	0.08	0.98
Hyalidae			
<i>Protohyale macrodactyla</i> (Stebbing, 1899)	1	0.01	0.16
Dogielinotidae			
<i>Parhyalella</i> sp.	2	0.03	0.33
Stenothoidae			
<i>Stenothoe valida</i> Dana, 1852	2	0.028	0.33
<i>Stenothoe</i> sp.	3	0.04	0.49
Aoridae			
<i>Bemlos</i> sp.	2	0.03	0.33
Lysianassidae			
<i>Aruga</i> sp.	1	0.03	0.16

**Isopoda**

## Corallanidae

<i>Excorallana oculata</i> (Hansen, 1890)	144	2.04	17.26
<i>Excorallana lemoscastroi</i> Silva & Souza-Fillho, 2017	40	0.57	5.54
<i>Excorallana costata</i> Lemos de Castro, 1960	3	0.04	0.49
<i>Excorallana bicornis</i> Lemos de Castro & Brasil Lima, 1974	3	0.04	0.49
<i>Excorallana richadsoni</i> Lemos de Castro, 1960	8	0.11	1.14
<i>Excorallana warmingii</i> (Hansen, 1890)	1	0.014	0.16
<i>Excorallana sp.</i>	3	0.042	0.32

## Sphaeromatidae

<i>Cymodoce brasiliensis</i> Richardson, 1906	369	5.22	20.52
<i>Cymodoce barrerae</i> (Boone, 1918)	6	0.08	0.33
<i>Sphaeroma mourei</i> (Loyola e Silva, 1960)	25	0.35	2.28
<i>Ancinus brasiliensis</i> Lemos de Castro, 1959	1	0.01	0.16

## Cirolanidae

<i>Cirolana parva</i> Hansen, 1890	2	0.03	0.16
<i>Eurydice littoralis</i> (Moore, 1901)	86	1.22	6.19

## Idoteidae

<i>Synidotea brunnea</i> Pires & Moreira, 1975	4	0.06	0.49
--	---	------	------

## Holognatidae

<i>Cleantiodes garciachartoni</i> Negromonte <i>et al.</i> 2022	9	0.13	1.47
<i>Cleantiodes pandemus</i> Negromonte <i>et al.</i> 2022	4	0.06	0.49
<i>Cleantiodes tamandarensis</i> Negromonte <i>et al.</i> 2022	2	0.03	0.33

## Gnathiidae

<i>Gnathia sp.</i>	9	0.13	1.14
--------------------	---	------	------

## Cymothoidae

<i>Braga sp.</i>	3	0.04	0.49
------------------	---	------	------

**Cumacea**

## Bodotriidae

Vaunthompsoniinae sp.	3	0.04	0.16
-----------------------	---	------	------

<i>Cyclaspsis alba</i> Roccatagliata, 1986	2	0.03	0.33
--	---	------	------

<i>Cyclaspsis sp.</i>	1	0.01	0.16
-----------------------	---	------	------

**Decapoda**

## Portunidae

<i>Achelous tumidulus</i> Stimpson, 1871	1636	23.14	36.64
--	------	-------	-------

<i>Callinectes ornatus</i> Ordway, 1863	291	4.12	16.45
---	-----	------	-------

<i>Callinectes exasperatus</i> (Gerstaecker, 1856)	2	0.03	0.16
--	---	------	------

<i>Achelous anceps</i> (de Saussure, 1857)	1390	19.66	36.16
--	------	-------	-------

<i>Achelous sp.</i>	12	0.17	0.65
---------------------	----	------	------

<i>Callinectes sp.</i>	50	0.71	1.79
------------------------	----	------	------

<i>Portunus sp.</i>	4	0.06	0.33
---------------------	---	------	------

## Axiidae

<i>Axiopsis sp.</i>	12	0.17	1.63
---------------------	----	------	------

## Upogebiidae

<i>Upogebia omissa</i> Gomes Corrêa, 1968	6	0.08	0.81
---	---	------	------

<i>Upogebia vasquezii</i> Nhoc-Ho, 1989	2	0.03	0.33
---	---	------	------

<i>Upogebia acanthura</i> Coelho, 1973	1	0.01	0.16
--	---	------	------

## Scyllaridae

<i>Parribarus antarcticus</i> (Lund, 1793)	2	0.03	0.33
--	---	------	------

<i>Scyllarus chacei</i> Holthuis 1960	1	0.01	0.16
---------------------------------------	---	------	------

**Stomatopoda**

## Pseudosquillidae

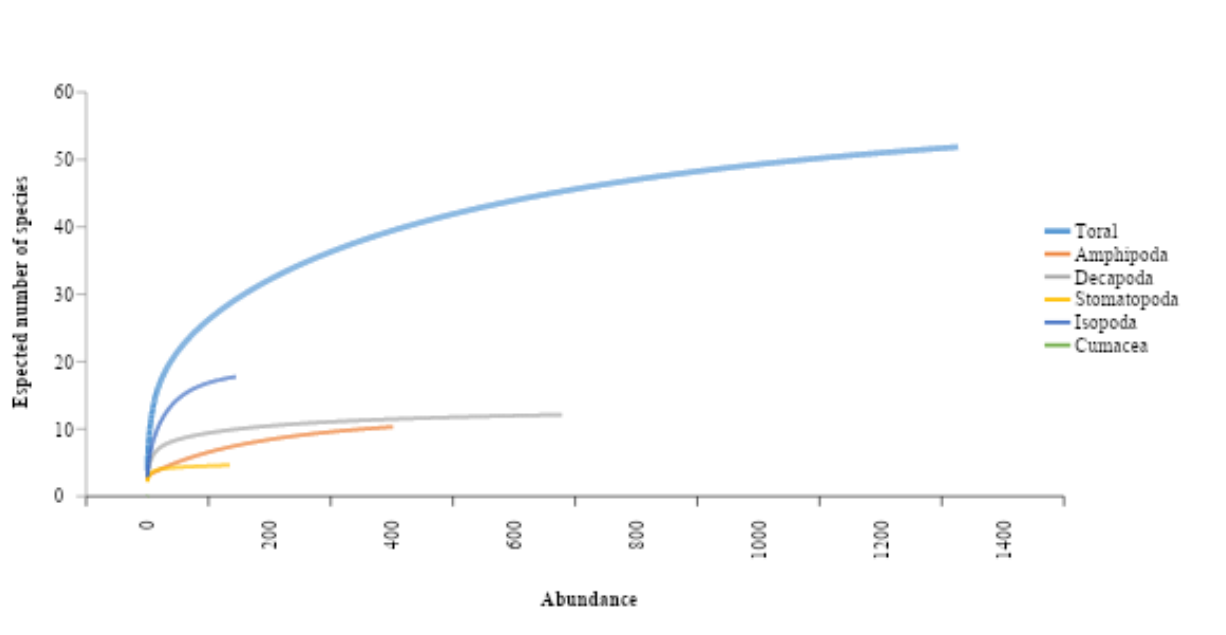
<i>Pseudosquillisma oculata</i> (Brullé, 1837)	447	6.32	28.83
--	-----	------	-------

Gonodactylidae			
<i>Neogonodactylus sp.</i> Manning, 1995	171	2.42	14.98
Nannosquillidae			
<i>Nannosquilla potiguara</i> Albuquerque & Coelho, 2009	47	0.66	3.75
<i>Nannosquillidae spp.</i>	1	0.01	0.16
Squillidae			
<i>Meiosquilla schmittii</i> (Lemos de Castro, 1955)	2	0.03	0.16
<i>Meiosquilla sp.</i>	1	0.01	0.16
<i>Squillidae spp.</i>	1	0.01	0.16
Lysiosquillidae			
<i>Lysiosquilla scabricauda</i> (Lamarck, 1818)	13	0.18	1.63

Fonte: Aurinete Oliveira Negromonte, 2022.

As curvas de rarefação de cada grupo têm uma rápida elevação no início e depois tornam-se mais estáveis, porém para Amphipoda a curva apresenta-se de forma diferente e está levemente ascendente. Apesar de Stomatopoda, Decapoda e Isopoda apresentarem uma tendência a estabilidade, assim como as outras curvas, nenhuma atinge a assíntota (Fig.01). Porém, o grande número de amostras no presente trabalho, diminui as chances de espécies raras serem incluídas.

Figura 1. Curva de rarefação do valor total e dos grupos de crustáceos coletados na baía de Tamandaré, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Aurinete Oliveira Negromonte, 2022.

## Discussão

As armadilhas luminosas são instrumentos eficazes para coletar crustáceos bentônicos, no presente trabalho foram capazes de atrair diversas espécies, sendo possível capturar novos registros de espécies para a região e possíveis novas espécies para a ciência. Desta forma confirmando o uso dessas armadilhas para o monitoramento da biodiversidade como sugerido por McLeod & Costello (2017). Quando a armadilha de luz foi comparada à metodologia de coleta manual, o número de espécies foi semelhante, porém as armadilhas luminosas são capazes de coletar em grande abundância animais que vivem em habitats de difícil acesso, além de causarem pouco impacto ao meio ambiente (Arfianti & Costello 2021). Porém é menos confiável para estimar a riqueza da comunidade, devido a fototropia de algumas espécies, a grande habilidade natatória de outras (resultando em fuga) e a predação que pode ocorrer durante o período em que os organismos ficam presos na armadilha (Kehayias & Tsounis, 2019).

O grupo dos Amphipoda foi representado por nove famílias bentônicas, incluindo exemplares da infauna e fossoriais. As famílias mais abundantes foram Phoxocephalidae e Atylidae, as quais também foram encontradas em outros trabalhos (Arfianti & Costello 2021).

Apesar de viverem enterrados, os organismos dessas famílias têm o hábito de fazer a migração vertical noturna, podendo supor que esses têm uma grande capacidade natatória, uma vez que as armadilhas do presente estudo foram montadas a 1m da superfície e 10 m do fundo marinho. As demais famílias Maeridae, Ampithoidae, Hyalidae, Dogielinotidae vivem associadas à algas, devido a baixa abundância e baixa frequência, possivelmente chegaram às armadilhas por meio de *rafts*.

A maioria dos Isopoda marinhos vive nos mais diversos tipos de habitats bentônicos (sob rochas, em fendas, escombros, entre corais vivos e mortos, esponjas, areia grossa, associados à algas ou em lâminas e estipes de algas) (Poore & Bruce, 2012). O gênero *Excorallana* possui 12 espécies registradas para o Brasil (Silva & Souza-Filho, 2017), destas seis ocorreram nas armadilhas luminosas, sendo consideradas de vida livre e habitantes de áreas recifais (Delaney, 1984). Alguns Isopoda são ectoparasitas de peixes como Gnathiidae, Cymothoidae e Cirolanidae (Wetzer, 2015), por esse hábito, sugere-se que os representantes coletados dessas famílias se desprenderam de seus hospedeiros, quando estes passavam perto da armadilha (ou mesmo tenham entrado), explicando suas baixas abundâncias. Segundo Wetzer (2015), a maioria dos Isopoda possui grande diversidade nos trópicos, com exceção os Valvifera que têm maior diversidade em áreas temperadas, isso pode ser atribuído à distribuição de especialistas do grupo, estando estes pesquisadores mais concentrados nas regiões temperadas. Uma evidência disso são dados do presente estudo, pois ocorreram três espécies de Valvifera do gênero *Cleantiodes*, os quais foram descritos recentemente por Negromonte *et al.* (2022), antes deste trabalho, a família Holognathidae não havia sido descrita para costa brasileira.

O grupo dos Cumacea teve uma baixa abundância total no presente estudo. Apesar de terem o hábito de migrar verticalmente durante a noite (Macquart-Moulin, 1968; Corbera & García-Rubies, 1998), porém este evento pode ser influenciado por fatores externos como ondas leves (Macquart-Moulin & Castelbon, 1990). A luz artificial atrai Cumacea durante seu período ativo noturno favorecendo a capturar grande número de espécies (Macquart-Moulin, 1991), porém a disposição das armadilhas mais distantes do fundo pode ter dificultado essa captura no presente trabalho. De acordo com Hale (1953) os Cumacea costumam ser mais frequentes em armadilhas luminosas quando estas estão instaladas em áreas mais rasas, como médio litoral.

Os caranguejos da família Portunidae são popularmente conhecidos como *swimming crab* (caranguejos nadadores) devido à sua grande habilidade para natação, porém os registros em armadilhas luminosas deste grupo foram apenas com indivíduos no estágio larval (Reyns &

Sponaugle, 1999; Mwaluma et al., 2009; Melo et al. 2010; Tor et al., 2011), enquanto no presente estudo foram coletados indivíduos juvenis, os quais já fazem parte do domínio bentônico. Outros indivíduos do grupo dos decápodes que estiveram presentes foram da família Axiidae e Upogebiidae, ambos têm o hábito de viver enterrado na sua fase adulta e a migração vertical dessas famílias foram registradas apenas nos estágios larvais (Mwaluma et al., 2009; Tor et al., 2011). Devido à baixa abundância desses indivíduos, podemos supor que eles foram carregados até as armadilhas luminosas pela ação de fatores físicos (correntes, ventos, pluma, entre outros). Os indivíduos da família Scyllaridae ocorreram nas armadilhas no estágio juvenil com apenas 3 indivíduos. As lagostas já são conhecidas por serem exímias nadadoras desde os seus últimos estágios larvais. No trabalho de Sigurdsson et al. (2014) foi observado que as lagostas tinham grande facilidade de entrar e sair das armadilhas luminosas, podendo o mesmo haver acontecido no atual estudo.

Juvenis de Stomatopoda já foram capturados por armadilhas luminosas, espécies da família Pseudosquillidae, Gonodactylidae, Nannosquillidae, Squillidae, Lysiosquillidae, pois o grupo, em um modo geral, tem um comportamento fototrófico (Wong et al., 2021). Os estomatópodes vivem enterrados no substrato ou entre fragmentos de corais ou rochas (Ahyong et al. 2017), mesmo quando ainda estão em estágios larvais no plâncton, utilizando e reaproveitando as estruturas mais complexas de recifes de algas para buscar alimento. Esta relação tão íntima com o domínio bentônico, não impede a atração pelas armadilhas luminosas (Wang & Chiou 2017). As espécies encontradas no presente estudo são características de ambientes recifais, demonstrando que apesar de não ser um método capaz de capturar os adultos, ainda sim possibilita a descrição da fauna principal do local.

A riqueza das comunidades sempre está relacionada ao esforço amostral (Hughes et al. 2001). No presente estudo houve um esforço amostral de longa duração (cinco anos), mas ainda assim as curvas de rarefação não atingiram um valor constante. Uma metodologia de coleta adaptada é importante para fazer a estimativa da riqueza dos recifes (Plaisance et al. 2009). As armadilhas de luz são passivas e conseguem atrair crustáceos que vivem em lugares de difícil acesso, mas ainda não são suficientes para estimar a grande biodiversidade de áreas recifais, provavelmente sejam necessárias diferentes metodologias sendo usadas simultaneamente e em um longo período para conseguir essa estimativa da riqueza dos ambientes recifais.



## Conclusão

Este estudo mostra a grande eficácia das armadilhas luminosas para a captura de organismos bentônicos, no presente estudo capturaram 52 espécies de crustáceos bentônicos, organismos da epifauna, infauna e até mesmo fossoriais. A luz atrai os organismos até a armadilha “tirando-o” de locais que metodologia ativas (van-veen, box core, etc.) não são capazes de alcançar. Informações valiosas e de grande contribuição para a ciência foram trazidas por esse estudo, como as novas espécies de *Metharpinia* que ainda serão descritas, registros das espécies *Cymodoce barrerae* e *Cyclaps alba* para a localidade, ampliando a distribuição geográfica destes. Mesmo com o grande número de amostras, as curvas de rarefação mostram que mais crustáceos bentônicos podem ser descritos e descobertos, sendo um incentivo para a continuação de estudos a cerca da biodiversidade na região de Tamandaré e da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais. Vale salientar que a metodologia utilizada ajuda a manter a integridade dos exemplares, auxiliando no processo de identificação, também é capaz de fazer trabalhos de monitoramento da biodiversidade local sem causar danos ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

- ALLDREDGE, A. L.; KING, J. M. Effects of moonlight on the vertical migration patterns of demersal zooplankton. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 44(2): 133-156. 1980.
- AHYONG, S. T. Revision of the Australian stomatopod Crustacea (Vol. 26). Sydney: Australian Museum. 2001.
- AHYONG, S. T. Stomatopod Crustacea of the Austral and Gambier Islands, French Polynesia. **Zootaxa**, 4286(4): 555-564. 2017.
- AL-NAEMA, N.; DEB, N.; SAEED, S.; DUPONT, J.; BEN-HAMADOU, R. Acute orthogonal stress driven by temperature, salinity and light intensity on Qatari Porites photosynthesis and growth. *In*: Qatar University Life Science Symposium-QULSS 2015 Global Changes: The Arabian Gulf Ecosystem (Vol. 2015, No. 5, p. 17). Hamad bin Khalifa University Press (HBKU Press). 2015.
- ANDRADE, L. F.; JOHNSON, R.; SENNA, A. R. Description of the first species of *Metharpinia* (Crustacea: Amphipoda: Phoxocephalidae) from Brazil. **Zoologia (Curitiba)**, 32(1): 33-40. 2015.

- ANDRADE, L. F.; SENNA, A. R. *Atlantiphoxus wajapi* n. gen., n. sp. (Crustacea: Amphipoda: Phoxocephalidae), a new deep-sea amphipod from the southwestern Atlantic. **Scientia Marina**, 84(2): 155-166. 2020.
- ARFIANTI T.; COSTELLO, M. J. The distribution of benthic amphipod crustaceans in Indonesian seas. **PeerJ**, 9 e12054. 2021. <https://doi.org/10.7717/peerj.12054>
- BARNARD, J. L.; KARAMAN, G. S. The families and genera of marine gammaridean Amphipoda (except marine gammaroids). **Records of the Australian Museum**, 13(1-2):1-866. 1991.
- BINKLEY, S. *The Pineal: Endocrine and Nonendocrine Function*, Prentice Hall, **Englewood Cliffs**, 1: 304. 1988.
- CARASSOU, L.; PONTON, D. Spatio-temporal structure of pelagic larval and juvenile fish assemblages in coastal areas of New Caledonia, Southwest Pacific. **Marine Biology**, 150: 697–711. 2007.
- CORBERA, J.; GARCIA-RUBIES, A. Cumaceans (Crustacea) of the Medes Islands (Catalonia, Spain) with special attention to the genera *Bodotria* and *Iphione*. *Scientia Marina* 62(1-2): 101-112. 1998.
- DELANEY, P. M. Isopods of the genus *Excorallana* Stebbing, 1904 from the Gulf of California, Mexico (Crustacea, Isopoda, Corallanidae). **Bulletin of Marine Science**, 34(1): 1-20. 1984.
- ENRIGHT, J. T. The tidal rhythm of activity of a sand-beach amphipod. **Zeitschrift für vergleichende Physiologie**, 46(3): 276-313. 1963.
- FAGE, L. Peches planctoniques a la lumiere, effectuees a Banyuls-sur-Mer et a Concarneau. 3 Crustaces. **Archives de Zoologie Experimental et Generate**. 76: 228-32. 1933.
- FERREIRA, B. P.; MAIDA, M. Fishing and the future of Brazil Northeastern reefs. **InterCoast**, 38: 22-23. 2001.
- FINCHAM, A. A. Amphipods in the surf plankton. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**. 50: 177-198. 1970a.
- FINCHAM, A. A. Rhythmic behaviour of the intertidal amphipod *Bathyporeia pelagica*. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**. 50: 1057-1068. 1970b.
- FINCHAM, A. A. Rhythmic swimming and rheotropism in the amphipod *Marinogammarus marinus* (Leach). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 8: 19-26. 1972.
- FINCHAM, A. A. Periodic swimming behaviour of amphipods in Wellington Harbour. *N.Z. J. Marine. Freshwater Research*. 8: 505–521. 1974.

- GLYNN, P. W.; ENOCHS, I. C. Invertebrates and their roles in coral reef ecosystems. In: Dubinsky, Z.; Stambler, N. (eds) *Coral Reefs: An Ecosystem in Transition*. Springer. London, 273–326pp. 2011.
- GOMES CORRÊA, M. M. Stomatopoda do Brasil (Crustacea-Hoplocarida) (Doctoral dissertation, Tese de doutorado. **Zoologia, Instituto de Biociências**, USP, São Paulo, Brasil. 320p. 1986.
- HALE, H. M. Australian Cumacea 18. Notes on distribution and night collecting with artificial light. **Transactions of the Royal Society of South Australia**. 76: 70-76. 1953.
- HAMNER, W. M.; CARLETON, J. H. Copepod swarms: attributes and role in coral reef ecosystems. *Limnology and Oceanography*. 24(1): 1-14. 1979.
- HOGLUNG, E.; BALM, P. H. M.; WINBERG, S. Behavioural and neuroendocrine effects of environmental background colour and social interaction in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Journal of Experimental Biology*. 205: 2535-2543. 2002.
- HUANG, Y. C. A.; HSIEH, H. J.; HUANG, S. C.; MENG, P. J.; CHEN, Y. S.; KESHAVMURTHY, S.; NOZAWA, Y.; CHEN, C. A. Nutrient enrichment caused by marine cage culture and its influence on subtropical coral communities in turbid waters. **Marine Ecology Progress Series**. 423:83–93. 2011.
- HUGHES, J. B.; HELLMANN, J. J.; RICKETTS, T. H.; BOHANNAN, B. J. M. Counting the uncountable: statistical approaches to estimating microbial diversity. *Applied Environmental Microbiology*. 67:4399–4406. 2001.
- HUYE, R. B.; KINGSOLVER, J. G. Evolution of thermal Sensitivity of Ectotherm Performance. **Tree**, 4(5): 131-135. 1999.
- ICMBio. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/apacostadoscorais/plano-de-manejo>. Acessado em julho de 2019.
- JANSSON, B. O.; KÄLLANDER, C. On the diurnal activity of some littoral peracarid crustaceans in the Baltic Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 2(1): 24-36. 1968.
- JONES, D. A.; PEACOCK, N.; PHILLIPS, O. F. M. Studies on the migration of *Tritiaeta gibbosa*, a subtidal benthic amphipod. **Netherlands Journal of Sea Research**, 7: 135-149. 1973.
- KENSLEY, B.; SCHOTTE, M. Guide to the marine isopod crustaceans of the Caribbean. Washington, D.C., and London: Smithsonian Institution Press. 308p. 1989.
- KEHAYIAS, G.; TSOUNIS, L. *Argulus japonicus* Thiele, 1900 (Crustacea: Branchiura) collected in light traps—First record from Greece. **Biharean Biologist**. 13(1): 44-46. 2019.

- MACQUART-MOULIN, C. Les amphipodes benthoplanctoniques du golfe de Marseille. Analyse des captures faites au cours de pêches planctoniques nocturnes régulières (années 1963–1964). **Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume**, 43(59): 311-332. 1968.
- MACQUART-MOULIN, C. La phase pélagique nocturne des Cumacés. **Journal of Plankton Research**, 13(2): 313-337. 1991.
- MACQUART-MOULIN, C.; CASTELBON, C. Le contrôle des migrations verticales nocturnes chez les Cumacés (Crustacés Péracarides). Rôles des rythmes endogènes et de la barosensibilité. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 135(3): 191-211. 1990.
- MCLEOD, L. E.; COSTELLO, M. J. Light traps for sampling marine biodiversity. **Helgoland Marine Research**, 71(1): 1-8. 2017.
- MELO, G. A. S. Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. 1 ed. São Paulo: Plêiade, 604p. 1996.
- MELO, G. A. S. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea, Astacidea. São Paulo: Plêiade/FAPESP, 556 p. 1999.
- MELO, P. A. M. C.; SILVA, T. A.; NEUMANN-LEITÃO, L. S.; SCHWAMBORN, R.; GUSMÃO, L. M. O.; PORTO, N. F. Demersal zooplankton communities from tropical habitats in the southwestern Atlantic. **Marine Biology Research**, 6: 530-541. 2010.
- MORGAN, E. The activity rhythm of the amphipod *Corophium volutator* (Pallas) and its possible relationship to changes in hydrostatic pressure associated with the tides. **Journal of Animal Ecology**, 34: 731-46. 1965.
- MWALUMA, M. J.; ARARA, K. B.; OSORE, K. M.; ROSMOWO, J. A cost effective light trap for sampling tropical fish and crustacean larvae. **Western Indian Ocean Journal of Marine Science**, 8(2): 231-237. 2009.
- NEGROMONTE, A. O.; LUCATELLI, D.; PAIVA R. J. C.; SOUZA-FILHO, J. F. Three new species of the genus *Cleantioides* Kensley & Kaufman, 1978 (Isopoda: Valvifera) from Brazil, with new record of the family Holognathidae from Brazil. **Journal of Natural History**, 56(13-16): 923-941. 2022. doi:10.1080/00222933.2022.2056538
- NERY, L. E.; CASTRUCCI, A. M. Crustacean chromatophore: endocrine regulation and intracellular signalling systems. In: The crustacean nervous system. Springer, Berlin, Heidelberg. 98-112pp. 2002.
- PLAISANCE, L.; KNOWLTON, N.; PAULAY, G.; MEYER, C. Reef-associated crustacean fauna: biodiversity estimates using semi-quantitative sampling and DNA barcoding. **Coral Reefs**, 28(4): 977-986. 2009.

- PORTER, S. S.; ECKERT, G. L.; BYRON, C. J.; FISHER, J. L. Comparison of light traps and plankton tows for sampling brachyuran crab larvae in an Alaskan fjord. **Journal of Crustacean Biology**, 28(1): 175-179. (2008).
- PREECE, G. S. The swimming rhythm of *Bathyporeia pilosa* [Crustacea: Amphipoda. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**. 51(4): 777-791. 1971.
- POORE, G. C. B.; BRUCE, N. L. Correction: Global Diversity of Marine Isopods (Except Asellota and Crustacean Symbionts). **Plos One**. 7(9): e43529. 2012. <https://doi.org/10.1371/annotation/3260cd00-89cf-4e08-ab25-07e0be598ab4>
- REYNS, N.; SPONAUGLE, S. Patterns and processes of brachyuran crab settlement to Caribbean coral reefs. **Marine Ecology Progress Series**. 185: 155-170. 1999.
- SASTRY, A. N. Ecological aspects of reproduction. **The biology of Crustacea**. 8: 179-270. 1983.
- SHEARD, K. Improved methods of collecting marine organisms. **Records of the South Australian Museum (Adelaide)**. 7: 11-14. 1941.
- SIGURDSSON, G. M.; MORSE, B.; ROCHETTE, R. Light traps as a tool to sample pelagic larvae of American lobster (*Homarus americanus*). **Journal of Crustacean Biology**. 34(2): 182-188. 2014.
- SILVA, E. D. S.; SOUZA-FILHO, J. F. Species of *Excorallana* (Isopoda, Corallanidae) from northern and northeastern Brazil, with description of a new species, *Excorallana lemoscastroi* sp. nov. **Nauplius**. 25. 2017.
- SPALDING, M.; RAVILIOUS, C.; GREEN, E. P. World atlas of coral reefs. University of California Press. 2001.
- TOR, A.; DEUDERO, S.; CARBONELL, A.; GOÑI, R.; STOBART, B. Coastal meroplanktonic larval stages of peninsula de Llevant natural reserve determined with light traps. **Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears**. 53: 193-202. 2010.
- WANG, J. W.; CHIOU, T. H. Three new records of Nannosquillidae from Taiwan with notes on their ecology (Crustacea, Stomatopoda, Lysiosquilloidea). **ZooKeys**. 721: 33. 2017.
- WETZER R. Collecting and preserving marine and freshwater Isopoda (Crustacea: Peracarida). **Biodiversity Data Journal**. 3: e4912. 2015.
- WONG, K. J.; TSAO, Y. F.; TSAI, P. C.; HSIEH, W. P.; LI, H. R.; MACHIDA, R. J.; CHAN, B. K. To the light side: molecular diversity and morphology of stomatopod larvae and juveniles (Crustacea: Malacostraca: Stomatopoda) from crustose coralline algal reefs in Taiwan. **Marine Biodiversity**. 51(2): 1-31. 2021.

#### 4 ARTIGO 3 - VARIAÇÃO TEMPORAL DAS LARVAS DE BRACHYURA E ANOMURA CAPTURADAS POR ARMADILHAS LUMINOSAS NA BAÍA DE TAMANDARÉ - BRASIL

##### Resumo

O desenvolvimento larval dos Decapoda ocorre no plâncton. Estas larvas realizam a migração vertical, durante o dia, elas migram para maiores profundidade para fugir de predadores e ao anoitecer vão à superfície para buscar alimento. O presente trabalho teve como objetivo analisar a composição a variação temporal das larvas de Brachyura e Anomura, examinando se há sazonalidade do ano na chegada das larvas à baía de Tamandaré. Além de verificar quais os fatores determinantes que influenciam nesse evento. As coletas foram realizadas mensalmente no período de outubro/2011 até Abril/2016 através das armadilhas de luz CARE® por 3 dias consecutivos. Três pontos foram marcados de maneira transversal ao acesso navegacional no complexo recifal na baía de Tamandaré na isóbata de 10 metros e elas ficavam na subsuperfície de 1m. As armadilhas foram instaladas no pôr-do-sol e recolhidas ao amanhecer, permanecendo cerca de 12 horas. As larvas foram identificadas ao menor nível taxonômico possível. Foram calculadas a abundância relativa e a frequência de ocorrência. Foi utilizado o ARIMA para as series temporais e o GLM para avaliar a influência dos fatores abióticos na abundância das larvas. A serie temporal mostrou que as larvas apresentaram os picos em diferentes épocas dos anos, cerca de 8 meses de intervalo de um pico para o outro. Foi coletado um total de 9749 larvas de Decapoda, sendo 3112 zoeas e 6637 megalopas, estatisticamente, a diferença entre os estágios larvais não foi significativa. As megalopas de *Pachygrapsus transversus* foram as mais abundantes, seguido da Zoea I de Epialthidae, megalopa de Portunidae, megalopa de Porcellanidae. A abundância das larvas apresentou relações significativas com a velocidade do vento, a presença de swell e a temperatura. Este trabalho contribuiu com estes registros e ainda fez uma identificação taxonômica ao nível de família e até de espécies. Fatores como temperatura, velocidade do vento e presença e ausência de *swell* podem ser determinantes para a distribuição dessas larvas, além de influenciar no intervalo de tempo em que estes animais chegam à baía de Tamandaré. Estes resultados podem elucidar mais sobre a dinâmica das comunidades de crustáceos em regiões tropicais e subsidiar planejamentos para o melhor uso dos recursos pesqueiros.

Palavras-chave: serie temporal, larvas de crustáceos, dinâmica larval, baía de Tamandaré

##### Abstract

The larval development of Decapoda occurs in plankton. These larvae perform vertical migration at night, during the day they migrate to greater depths to escape predators and at dusk they go to the surface to look for food. Light traps are capable of attracting and collecting a large number of crustacean larvae. This work aimed to analyze the temporal variation of the larvae of Brachyura and Anomura, examining whether there is seasonality in the year of arrival of the larvae in Tamandaré Bay. In addition to verifying the determining factors that influence this event. Samples were collected monthly from October/2011 to April/2016 using CARE® light traps for 3 consecutive days. Three points were marked transversally to the navigational access in the reef complex in the Tamandaré Bay on the 10-meter isobath and they were in the 1-m subsurface. The traps were installed at sunset and collected at dawn, remaining for approximately 12 hours. Larvae identified to the lowest possible taxonomic level. Relative abundance and frequency of occurrence were calculated. ARIMA was used for the time series

and GLM was used to evaluate the influence of abiotic factors on larval abundance. The time series showed that the larvae present peaks at different times of the year, about 8 months apart from one peak to the next. A total of 9749 Decapoda larvae were collected, being 3112 zoea and 6637 megalopa, statistically, the difference between the larval stages was not significant. The megalopa of *Pachygrapsus transversus* were the most abundant, followed by Zoea I of Epialthidae, megalopa of Portunidae, megalopa of Porcellanidae. Larvae abundance showed significant relationships with wind speed, presence of swell and temperature. This work contributed to these records and also made a taxonomic identification at the family and even species level. Factors such as temperature, wind speed and the presence and absence of swell can be decisive for larvae distribution, in addition to influencing the time interval in which these animals arrive at Tamandaré Bay. These results can elucidate more about the dynamics of crustacean communities in tropical regions and support planning for the best use of fisheries resources.

Keywords: temporal series, crustacean larvae, larval dynamics, Tamandaré Bay

## Introdução

Os crustáceos da ordem Decapoda possuem em seu ciclo de vida pelo menos uma fase larval que precede o estágio de juvenil e adulto. O desenvolvimento larval inclui um processo de metamorfose até chegar a fase de assentante, quando o indivíduo adquire características de juvenil e apenas o crescimento (não metamorfose) é necessário para chegar à fase adulta (Fell, 1997). As larvas de Decapoda ocorre no plâncton, onde representa cerca de 50% da biomassa planctônica e desempenha importante papel na teia trófica, servindo de alimento para organismos de diferentes níveis tróficos (McConaughy, 1992; Anger, 2001).

Vários fatores abióticos como: velocidade e direção do vento, correntes podem influenciar na dispersão larval dos crustáceos. Os fatores luz, fases da lua, temperatura e salinidade podem retardar ou acelerar as fases larvais. Além disso, há fatores ecológicos (ex.: predação e disponibilidade de alimento) que podem determinar a sobrevivência destas larvas (Sastry, 1983; Anger, 2001; Queiroga & Blanton, 2005; Park & Shirley, 2010). Esses fatores determinam o “destino” das larvas de maneira ecológica e biogeográfica (Anger, 2006). Um mecanismo desenvolvido por esses organismos foi a migração vertical noturna. Durante o dia, as larvas vão para maiores profundidades, onde podem se afugentar de predadores e ao anoitecer vão à superfície, onde buscam alimento (Queiroga & Blanton, 2005).

A luz é um fator que influencia na comunidade de crustáceos, incluindo as larvas. Devido ao fototropismo, pequenas modificações de luminosidade são capazes de atrair esses indivíduos (Nery & Castrucci, 2002). As armadilhas luminosas, a princípio, foram desenvolvidas para capturar larvas de peixes, mas depois foi visto a grande quantidade de larvas de crustáceos que também eram capturadas nessa metodologia, podendo ser utilizada para

estimar a dinâmica larval dos crustáceos (Porter et al. 2008). O crustáceos Decapoda têm uma grande importância econômica, o conhecimento sobre a composição, abundância e distribuição larval é capaz de trazer informações valiosas sobre biodiversidade e período reprodutivo dos adultos da região estudada (Anger, 2006).

O presente trabalho teve como objetivo analisar a variação temporal das larvas de *Brachyura* e *Anomura*, examinando a existência de sazonalidade anual na chegada das larvas à baía de Tamandaré. Além de verificar quais os fatores determinantes que influenciam nesse evento.

## **Materiais e Métodos**

### **Procedimentos em campo**

As coletas foram realizadas mensalmente no período de outubro/2011 até Abril/2016 usando a técnica de captura por armadilhas de luz (CARE® “Capture by Artificial Reef Eco-friendly”, desenvolvida pela empresa francesa ECOCEAN). Três pontos foram marcados de maneira transversal ao acesso navegacional no complexo recifal na baía de Tamandaré, entre um ponto e outro havia uma distância de 250m, na isóbata de 10 metros e elas ficavam na subsuperfície de 1m. O ponto 1 se encontra na coordenada 8°46'26,90''S (WGS84) 35°5'38,10''W (WGS84), ponto 2 em 8°46'19,60''S (WGS84) 35°5'37,50W (WGS84) e ponto 3 em 8°46'14,50''S 35°5'31,50W. (WGS84). As armadilhas foram instaladas no pôr-do-sol e recolhidas ao amanhecer, permanecendo cerca de 12 horas. A cada mês, as armadilhas eram instaladas por três dias consecutivos (modificado de Carassou & Ponton, 2007).

Foram coletados os dados abióticos de temperatura da água no local de amostragem. Dados como direção do vento, quadrante de vento, velocidade do vento, *swell*, luminosidade da lua e nebulosidade foram obtidos através do site <http://www.wunderground.com/>. Os dados de pluviosidade foram coletados no site da Agência Pernambucana de Águas e Climas - APAC (<https://www.apac.pe.gov.br/>). Todos esses dados se encontram na planilha do grupo de pesquisa.

### **Procedimentos em laboratório**

As larvas foram conservadas em álcool 70%, foram separadas de acordo com os estágios larvais zoea e megalopa, posteriormente foram identificadas ao menor nível taxonômico possível através da literatura especializada (Yang 1968; Scotto 1979; Gore et al.



1982; Rodrigues & Hebling 1989; Anger et al. 1990; Negreiros-Fransozo & Fransozo 1991; Flores et al. 1998; Rieger 1998; Lima et al 2006; Lima 2009; Koettker et al. 2012).

### Análise de Dados

Foram calculadas a Abundância Relativa (AR), cuja fórmula é  $AR = n / N$ , onde  $n$  é o número individual das espécies e  $N$  = total de indivíduos e a Frequência de ocorrência (FO) calculada através da fórmula  $FO = a / A$ , onde  $a$  = número de amostras com espécies e  $A$  = total de amostras, enquadradas nas seguintes categorias:  $\geq 70\%$  - muito frequente, 40-70% - frequente, 10-40% - pouco frequente e  $\leq 10$  – esporádica.

As análises de séries temporais foram realizadas em modelo Autorregressão Integrado a Médias Móveis (ARIMA) por dias, onde foi relacionado o fator tempo (variável independente) com a abundância das larvas e também com fatores abióticos (variáveis dependentes), o teste foi feito no programa RStudio com os pacotes Zoo e Forecasting e o modelo (p, d, q) (onde  $p$  é a autorregressão - AR,  $d$  é a integração - I, e  $q$  é a média móvel - MA) foi determinado pelo teste de Ljung-Box (Long & Teetor, 2019).

Foi executado no programa PAST o teste  $t$  de *student* para testar a diferença entre a abundância de larvas no estágio de zoea e megalopa. Também foi executado o modelo linear generalizado (GLM) para avaliar a influência da temperatura, direção do vento, velocidade do vento, presença e ausência de swell, luminosidade da lua, nebulosidade e pluviosidade sobre a chegada das larvas na baía de Tamandaré.

As análises estatísticas foram realizadas sob  $\alpha = 0,05$ .

## Resultados

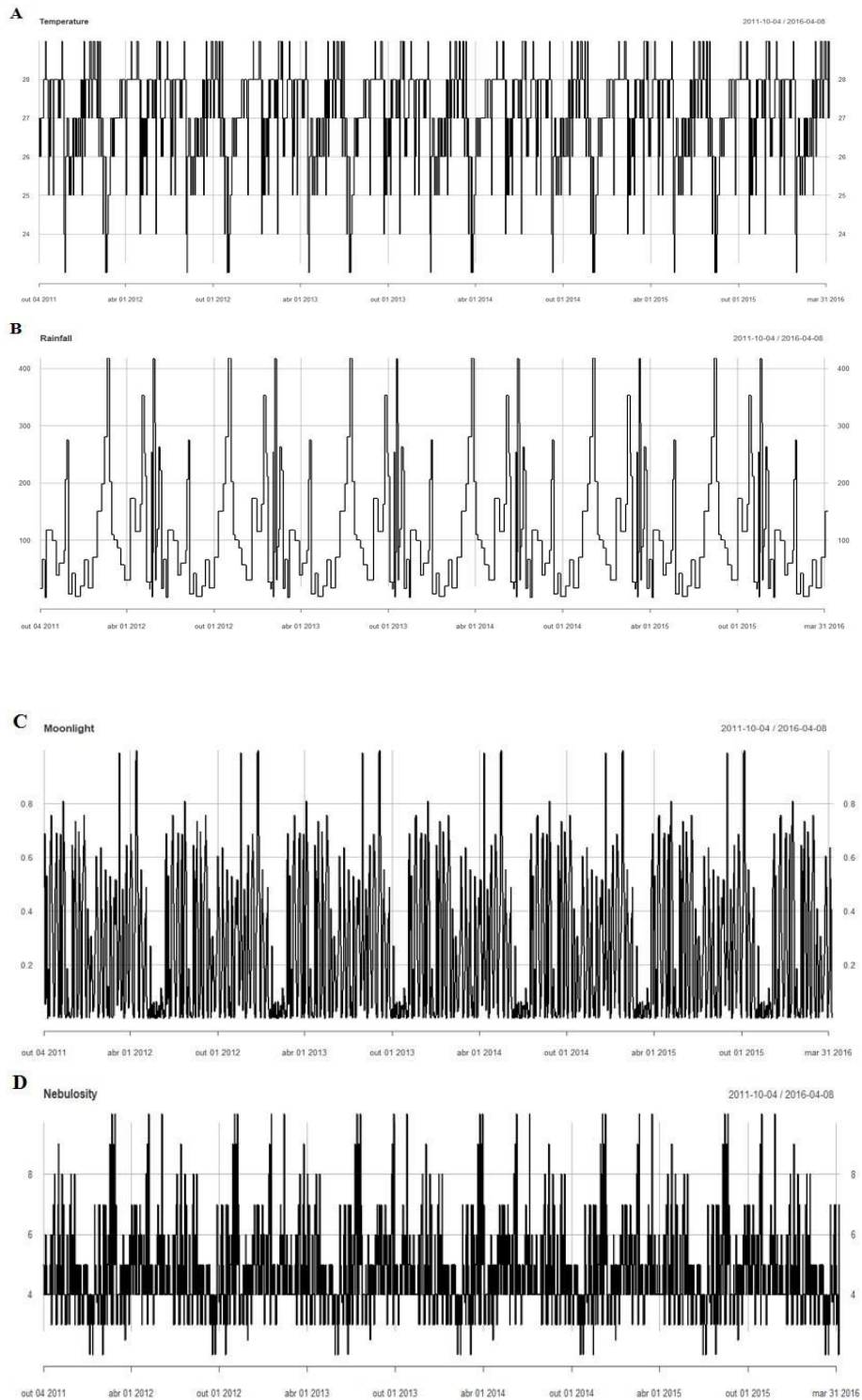
### Dados abióticos

Os parâmetros abióticos se apresentaram polimodal ao longo dos anos de amostragem (2011-2016). A temperatura da água teve pouca variação (23-29°C) e não apresentou uma variabilidade temporal entre os anos. A luz da lua seguiu o padrão do ciclo lunar, provavelmente moderado pela nebulosidade que variou entre 2 a 10. A nebulosidade, por sua vez, acompanhou os picos da pluviosidade que variou entre 0 a 418.2 mm (Fig. 01).

### Dados bióticos

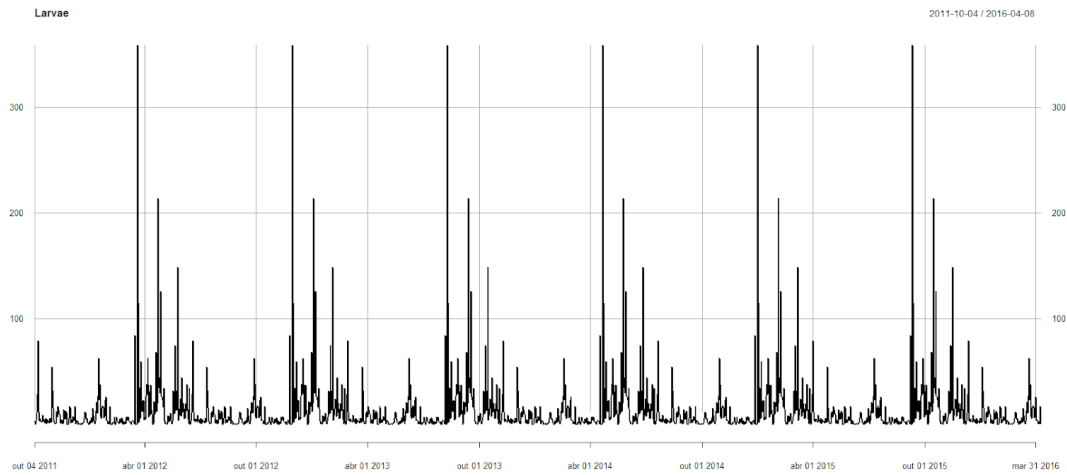
Os dados das larvas apresentam os picos em diferentes épocas do anos. Após o pico, a abundância cai gradativamente, quando atinge valores próximo a zero, a curva de eleva bruscamente e atinge outro pico, o intervalo entre eles seria em cerca de 8 meses (Fig. 02). O modelo ARIMA que mais se adequou foi o (4,0,0), funções ACF e PACF mostram partes dos picos estão fora dos limites de significância, o teste de Ljung-Box mostra que estes resíduos são significativos ( $p = 0.01803$ ) (Fig. 03).

**Figura 1** Série temporal dos dados abióticos do período de outubro de 2011 a abril de 2016 na baía de Tamandaré, Pernambuco. As variáveis ambientais são A) Temperatura, B) Pluviosidade, C) Luminosidade da lua e D) Nebulosidade.



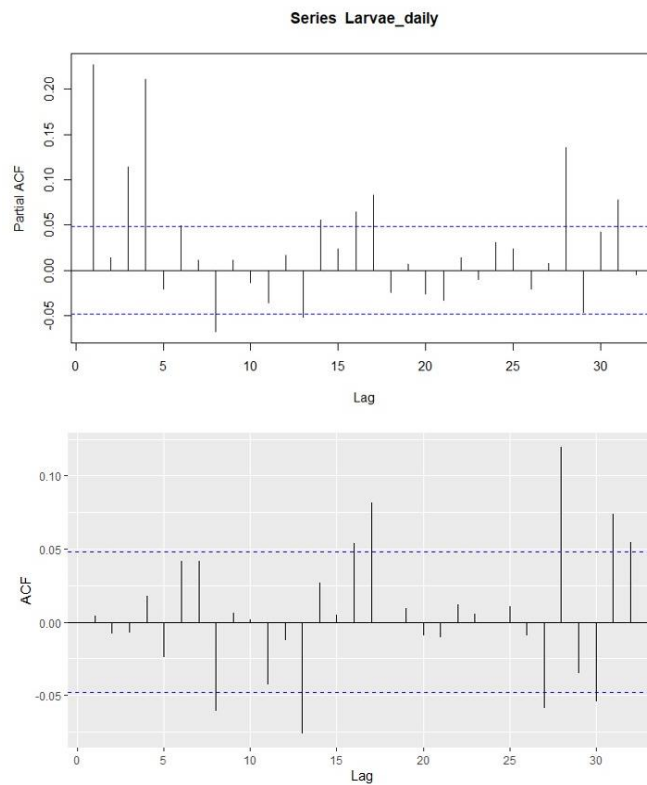
Fonte: Aurinete Oliveira Negromonte, 2022

**Figura 2** Série temporal das larvas de Brachyura e Anomura do período de outubro de 2011 a abril de 2016 na baía de Tamandaré, Pernambuco.



Fonte: Aurinete Oliveira Negromonte, 2022

**Figura 03.** Resíduos da serie temporal do ARIMA (4, 0, 0) das larvas de Brachyura e Anomura coletados por armadilhas luminosas na baía de Tamandaré- Pernambuco ( $\alpha = 0,05$ ).



Fonte:Fonte: Aurinete Oliveira Negromonte

Foram coletados um total de 9749 larvas de Decapoda, sendo 3112 zoeas, distribuídos em três taxa, e 6637 megalopas, distribuídos em 12 taxas. Apesar de numericamente as megalopas serem quase o dobro das zoeas, estatisticamente essa diferença não foi significativa ( $t = 2.8431$ ;  $p = 1.9618$ ).

Os taxa mais abundantes foram megalopa de *Pachygrapsus transversus* (46.78%), Zoea I de Epialthidae (31.87%), megalopa de Portunidae (13.58%), megalopa de Porcellanidae (3.14%), megalopa de Calappidae (1.45%), megalopa de Pinnotheridae (1.11%), megalopa de Ocypodidae (1.06%), megalopa de Majoidea (0.41%), megalopa de Panopeidae (0.23%), megalopa de Epialtidae (0.13%), megalopa de *Panopeus americanus* (0.12%), megalopa de Mithracidae (0.06%), zoea I de Grapsidae (0.04%), zoea III de Pinnotheridae (0.01%) e megalopa de Grapsidae (0.01%) (Tab. 01).

Com relação a frequência de ocorrência, o táxon classificado como muito frequente foi megalopa *Pachygrapsus transversus* (89.37%). O classificado como frequente foi a megalopa de Portunidae (57.87%). Os classificados como pouco frequente foram zoea I de Epialtidae (24.41%), megalopa de Porcellanidae (22.83%), megalopa de Calappidae (18.11%) e megalopa de Pinnotheridae (13.39%). E os taxa megalopa de Ocypodidae (8.66%), megalopa de Majoidea (5.91%), megalopa de Panopeidae (4.33%), megalopa de Epialtidae (4.33%), megalopa de *Panopeus americanus* (2.76%), megalopa de Mithracidae (1.57%), zoea I de Grapsidae (0.39%), Zoea III de Pinnotheridae (0.39%) e megalopa de Grapsidae (0.39%) foram classificados como esporádica (Tab. 01).

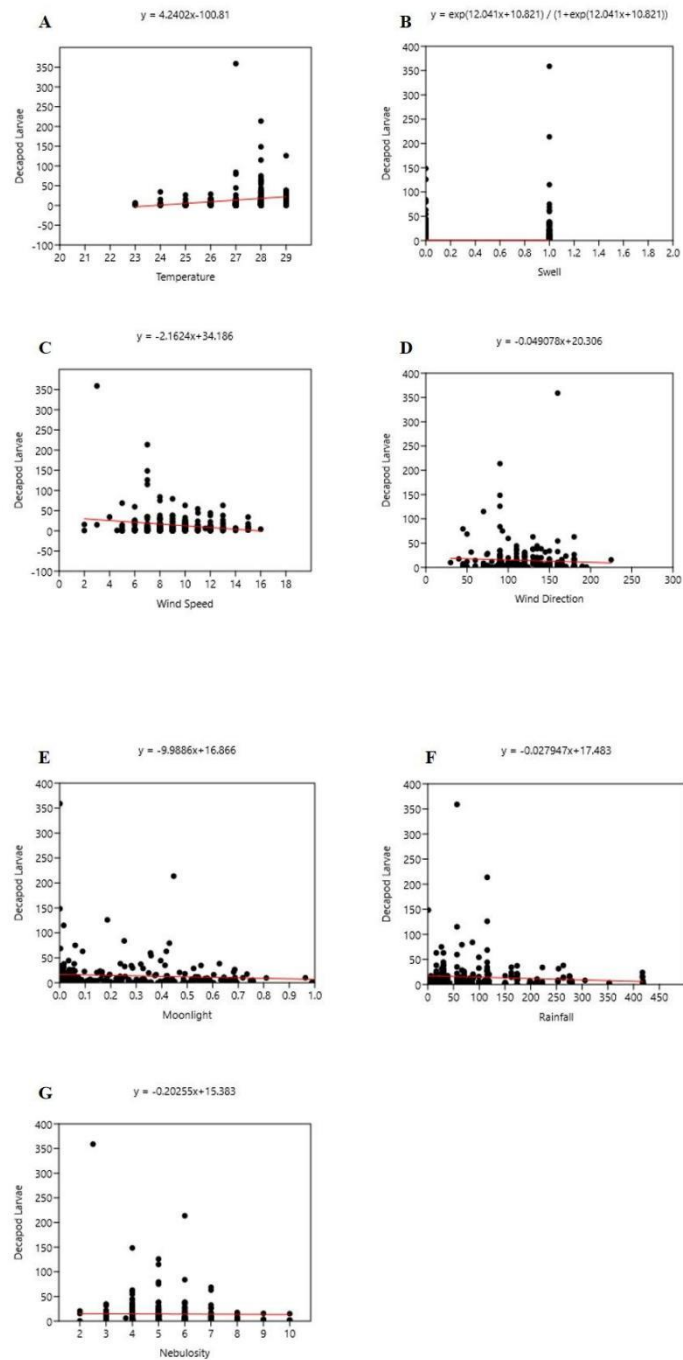
**Tabela 01.** Índices ecológicos dos crustáceos coletados na baía de Tamandaré, Pernambuco, Brasil. T.A.: Abundância total; R.A.: Abundância relativa; F.O.: Frequência de ocorrência.

<b>Taxa</b>	<b>TA</b>	<b>RA</b>	<b>FO</b>
Epialthidae (Zoea I)	3107	31.87	24.41
Grapsidae (Zoea I)	4	0.04	0.39
Pinnotheridae (Zoea III)	1	0.01	0.39
<i>Pachygrapsus transversus</i> (Megalopa)	4561	46.78	89.37
Portunidae (Megalopa)	1324	13.58	57.87
Pinnotheridae (Megalopa)	108	1.11	13.39
Calappidae (Megalopa)	141	1.45	18.11
Porcellanidae (Megalopa)	306	3.14	22.83
<i>Panopeus americanus</i> (Megalopa)	12	0.12	2.76
Ocypodidae (Megalopa)	103	1.06	8.66
Epialtidae (Megalopa)	13	0.13	4.33
Mithracidae (Megalopa)	6	0.06	1.57
Panopeidae (Megalopa)	22	0.23	4.33
Grapsidae (Megalopa)	1	0.01	0.39
Majoidea (Megalopa)	40	0.41	5.91

Fonte: Aurinete Oliveira Negromonte

A abundância das larvas foi relacionada com os fatores abióticos através do GLM. Este modelo mostrou que a abundância diminuiu significativamente com o aumento da velocidade do vento ( $G = 7.4196$ ) ( $p = 0.0064517$ ), aumenta com a presença de swell ( $G = 7.897$ ) ( $p = 0.0049517$ ) e aumenta com o aumento de temperatura ( $G = 7.3966$ ) ( $p = 0.0065346$ ). Os demais parâmetros direção do vento ( $G = 0.75522$ ) ( $p = 0.38483$ ), pluviosidade ( $G = 1.9442$ ) ( $p = 0.16322$ ), luminosidade da lua ( $G = 1.5698$ ) ( $p = 0.21024$ ) e nebulosidade ( $G = 0.023425$ ) ( $p = 0.87836$ ) não influenciaram significativamente na abundância (Fig. 04).

**Figura 04.** Gráficos dos Modelos Lineares Generalizados (GLM), relacionando os dados ambientais com a abundância de larvas de Brachyura e Anomura. A) temperatura, B) Swell, C) Velocidade do vento, D) Direção do vento, E) Luminosidade da lua, F) Pluviosidade e G) Nebulosidade.



Fonte: Aurinete Oliveira Negromonte

## Discussão

Durante o período de amostragem, as armadilhas de luz foram capazes de coletar larvas de *Brachyura* e *Anomura*, em diferentes estágios de desenvolvimento. *Anomura* foram coletados apenas o estágio de megalopa de *Porcellanidae*, enquanto os *Brachyura* foi coletado zoea (no estágio I) da família *Epialtidae* e *Grapsidae*, e os demais taxa na fase de megalopa. O número de megalopas foi maior que os de zoea, e a diversidade de taxa de megalopas foi quatro vezes maior que a de zoea. Em estudos comparativos entre arrastos de plancton e armadilhas luminosas, como Porter et al. (2008) foi demonstrado que as metodologias coletaram taxa diferentes e predominância nos estágios larvais em cada uma, no arrasto a maior parte foram as zoeas, e nas armadilhas luminosas a predominância de megalopas, supondo-se que as zoeas passem apenas seu estágio I na baía de Tamandaré, e nos demais estágios migram para locais adjacentes ligadas aos recifes de Tamandaré. Em Pernambuco-Brasil, Melo et al. (2010) usaram um tipo de armadilha passiva e em cada estação colocou uma armadilha com luz e outra sem luz, e puderam observar que abundância de megalopas era maior na armadilha com luz e a abundância de zoea era maior na armadilha sem luz. As larvas em seus estágios mais tardios têm maior capacidade para nadar, podendo escapar do arrasto, numa metodologia mais passiva, como as armadilhas de luz, elas são atraídas pela luz e podem ficar retidas ali (Sigurdsson et al., 2014).

A capacidade das armadilhas luminosas capturarem larvas em seu estágio mais tardio, e até pós-larvas (pré-assentantes), havia sido descrito a princípio com peixes (Doherty, 1987; Choat et al., 1993; Hickford & Shiel, 1999; Anderson et al., 2002). Posteriormente, foi vista a grande eficiência da metodologia para fazer estudos com larvas de crustáceos (Reyns & Sponaugle, 1999; Roegner et al., 2003; Jeffs et al., 2003; Sigurdsson et al., 2014). Os estudos de pós-larvas apresentam informações sobre a conectividade e estrutura larval, pois é o momento de transição entre as fases planctônica e bentônica (Sigurdsson et al., 2014). As larvas quando ocorrem em estágio inicial na localidade, significa que a reprodução e desova acontecem na região, quando ocorrem nos estágios tardios indica que o assentamento acontecem naquela área, conseqüentemente é onde a população adulta habita (Boltovskoy, 1981; Anger, 2001; Johnson & Shanks 2002). Ainda há poucos registros de larvas em amostragens com armadilhas adaptadas para captura de plâncton na região de Tamandaré (Melo et al. 2010), este trabalho contribuiu com estes registros e ainda fez uma identificação taxonômica a nível de família e até de espécies.



Este é o primeiro trabalho onde foi feito um estudo temporal em um período longo e revelou que os picos de abundância das larvas tiveram um intervalo médio de 8 meses. Em regiões tropicais, o período de desova costuma ocorrer quando a temperatura e os ventos estão altos e as correntes e turbidez estão baixa, ou seja, no período seco (Anger, 2001; Santos et al., 2019). Normalmente as larvas de crustáceos podem ser encontradas durante todo o ano (Hartnoll, 2006; Bessa et al., 2010). Em vários estudos de larvas de decápodes, feitos no Brasil, apresentaram picos de abundância deste grupo acontece entre março e maio, e agosto e dezembro (Peiró & Mantelatto, 2011; Oliveira et al., 2012; Lima et al., 2019; Nóbrega et al., 2021).

As variações de fatores ecológicos podem influenciar na dinâmica das larvas. A área de estudo deste trabalho está na latitude de 8°, que é considerada como região tropical. As variações de temperatura, apesar de serem de pequena amplitude quando comparadas a regiões temperadas, foram capazes de influenciar significativamente na abundância das larvas. No período larval, o indivíduo está vulnerável a mudanças ambientais que influenciam suas chances de sobrevivência, desenvolvimento, dispersão e recrutamento (Anger, 2001). Esses fatores também podem influenciar em aspectos como natação, migração e, até, estimular o recrutamento (Verwey, 1966; Da Silva, 1986). No Alasca foi observado que o desenvolvimento larval foi afetado pela temperatura (Park & Shirley 2010). Em larga escala, trabalhos feitos no Oceano Pacífico subártico, as mudanças de temperatura, atrelado a mudanças climáticas, afetou o desenvolvimento de copépodes (Mackas et al., 1998) e na biomassa de zooplâncton (Brodeur & Ware, 1992; Park & Shirley 2010).

A presença e ausência de *swell* e a velocidade dos ventos exerceram significativa influência sobre a abundância das larvas. Segundo Johnson & Shanks 2002, vários fenômenos oceanográficos impulsionam a dispersão larval, as correntes de superfície, que estão associadas com o vento, é o que mais influencia nessa dispersão. Com a dificuldade de nadar contra correntes superficiais, as larvas acabam sendo levadas por elas. Para fazer um estudo mais completo sobre a dinâmica larval, o ideal seria combinar os dois tipos de metodologia, para coletar o máximo de estágios larvais possíveis, essa informação pode mostrar se há uma retenção ou dispersão das larvas na região.

## Conclusões

A metodologia de armadilhas luminosas são eficientes em capturar larvas de Decapoda em seu estágio mais tardio, trazendo informações sobre a distribuição espacial e temporal destes indivíduos. A velocidade do vento influencia negativamente a abundância das larvas, enquanto fatores como temperatura, e presença e ausência de *swell* influenciam positivamente, sendo esses fatores determinantes para a distribuição dessas larvas, além de influenciar no intervalo de tempo em que estes animais chegam à baía de Tamandaré. Neste trabalho, vimos que este intervalo de tempo é, em média, 8 meses. Este foi o primeiro trabalho que descreveu a diversidade de larvas de Brachyura e Anomura em ambientes recifais no Oceano Atlântico Sul usando armadilhas luminosas. Estes resultados podem elucidar mais sobre a dinâmica das comunidades de crustáceos em regiões tropicais e subsidiar planejamentos para o melhor uso dos recursos pesqueiros.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, T. W.; BARTELS, C. T.; HIXON, M. A.; BARTELS, E.; CARR, M. H.; SHENKER, J. M. Current velocity and catch efficiency in sampling settlement-stage larvae of coral-reef fishes. **Journal Fishery Bulletin**. 100(3): 404-413. 2002.
- ANGER, K.; MONTÚ, M.; BAKKER, C.; LOUREIRO-FERNANDES, L. L. Larval development of *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Decapoda: Ocypodidae) reared in the laboratory. **Meeresforschung**, 32: 276-294. 1990.
- ANGER, K. The biology of decapod crustacean larvae: Crustacean Issues 14. A.A. Balkema Publishers, Lisse. 419p. 2001.
- ANGER, K. Contributions of larval biology to crustacean research: a review. **Invertebrate Reproduction and Development**, 49 (3): 175-205. 2006.
- BESSA, F.; BAETA, A.; MARTINHO, F.; MARQUES, S.; PARDAL, M. Seasonal and temporal variations in population dynamics of the *Carcinus maenas* (L.): The effect of an extreme drought event in a southern European estuary. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 90: 867–876. 2010.
- BOLTOVSKOY, D. Atlas del Atlantico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton Marino. INIDEP, Mar del Plata, Argentina. 1981.
- BRODEUR, R. D.; WARE, D. M. Long-term variability in zooplankton biomass in the subarctic Pacific Ocean. **Fisheries Oceanography**, 1: 32-38. 1992.

- CARASSOU, L.; PONTON, D. Spatio-temporal structure of pelagic larval and juvenile fish assemblages in coastal areas of New Caledonia, southwest Pacific. **Marine Biology**, 150(4): 697-711. 2007.
- CHRISTIANSEN, M. E. Hormonal processes in decapod crustacean larvae. *In* Aspects of decapod crustacean biology. Clarendon Press Oxford. 59: 47-68. 1988.
- CHOAT, J. H.; DOHERTY, P. J.; KERRIGAN, B. A.; LEIS, J. M. A comparison of towed nets, purse seine, and light-aggregation devices for sampling larvae and pelagic juveniles of coral reef fishes. **Fishery Bulletin**, 91:195-209. 1993.
- DA SILVA, A. J. River runoff and shrimp abundance in a tropical coastal ecosystem—the example of the Sofala Bank (central Mozambique). *In* The role of freshwater outflow in coastal marine ecosystems. Springer, Berlin, Heidelberg. 329-344pp. 1986.
- DOHERTY, P. J. Light-traps: selective but useful devices for quantifying the distributions and abundances of larval fishes. **Bulletin of marine science**, 41(2): 423-431. 1987.
- FELL, P. E. The Concept of Larvae. *In*: Gilbert, S. F. R.; Raunio, A. M. (eds.) Embryology Constructing the Organism. Sinauer Associates, Sunderland. 21-28pp. 1997.
- FLORES, A. A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; FRANSOZO, A. The megalopa and juvenile development of *Pachygrapsus transversus* (Gibbes, 1850)(Decapoda, Brachyura) compared with other grapsid crabs. **Crustaceana**, 71(2): 197-222. 1998.
- GORE, R. H.; VAN DOVER, C. L.; WILSON, K. A. Studies on decapod Crustacea from the Indian River region of Florida. XX. *Micropanope barbadensis* (Rathbun, 1921): the complete larval development under laboratory conditions (Brachyura, Xanthidae). **Journal of Crustacean Biology**, 1(1): 28-50. 1981.
- GORE, R. H.; SCOTTO, L. E.; TACK-YANG, W. *Microphrys bicornutus* (Latreille, 1825): the complete larval development under laboratory conditions with notes on other mithracine larvae (Decapoda: Brachyura: Majidae). **Journal of Crustacean Biology**, 2(4), 514-534. 1982.
- HARTNOLL, R. G. Reproductive investment in Brachyura. **Hydrobiologia**, 557: 31–40. 2006.
- HICKFORD, M. J. H.; SCHIEL, D. R. Evaluation of the performance of light traps for sampling fish larvae in inshore temperate waters. **Marine Ecology Progress Series**, 186: 293-302. 1999.
- KOETTKER, A. G.; SUMIDA, P. Y.; LOPES, R. M.; FREIRE, A. S. Illustrated key for the identification of the known zoal stages of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from tropical and subtropical Brazil, southwestern Atlantic. **Zootaxa**, 3204(1); 1-19. 2012.
- JEFFS, A., TOLIMIERI, N.; MONTGOMERY, J. C. Crabs on cue for the coast: the use of underwater sound for orientation by pelagic crab stages. **Marine and Freshwater Research**, 54(7): 841-845. 2003.

- JOHNSON, J.; SHANKS, A. L. Time series of the abundance of the post-larvae of the crabs *Cancer magister* and *cancer* spp. on the Southern Oregon coast and their cross-shelf transport. **Estuaries**, 25(6): 1138-1142. 2002.
- LECAILLON, G. The “CARE” (collect by artificial reef eco-friendly) system as a method of producing farmed marine animals for the aquarium market: An alternative solution to collection in the wild. **SPC Live Reef Fish Information Bulletin**, 12: 17-20. 2004.
- LECAILLON, G.; LOURIÉ, S. M. Current status of marine post-larval collection: Existing tools, initial results, market opportunities and prospects. **SPC Live Reef Fish Bulletin**, 17: 3-10. 2007.
- LIMA, J. D. F. Larval development of (Crustacea: Brachyura: Pinnotheridae) reared in the laboratory. **Zoologia** (Curitiba), 26(1): 143-154. 2009.
- LIMA, J. D. F.; ABRUNHOSA, F.; COELHO, P. A. The larval development of *Pinnixa gracilipes* Coelho (Decapoda, Pinnotheridae) reared in the laboratory. **Revista Brasileira de Zoologia**, 23(2): 480-489. 2006.
- LIMA, F. A.; OLIVEIRA, T. F.; MARTINELLI-LEMOS, J. M. Distribution of brachyuran larvae in an Amazonian estuary as evidence for retention and export. **Journal of Crustacean Biology**, 39: 602–612. 2019.
- LONG, J. D.; TEETOR, P. R. Cookbook: Proven Recipes for Data Analysis, Statistics and Graphics; O'Reilly Media, Inc.: Sebastopol, CA, USA, 2019.
- MACKAS, D. L.; GOLDBLATT, R.; LEWIS, A. G. Interdecadal variation in developmental timing of *Neocalanus plumchrus* populations at Ocean Station P in the subarctic North Pacific. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 55(8), 1878-1893. 1998.
- MAIDA, M.; FERREIRA, B. P. Coral reefs of Brazil: an overview. **Proc 8th Int Coral Reef Symp** 1: 263–274. 1997.
- MCCONAUGHA, J. R. Decapod larvae: dispersal, mortality, and ecology. A working hypothesis. **American Zoologist**, 32(3): 512-523. 1992.
- MELO, P. A. M. C.; SILVA, T. A.; NEUMANN-LEITÃO S.; SCHWAMBORN, R.; GUSMÃO, L. M. O, PORTO-NETO, F. Demersal zooplankton communities from tropical habitats in the southwestern Atlantic. **Marine Biology Research**, 6: 530–541. 2010.
- NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; FRANSOZO, A. Larval stages of *Epialtus brasiliensis* Dana, 1852 (Decapoda, Brachyura, Majidae) reared in the laboratory, with notes on characters of the majid subfamilies. **Crustaceana**, 60(2): 200-212. 1991.

- NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; FRANSOZO, A.; HEBLING, N. J. Estrutura populacional e determinação do tamanho da concha em 4 espécies de ermitões (Crustacea, Decapoda, Anomura) do litoral paulista. **Biotemas**, 4(2): 135-148. 1991.
- NERY, L. E.; CASTRUCCI, A. M. Crustacean chromatophore: endocrine regulation and intracellular signalling systems. In **The crustacean nervous system**. Springer, Berlin, Heidelberg. 98-112pp. 2002.
- NÓBREGA, P. S. V. D.; QUARESMA, M. C.; LIMA, F. A. D.; MARTINELLI-LEMOS, J. M. Spatio-temporal variation of the population structure and density of the shore crab *Pachygrapsus gracilis* (Grapsidae) in an estuary on the Brazilian Amazon coast. **Nauplius**, 29: e2021024. 2021.
- OLIVEIRA, D. B.; SILVA, D. C.; MARTINELLI, J. M. 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: 295–303. 2012.
- PARK, A. F.; SHIRLEY, J. E.; TITGEMEYER, E. C.; COCHRAN, R. C.; DEFRAIN, J. M.; WICKERSHAM, E. E.; JOHNSON, D. E. Characterization of plasma metabolites in Holstein dairy cows during the periparturient period. **International Journal of Dairy Science**, 5(4): 253-263. 2010.
- PEIRÓ, D. F.; MANTELATTO, F. L. Population dynamics of the pea crab *Austinixa aida* (Brachyura, Pinnotheridae): a symbiotic of the ghost shrimp *Callichirus major* (Thalassinidea, Callianassidae) from the southwestern Atlantic. **Iheringia, Série Zoologia**, 101: 5–14. 2011.
- PORTER, S. S.; ECKERT, G. L.; BYRON, C. J.; FISHER, J. L. Comparison of light traps and plankton tows for sampling brachyuran crab larvae in an Alaskan fjord. **Journal of Crustacean Biology**, 28(1): 175-179. 2008.
- QUEIROGA, H.; BLANTON, J. Interactions between behavior and physical forcing in the control of horizontal transport of decapod crustacean larvae. **Advances in Marine Biology**, 47: 107-214. 2005.
- REYNS, N.; SPONAUGLE, S. Patterns and processes of brachyuran crab settlement to Caribbean coral reefs. **Marine Ecology Progress Series**, 185: 155-170. 1999.
- RIEGER, P. J. Desenvolvimento larval de *Uca* (*Minuca*) *burgersi* *Holthuis* (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae), em laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia**, 15(3): 727-756. 1998.
- RODRIGUES, M. D.; HEBLING, N. J. *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda): Complete larval development under laboratory conditions and its systematic position. **Revista Brasileira de Zoologia**, 6: 147-166. 1989.

- ROEGNER, G. C.; ARMSTRONG, D. A.; SHANKS, A. L. Wind and tidal influences on larval crab recruitment to an Oregon estuary. **Marine Ecology Progress Series**, 351: 177-188. 2007.
- SANTOS, G. S.; STEMMANN, L.; LOMBARD, F.; SCHWAMBORN, R. Are tropical coastal reefs sinks or sources of mesozooplankton? A case study in a Brazilian marine protected area. **Coral Reefs**, 38(6): 1107-1120. 2019.
- SASTRY, A. N. Ecological aspects of reproduction. **The biology of Crustacea**, 8: 179-270. 1983.
- SCOTTO, L. E. Larval development of the cuban stone crab, *Menippe nodifrons* (Brachyura, Xanthidae). **Fishery Bulletin**, 77(2): 359. 1979.
- SIGURDSSON, G. M.; MORSE, B.; ROCHETTE, R. Light traps as a tool to sample pelagic larvae of American lobster (*Homarus americanus*). **Journal of Crustacean Biology**, 34(2): 182-188. 2014.
- VERWEY, J. The role of some external factors in the vertical migration of marine animals. **Netherlands Journal of Sea Research**, 3(2): 245-266. 1966.
- YANG, W. T. The zoeae, megalopa, and first crab of *Epialtus dilatatus* (Brachyura, Majidae) reared in the laboratory. **Crustaceana**, (2): 181-202. 1968.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fauna de crustáceos que são atraídos pela armadilhas luminosas é bastante diversa, podendo ser representantes do domínio pelágico (larvas e adultos) até os bentônicos que costumam fazer a migração noturna. O grupo Mysida, representante do plâncton, foi o taxa mais abundante, compôs quase metade da abundância dos crustáceos de todo o estudo. Os organismos bentônicos atraídos pelas armadilhas, foram organismos da epifauna, infauna e fessoriais, muitos destes vivem enterrados ou entre fendas do complexo recifal, sendo capturados com dificuldade por metodologias ativas e, muitas vezes, a metodologia ativa danifica o exemplar capturado. A passividade das armadilhas luminosas ajuda a manter a integridade dos exemplares, auxiliando no processo de identificação. Com descrição dessas espécies foi possível fazer a primeira lista das espécies de crustáceos bentônicos capturados por armadilhas de luz no Atlântico. Também foi possível descrever novas espécies e fazer novos registros de espécie para a localidade, esse conhecimento é um grande aliado para conservação e preservação ambiental da localidade. Um estudo de longa duração é capaz de trazer respostas e conhecimento sobre a dinâmica da comunidade dos crustáceos e também de outros organismos.

As armadilhas luminosas são eficientes em capturar larvas de decapodas em seu estágio mais tardio, trazendo informações sobre a distribuição espacial e temporal destes indivíduos. Com essa ferramenta, vimos que a chegada das larvas na baía de Tamandaré tem um intervalo médio de 8 meses. Fatores como temperatura e presença e ausência de *swell* são positivamente determinantes, enquanto velocidade do vento é negativamente determinante para a distribuição dessas larvas, além de influenciar no intervalo de tempo em que estes animais chegam à baía de Tamandaré. Este foi o primeiro trabalho que descreveu a diversidade de larvas de *Brachyura* e *Anomura* em ambientes recifais luminosas no Oceano Atlântico Sul usando armadilhas. Estes resultados podem elucidar mais sobre a dinâmica das comunidades de crustáceos em regiões tropicais, além de auxiliar planos de manejo para os recursos pesqueiros tanto na APA Costa dos Corais, quanto em regiões tropicais com clima e dinâmica costeira semelhantes a baía de Tamandaré.

Foram descritas 3 espécies novas do gênero *Cleantiodes*, este gênero nunca havia sido descritos para o Brasil, tão pouco a famílias Holognatidae havia sido descrita para o Brasil. Com esses dados pode-se afirmar que a biodiversidade no Brasil ainda é subestimada, sendo necessário a intensificação de pesquisas e mais incentivos para ampliar o conhecimento sobre a fauna e flora e buscar meios para preservá-los.

## REFERÊNCIAS

- AHYONG, S. T. **Revision of the Australian stomatopod Crustacea** (Vol. 26). Sydney: Australian Museum, 2001.
- ALLDREDGE, A. L.; KING, J. M. Effects of moonlight on the vertical migration patterns of demersal zooplankton. **Journal of Experimental Marine Biology & Ecology**. 44(2): 133-156, 1980.
- AMARAL, A. C. Z.; JABLONSKI, S. Conservation of marine and coastal biodiversity in Brazil. **Conservation Biology**, 19(3): 625-631, 2005.
- ANDRADE, L. F.; JOHNSON, R.; SENNA, A. R. Description of the first species of Metharpinia (Crustacea: Amphipoda: Phoxocephalidae) from Brazil. **Zoologia** (Curitiba), 32(1): 33-40. 2015.
- ANGER, K. **The biology of decapod crustacean larvae: Crustacean Issues 14**. A.A. Balkema Publishers, Lisse. 419 p. 2001.
- ANGER, K. Contributions of larval biology to crustacean research: a review. **Invertebrate Reproduction and Development**, 49 (3): 175-205. 2006.
- BARNARD, J. L.; KARAMAN, G.S. The families and genera of marine gammaridean Amphipoda (except marine gammaroids). **Records of the Australian Museum**, 13(1-2):1-866. 1991.
- BARLETTA, M.; COSTA, M. F. Living and non-living resources exploitation in a tropical semi-arid estuary. **Journal of Coastal Research**, 371-375. 2009.
- BINKLEY, S. **The Pineal: Endocrine and Nonendocrine Function**, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 304p. 1988.
- BIRKELAND, C. Symbiosis, fisheries and economic development on coral reefs. **Trends in ecology and evolution**, 12(9): 364-367. 1997.
- CAMARGO, J. M. R. D.; ARAÚJO, T. C. M. D.; MAIDA, M.; USHIZIMA, T. M. Morfologia da plataforma continental interna adjacente ao município de Tamandaré, sul de Pernambuco-Brasil. **Revista brasileira de Geofísica**, 25: 79-89. 2007.
- CAMARGO, J. M. R.; ARAÚJO, T. C. M.; FERREIRA, B. P.; MAIDA, M. Topographic features related to recent sea level history in a sediment-starved tropical shelf: linking the past, present and future. **Regional Studies in Marine Science**, 2: 203-211. 2015.
- CARTE, B. K. Biomedical potential of marine natural products. **Bioscience**, 46(4): 271-286. 1996.
- COWLES, A.; HEWITT, J. E.; TAYLOR, R. B. Density, biomass and productivity of small mobile invertebrates in a wide range of coastal habitats. **Marine Ecology Progress Series**, 384: 175-185. 2009.



DELANEY, P. M. Isopods of the genus *Excorallana* Stebbing, 1904 from the Gulf of California, Mexico (Crustacea, Isopoda, Corallanidae). **Bulletin of Marine Science**, 34(1): 1-20. 1984.

DOHERTY, P. J.; Light-traps: Selective but useful devices for quantifying the distribution and abundances of larval fishes. **Bulletin of Fishery Marine Science**, 41: 423-431, 1987.

FERREIRA, B. P.; MAIDA, M. **Monitoramento dos recifes de coral do Brasil**. MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 2006.

FERREIRA, B. P.; COSTA, M. B. S. F.; COXEY, M. S.; GASPAR, A. L. B., VELEDA, D.; ARAUJO, M. The effects of sea surface temperature anomalies on oceanic coral reef systems in the southwestern tropical Atlantic. **Coral reefs**, 32(2): 441-454. 2013.

FINCHAM, A. A. Periodic swimming behaviour of amphipods in Wellington Harbour. **New Zealand Journal Marine Freshwater Research**, 8(3):505-21. 1974. doi: 10.1080/00288330.1974.9515521.

GLYNN, P. W.; ENOCHS, I. C. . Invertebrates and their roles in coral reef ecosystems. In: Dubinsky, Z., & Stambler, N. (Eds.). *Coral reefs: an ecosystem in transition*. **Springer Science & Business Media**, 273-325. 2011.

GOMES, C. M. M. Stomatopoda do Brasil (Crustacea-Hoplocarida). Doctoral dissertation, Tese de doutorado. **Zoologia, Instituto de Biociências, USP, São Paulo, Brasil**. 320p. 1986.

KRAMER, M. J.; BELLWOOD, D. R.; BELLWOOD, O. Benthic Crustacea on coral reefs: a quantitative survey. **Marine Ecology Progress Series**, 511: 105-116. 2014.

HALE, H. M. Notes on distribution and night collecting with artificial light. **Trans R Soc S Australia**, 70:70-76. 1953.

HAMNER, W. M.; CARLETON, J. H. Copepod swarms: attributes and role in coral reef ecosystems. **Limnology and Oceanography**, 24(1): 1-14. 1979.

HOGLUNG, E.; BALM, P. H. M.; WINBERG, S. Behavioural and neuroendocrine effects of environmental background colour and social interaction in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). **Journal of Experimental Biology**. 205: 2535-2543. 2002.

HOLMES, J. M. C.; O'CONNOR J. P. A portable light-trap for collecting marine crustaceans. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** 68(2): 235-238. 1988.

HUANG, Y. C.; HSIEH, H. J.; HUANG, S. C.; MENG, P. J.; CHEN, Y. S.; KESHAVMURTHY, S.; Y. NOZAWA1...; CHEN, C. A. Nutrient enrichment caused by marine cage culture and its influence on subtropical coral communities in turbid waters. **Marine Ecology Progress Series**, 423: 83-93. 2011.

HUYE, R. B.; KINGSOLVER, J. G. Evolution of thermal Sensitivity of Ectotherm **Performance TREE**. 4(5): 131-135. 1999.

ICMBio. **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais**. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/apacostadoscorais/plano-de-manejo>. Acesso em jul. 2019.

JONES, D. A. A new light trap for plankton. Pp. 487-93 in D. J. Crisp (ed.) Fourth European Marine Biology Symposium. Cambridge University Press, London. 599 pp. 1971.

JONES, D. A.; PEACOCK, N.; PHILLIPS, O. F. M. Studies on the migration of *Tritaeta gibbosa*, a subtidal benthic amphipod. **Netherlands Journal of Sea Research**, 7: 135-149. 1973.

KEHAYIAS, G.; TSOUNIS, L. *Argulus japonicus* Thiele, 1900 (Crustacea: Branchiura) collected in light traps—First record from Greece. **Biharean Biologist**, 13(1): 44-46. 2019.

KENSLEY, B.; SCHOTTE, M. Guide to the marine isopod crustaceans of the Caribbean. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C., and London. 308p. 1989.

LEÃO, Z. M.; KIKUCHI, R. K.; FERREIRA, B. P.; NEVES, E. G.; SOVIERZOSKI, H. H.; OLIVEIRA, M. D. ...; JOHNSON, R. Brazilian coral reefs in a period of global change: A synthesis. **Brazilian Journal of Oceanography**, 64: 97-116. 2006.

LECAILLON, G. The "C.A.R.E." (collect by artificial reef eco-friendly) system as a method of producing farmed marine animals for the aquarium market: An alternative solution to collection in the wild. **SPC Live Reef Fishery Inf. Bulletin**, 12: 17-20. 2004.

MAIDA, M.; FERREIRA, B. P. Coral reefs of Brazil: an overview. In: Proceedings of the 8th international coral reef symposium. Smithsonian Tropical Research Institute Panamá. 74p. 1997.

MCLEOD, L. E.; COSTELLO, M. J. Light traps for sampling marine biodiversity. **Helgoland Marine Research**, 71(1): 1-8. 2017.

MELO, G. A. S. Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. 1 ed. São Paulo: Plêiade, 604p. 1996.

MELO, G. A. S. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea, Astacidea. São Paulo: Plêiade/FAPESP, 556p. 1999.

MELO, P. A. M. C.; SILVA, T. A.; NEUMANN, L. S.; SCHWAMBORN, R.; GUSMÃO, L. M. O.; PORTO, N. F. Demersal zooplankton communities from tropical habitats in the southwestern Atlantic. **Marine Biology Research**, 6: 530-541, 2010.

MILICICH, M. J.; DOHERTY, P. J. Larval supply of coral reef fish populations: magnitude and synchrony of replenishment to Lizard Island, Great Barrier Reef. **Marine Ecology-Progress Series**, 110: 121-121. 1994.

MWALUMA, M. J.; ARARA, K. B.; OSORE, K. M.; ROSMOWO, J. A cost effective light trap for sampling tropical fish and crustacean larvae, Western Indian **Ocean Journal of Marine Science**, 8(2): 231-237, 2009.

- NERY, L. E.; CASTRUCCI, A. M. Crustacean chromatophore: endocrine regulation and intracellular signalling systems. In *The crustacean nervous system* Springer, Berlin, Heidelberg. 98-112. 2002.
- PLAISANCE, L.; KNOWLTON, N.; PAULAY, G.; MEYER, C. Reef-associated crustacean fauna: biodiversity estimates using semi-quantitative sampling and DNA barcoding. **Coral Reefs**, 28(4): 977-986. 2009.
- PORTER, S. S.; ECKERT, G. L.; BYRON, C. J.; FISHER, J. L. Comparison of light traps and plankton tows for sampling brachyuran crab larvae in an Alaskan Fjord. **Journal of Crustacean Biology**. 28(1): 175–9. 2008.
- QUEIROGA, H.; BLANTON, J. Interactions between behavior and physical forcing in the control of horizontal transport of decapod crustacean larvae. **Advances in Marine Biology**, 47: 107-214. 2005.
- SALA, E.; KNOWLTON, N. Global marine biodiversity trends. *Annu. Rev. Environmental Resource*, 31: 93-122. 2006.
- SANTOS, G. S.; STEMMANN, L.; LOMBARD, F.; SCHWAMBORN, R. Are tropical coastal reefs sinks or sources of mesozooplankton? A case study in a Brazilian marine protected area. **Coral Reefs**, 38(6): 1107-1120. 2019.
- SASTRY, A. N. Ecological aspects of reproduction. **The biology of Crustacea**, 8: 179-270. 1983.
- SILVA, E. D. S.; SOUZA-FILHO, J. F. Species of Excorallana (Isopoda, Corallanidae) from northern and northeastern Brazil, with description of a new species, *Excorallana lemoscastroi* sp. nov. **Nauplius**, 25: 1-21. 2017. <https://doi.org/10.1590/2358-2936e2017026>.
- STELLA, R.; SETTE, G.; MORESSA, A.; GALLINA, A.; ALOISI, A. M.; ANGELETTI, R.; BIANCOTTO, G. LC-HRMS/MS for the simultaneous determination of four allergens in fish and swine food products. **Food Chemistry**, 331: 1-9. 2020.
- SPALDING, M.; SPALDING, M. D.; RAVILIOUS, C.; GREEN, E. P. *World atlas of coral reefs*. University of California Press. 2001.
- TOR, A.; DEUDERO, S.; CARBONELL, A.; GOÑI, R.; STOBART, B. Coastal meroplanktonic larval stages of peninsula de Llevant natural reserve determined with light traps. **Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears**, 53: 193-202. 2010.
- WANG, J. W.; CHIOU, T. H. Three new records of Nannosquillidae from Taiwan with notes on their ecology (Crustacea, Stomatopoda, Lysiosquilloidea). **ZooKeys**, 721: 33-43. 2017. doi: 10.3897/zookeys.721.20588.

## 6 ANEXO A - THREE NEW SPECIES OF THE GENUS *Cleantioides* KENSLEY & KAUFMAN, 1978 (ISOPODA: VALVIFERA) FROM BRAZIL, WITH NEW RECORD OF THE FAMILY HOLOGNATHIDAE FROM BRAZIL

JOURNAL OF NATURAL HISTORY 2022, VOL. 56, NOS. 13–16,  
923–941  
<https://doi.org/10.1080/00222933.2022.2056538>



### Three new species of the genus *Cleantioides* Kensley and Kaufman, 1978 (Isopoda: Valvifera) from Brazil, with new record of the family Holognathidae from Brazil

Aurinete Oliveira Negromonte<sup>a,b</sup>, Debora Lucatelli<sup>a</sup>, Ricardo José de Carvalho Paiva<sup>a</sup> and Jesser F. Souza-Filho<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup>Museu de Oceanografia Petrônio Alves Coelho, Federal University of Pernambuco (MOUFPE) Laboratório de Carcinologia, Recife, Brazil;  
<sup>b</sup>Programa de Pós-Graduação em Oceanografia (PPGO), Departamento de Oceanografia (DOCEAN), Federal University of Pernambuco (UFPE), Recife, Brazil

#### ABSTRACT

Three new species of the genus *Cleantioides* are described from Tamandaré Bay, Pernambuco, Brazil. They were collected with light traps near a reef area of the Marine Protected Area 'Costa dos Corais'. *Cleantioides garciachartoni* sp. nov., *C. pandemus* sp. nov. and *C. tamandarensis* sp. nov. are distinguished from their congeners mainly by the shape of the pleotelson and the ornamentation of the pereopods. The genus *Cleantioides* is recorded for the first time from the south-western Atlantic, while the family Holognathidae is recorded for the first time from the Brazilian coast.

<http://www.zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:pub:81E271D7-9838-4CC6-B4E8-10008985C35E>

#### ARTICLE HISTORY

Received 1 September 2021  
Accepted 17 March 2022

#### KEYWORDS

Crustacea; taxonomy; new taxon; benthos; south-western Atlantic

### Introduction

The genus *Cleantioides* Kensley and Kaufman, 1978 is mainly defined by the body very parallel-sided, antennal flagellum composed by a large article, maxillipedal palp 4-segmented, coxae visible on pereonites 2–7, pereopod 4 reduced, pleon composed of three complete and one incomplete pleonites, plus pleotelson and uropod uniramous (exopod absent) (Kensley and Kaufman 1978). The species of this genus inhabit shallow waters, including estuaries, sand beaches and the continental shelf (0–20 m depth); some species live in hollow dead seagrass stems, with their body colour pattern perfectly matching the stolons (Kensley and Clark 1998; Poore 2001).

The genus comprises 13 species so far, four being found in Central America (Kensley and Kaufman 1978; Brusca and Wallerstein 1979a; Kensley 1987), five in the north-western Pacific (Richardson 1912; Kussakin 1982; Kwon and Kim 1992), one in South Africa (Barnard 1925), two in southern Australia (Poore and Lew Ton 1990) and one from northern Australia (Poore 2012). One record of *C. planicauda* Benedict, 1899 from south-eastern Brazil was made by Liu and Poore (2013), but all the references cited in Table 1 are from the northern hemisphere and do not include material from Brazil. Therefore, we consider this record a mistake.

**CONTACT** Jesser F. Souza-Filho [jesser.fidelis@ufpe.br](mailto:jesser.fidelis@ufpe.br)

© 2022 Informa UK Limited, trading as Taylor & Francis Group

Published online 19 Aug 2022



**Table 1.** Species list, with geographical distribution and references, for the genus *Cleantioides* Kensley and Kaufman, 1978. The new species described in the present paper are formatted in bold.

Species	Geographical distribution	References
<i>C. albaniensis</i> Poore and Lew Ton 1990	Southern Australia	Poore and Lew Ton (1990)
<i>C. bruscai</i> (Kensley 1987)	Belize	Kensley (1987) and Kensley and Schotte (1989)
<i>C. carpentaria</i> Poore 2012	Australia, Queensland, east and west coasts of Cape York at c. 18°S; to 5 m depth	Poore (2012)
<i>C. emarginata</i> Kwon and Kim 1992	Korea; China	Kwon and Kim (1992) and Liu and Poore (2013)
<i>C. japonica</i> Richardson, 1912	Japan; Korea	Richardson (1912), Nierstrasz (1941) and Kwon (1986)
<i>C. natalensis</i> Barnard 1925	South Africa	Barnard (1925, 1936, 1955) and Kensley and Kaufman (1978)
<i>C. occidentalis</i> Richardson 1899	Western North America	Richardson (1899, 1905), Schultz (1969), Kensley (1978), Brusca and Wallerstein (1979a, 1979b) and Brusca and Iverson (1985)
<i>C. planicauda</i> Benedict 1899	Florida; southern Mexico to Georgia; Caribbean	Benedict (1899) (in Richardson 1899), Richardson (1905), Schultz (1969), Brusca and Wallerstein (1979b), Clark and Robertson (1982) and Brusca and Iverson (1985)
<i>C. poorei</i> Kwon and Kim 1992	Korea	Kwon and Kim (1992) and Nunomura (2011)
<i>C. rotundata</i> Kussakin 1982	Japan	Kussakin (1982) and Nonumura et al. (2017)
<i>C. striata</i> Poore and Lew Ton 1990	Eastern Australia	Poore and Lew Ton (1990)
<i>C. verecundus</i> Kensley and Clark 1998	Florida	Kensley and Clark (1998)
<i>C. vonprahli</i> Ramos and Ríos 1988	Colombia	Ramos and Ríos (1988)
<i>C. garciachartoni</i> sp. nov.	<b>Tamandaré Bay and Boa Viagem Beach, Pernambuco, Brazil</b>	<b>Present study</b>
<i>C. pandemus</i> sp. nov.	<b>Tamandaré Bay, Pernambuco, Brazil</b>	<b>Present study</b>
<i>C. tamandaresis</i> sp. nov.	<b>Tamandaré Bay, Pernambuco, Brazil</b>	<b>Present study</b>



In this paper, we describe three new species of the genus *Cleantioides* from Northeast Brazil, comprising a new record of the genus *Cleantioides* from the south-western Atlantic and a new record of the family Holognathidae from Brazilian waters.

## Material and methods

All the specimens examined were collected via light traps (CARE® type 'Capture by Artificial Reef Eco-friendly', ECOCEAN) in the reef area from Tamandaré Bay, Pernambuco State, Brazil (8.752°-8.795°S, 35.11°-35.105°W) as part of Project PELD Tamandaré - Long Term Ecological Research Program (Process number: 441632/2016- 5). Samples were collected monthly at night for 5 years, during the new moon. The superficial temperature during the sample period (2011 to 2016) varied between 24 and 29°C, with a local depth of about 10 m.

The samples were preserved in 70% ethyl alcohol and deposited in the crustacean collection of Museu de Oceanografia Prof. Petrônio Alves Coelho of Federal University of Pernambuco (MOUFPE), Recife, Brazil. The specimens were dissected and examined under a stereomicroscope; the appendages and mouthparts were mounted on glass slides, sealed with glycerol jelly and illustrated using a camera lucida connected to a light microscope (Leica DM300) and stereomicroscope (Nikon SMZ 800). The crustacean setae classification proposed by Watling (1989) is here adopted.

List of abbreviations: A, antenna; Hb, habitus; Md, mandible; Mx, maxilla; Mxp, max-iliped; P, pereopod; PP, penile papillae; Pl, pleopod; PT, pleotelson; Ur, uropod; l, left; r, right.

## Taxonomy

**Order ISOPODA Latreille, 1817 Suborder  
VALVIFERA G.O. Sars, 1883  
Family HOLOGNATHIDAE Thomson, 1904  
*Cleantioides* Kensley and Kaufman, 1978**

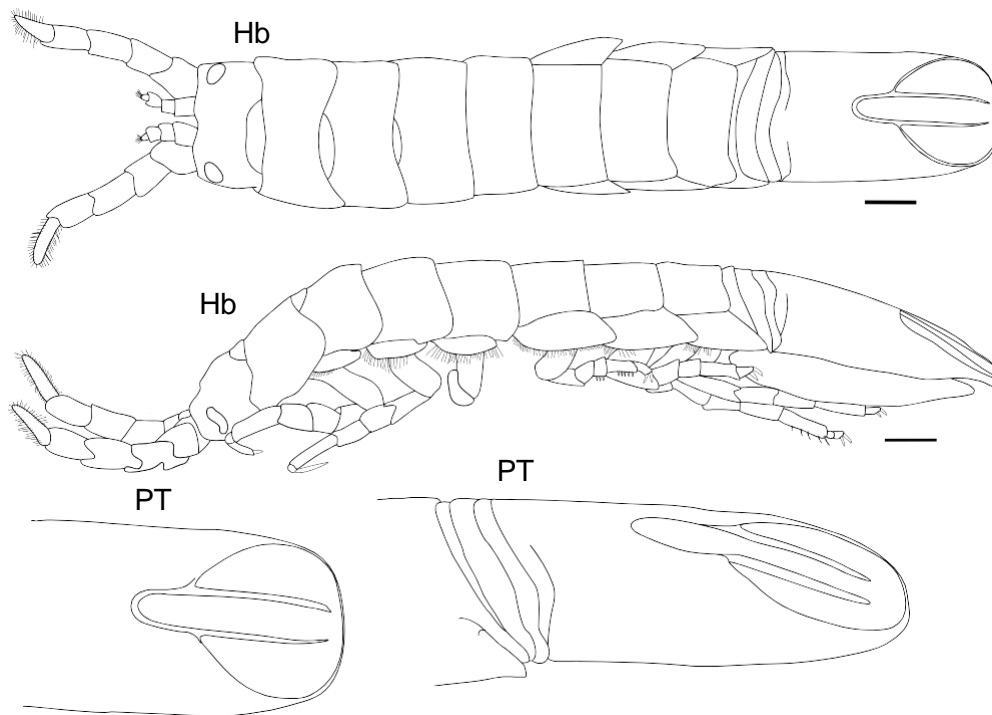
### ***Cleantioides garciachartoni* sp. nov. (Figures 1–4)**

*Cleantioides verecundus* – Correia, Vasconcelos and Rosa-Filho, 2021: 79 (not *Cleantioides verecundus* Kensley and Clark 1998)

#### ***Type material***

***Holotype.*** Male (3.1 mm), Tamandaré Bay, Pernambuco (8.77°S, 35.09°W), #2 light trap, 23 October 2014, MOUFPE 20051.

***Paratypes.*** 1 male, same as holotype, #1 light trap, 7 September 2012, MOUFPE 20052. 1 male, same as holotype, #2 light trap, 25 January 2012, MOUFPE 20053. 1 male, same as holotype, #2 light trap, 8 October 2013, MOUFPE 20054. 1 male, same as holotype, #2 light trap, 14 September 2012, MOUFPE 20055. 1 male, same as holotype, #1 light trap, 21 July 2012, MOUFPE 20056. 1 male, same as holotype, #2 light trap,



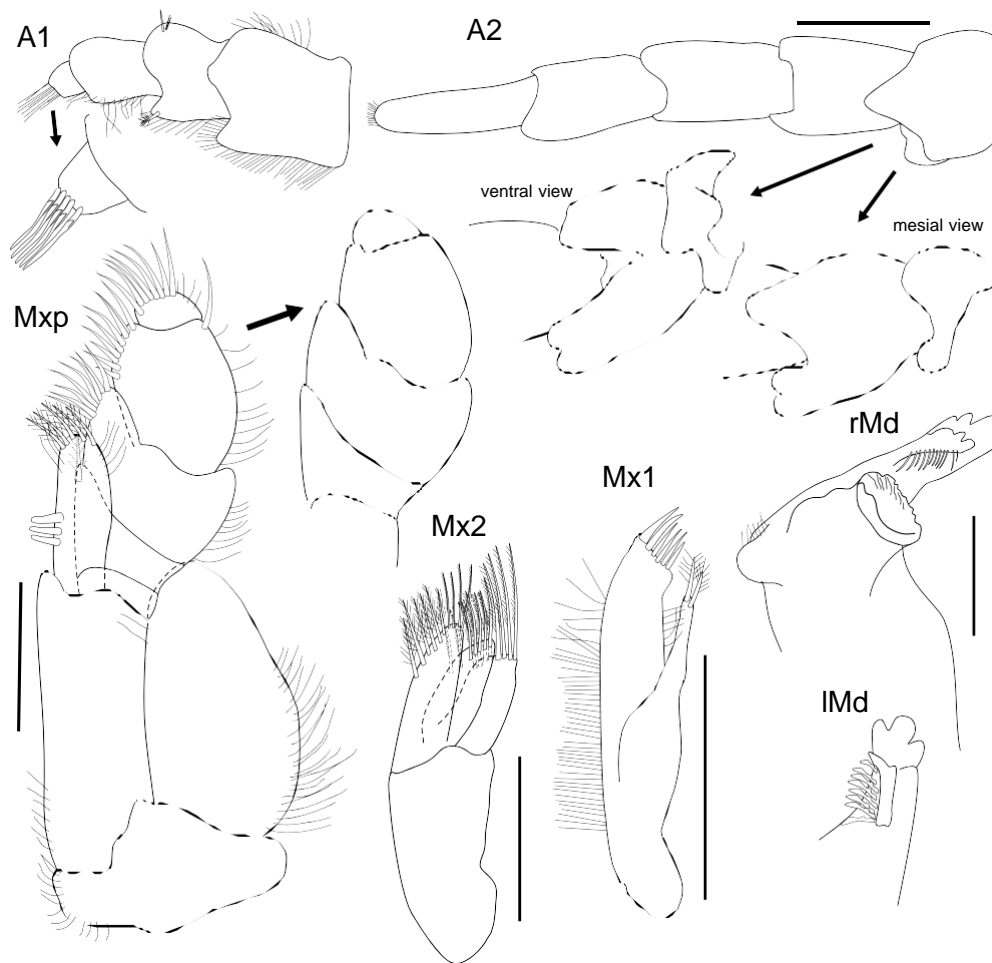
**Figure 1.** *Cleantioides garcichartoni* sp. nov. Holotype, male (3.1 mm), Tamandaré Bay, Pernambuco(8.77°S, 35.09°W), MOUFPE 20051. Abbreviations: Hb, habitus; PT, pleotelson, Scale bars: 0.5 mm.

15 September 2012, MOUFPE 20057. 1 male, same as holotype, #1 light trap,  
 14 September 2012, MOUFPE 20058. 1 male, same as holotype, #2 light trap,  
 14 September 2012, MOUFPE 20059. 1 male, Boa Viagem Beach, Recife, 22 December 2017,  
 in association with *Gracilaria* sp., MOUFPE 19991 (material used by Correia et al. 2021).

**Diagnosis.** Body 5.1x longer than wide, lacking plumose setae. Antenna 2 article 2 with a strong and triangular dorsomesial process, ventromesial process with bilobed apex and shorter than dorsomesial process. Coxae 5-7 and epimeral plates 1-4 without plumose setae on posterior margin. Pereopod 4 propodus with robust simple setae; dactylus with unguis and bifid. Pleotelson dorsally convex, 0.26x total body length, 1.6x longer than wide; dorsum of distal half with oblique circular plane inclined  $\sim 11^\circ$  from horizontal, occupying 0.47x of pleotelson length, well defined by a sharp marginal ridge extending 4/5 of the way around, bearing a shallow depression extending from near first 1/3 of pleotelson length to distal margin and 2 submedian longitudinal rounded ridges (best seen in lateral view). Ridges not reaching posterior margin.

**Description.** Based on holotype.

Body 5.1x longer than wide, dorsal margin densely rugose. Head 1.9x wider than long, with anteromesial excavated depression, and small mesial pseudorostrum; posterior margin convex. Eyes dorsolateral, reniform and pigmented. Coxae 5-7 and epimeral

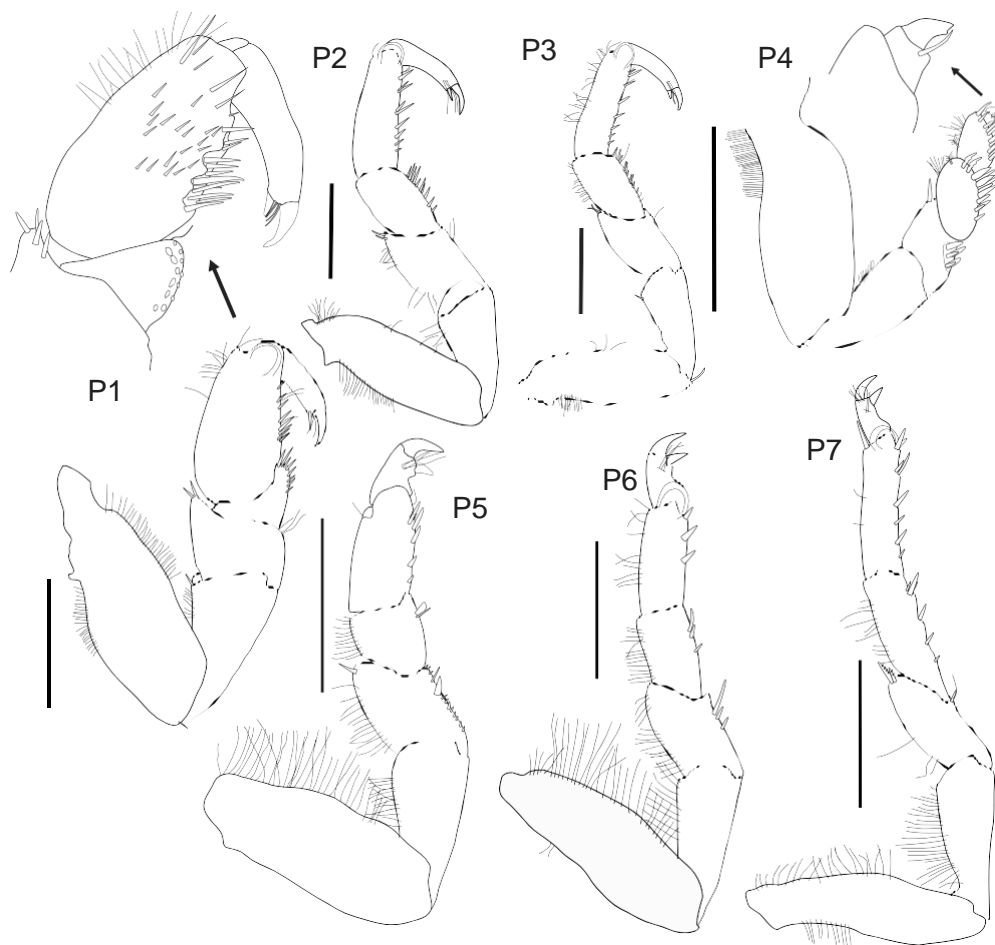


**Figure 2.** *Cleantioides garcichartoni* sp. nov. Holotype, male (3.1 mm), Tamandaré Bay, Pernambuco (8.77°S, 35.09°W), MOUFPE 20051. Abbreviation: A, antenna; Md, mandible; Mx, maxilla; Mxp, max- iliped; l, left; r, right. Scale bars: 0.1 mm.

plates 1-4 without plumose setae on posterior margin. Pleotelson 0.26x total body length, 1.6x longer than wide, lacking setae. Pleonite 1 free and articulated, barely visible under pereonite 7. Pleonites 2-3 well defined but not articulated, pleonite 4 fused medially only, lateral margin hidden under pleonite 2; remaining pleotelson parallel-sided and with semicircular apex; dorsum of distal half with oblique circular plane inclined  $\sim 11^\circ$  from horizontal, occupying 0.47x of pleotelson length, well defined by a sharp marginal ridge extending 4/5 of the way around, bearing a shallow depression extending from near first 1/3 of pleotelson length to distal margin and 2 submedian longitudinal rounded ridges (best seen in lateral view), ridges not reaching posterior margin.

Antenna 1 slightly longer than article 2 of antenna 2 peduncle; lateral margins setose, article 1 peduncle as long as wide; flagellum about 1/3 length of last article of peduncle, with 4 apical aesthetascs. Antenna 2 0.25x length of body, article 2 with a ventromesial process with bilobed apex and shorter than dorsalmesial process; flagellum 1-articulate,

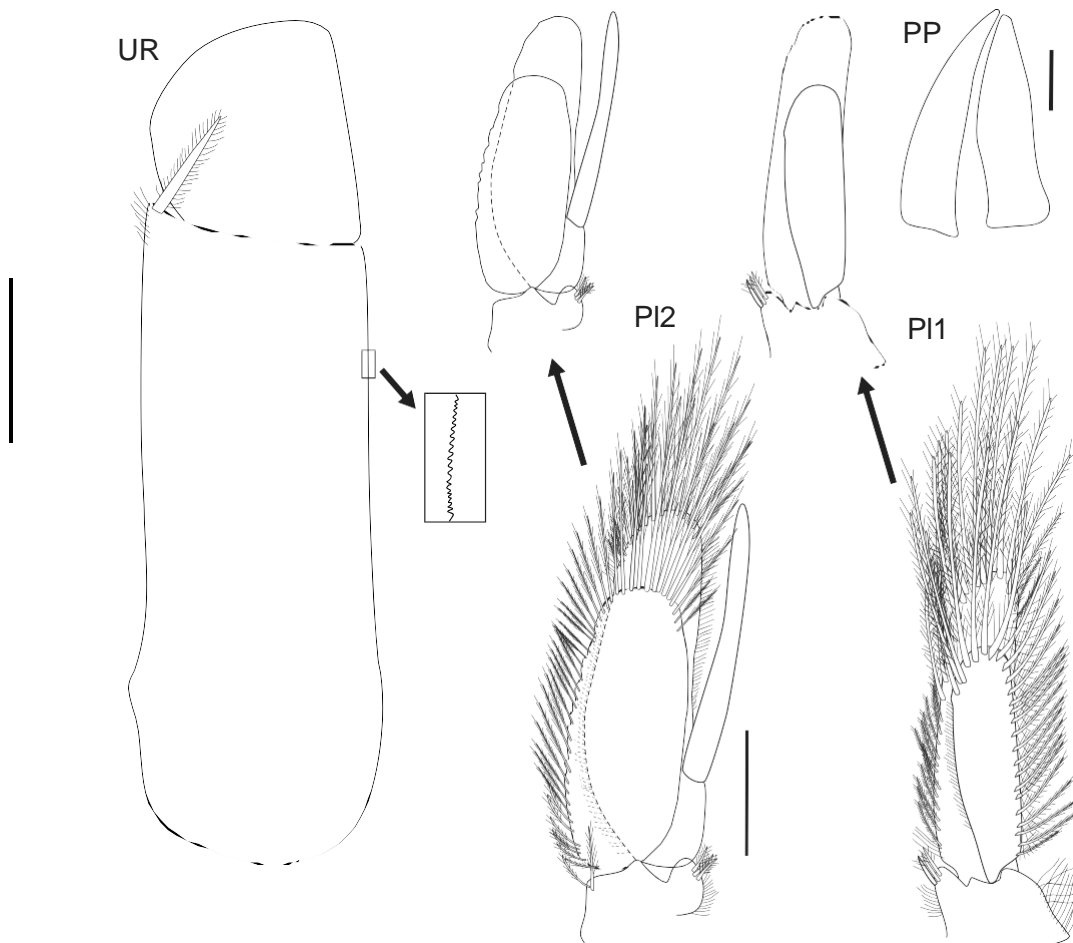




**Figure 3.** *Cleantioides garcichartoni* sp. nov. Holotype, male (3.1 mm), Tamandaré Bay, Pernambuco(8.77°S, 35.09°W), MOUFPE 20051. Abbreviation: P, Pereopod. Scale bars: 0.1 mm.

0.25x total antenna length, and a tuft of setae distally. Mandible molar columnar and tritulative; incisor with 4 teeth, right *lacinia mobilis* with 3 teeth, left bifid. Maxilla 1 outerplate with a row of setules, distal margin with 6 robust setae, inner plate shorter than outer plate, bearing 2 robust and plumose setae distally. Maxilla 2 outer plate with an oblique row of 11 plumose setae; middle and inner plate with a row of 7 and 8 plumose setae, respectively. Maxillipedal endite with 2 and 3 robust setae on lateral margin, left and right, respectively, 1 plumose seta mesially and 6 on transverse apex; palp 0.37x wider than length, 5 articles visible but suture between 2 and 3 not articulated; articles 2-5 mesially setose; article 3 mesiodistally lobed; article 5 wider than long, 0.25x length of article 4; epipod tapering and distally rounded, outer margin setose.

Pereopod 1 basis with dorsal and ventral margins setose; ventral margins of merus, carpus and propodus with dense robust setation; propodus almost twice as long as wide. Pereopods 2 and 3 similar, basis with a tuft of slender setae on ventral margin; ischium longer than merus, distal margin widened; merus with dorsodistal margin slightly



**Figure 4.** *Cleantioides garcichartoni* sp. nov. Holotype, male (3.1 mm), Tamandaré Bay, Pernambuco (8.77°S, 35.09°W), MOUFPE 20051. Abbreviations: PP, penile papillae; PI, pleopod; Ur, uropod. Scale bars: 0.1 mm.

produced and bearing a tuft of robust setae; carpus shorter than propodus, with a line of robust setae on ventral margin, dorsal margin of pereopod 3 with a line of slender setae; propodus 2.9x longer than wide, with a line of robust setae on ventral margin, dorsal margin of pereopod 3 with a line of slender setae; dactylus well developed, curved and bearing a distal unguis. Pereopod 4 shortened, 0.45x length of pereopod 3, basis with a slender seta on first third of ventral margin; ischium with slender dorsal setae; merus with a robust seta on anterodistal angle; merus, carpus and propodus with posterodistal U-shaped rows of 5, 7 and 8 robust setae, respectively; dactylus reduced with unguis almost bifid and bearing a long seta. Pereopod 5 longer than 4, basis, ischium and merus with a row of long slender setae on dorsal margin; merus and carpus with a single robust seta on ventral margin, dactylus hooked and bifid, bearing a long seta. Pereopods 6 and 7 more elongated than 5. Pereopod 6 merus, carpus and propodus with 3 robust setae on ventral margin; dactylus hooked and bifid, bearing a long seta. Pereopod 7, basis, ischium



and carpus with a row of long setae on dorsal margin; merus and carpus with a single robust seta on ventral margin; carpus and propodus with a line of robust setae on ventral margin, dactylus hooked and bifid, bearing a long seta.

Pleopod 1 peduncle with 3 robust setae; inner ramus longer than outer ramus (1.3x). Pleopod 2 peduncle with 3 robust setae on inner margin; inner ramus longer than outer ramus (1.2x), outer ramus semicircular, outer margin crenulate; appendix masculina inserted mesially and slightly surpassing distal margin of inner ramus. Penial plate 1.6x longer than wide, double-waisted, with excavated distal margin. Pleopod 2 with appendix masculina 1.27x as long as endopod, with rounded apex, distally with numerous superficial spines. Uropodal peduncle 2.8x longer than wide, with a plumose seta on outer distal angle; inner margin crenulate; endopod almost as wide as long, distally rounded.

**Etymology.** The species epithet is in honour of Dr José Antonio García Charton from the University of Murcia, Facultad de Biología, Murcia, Spain, for his contribution to the ecology of the community collected with light traps during the Project PELD Tamandaré, where the new species was found.

**Remarks.** *Cleantioides garciachartoni* sp. nov. resembles *C. verecundus* in the presence of 2 longitudinal ridges on the dorsum of pleotelson. However, *C. garciachartoni* sp. nov. differs from the latter in the following characters (*C. verecundus* in parentheses): presence of a shallow depression extending from near first 1/3 of pleotelson length to distal margin (vs shallow depression absent); outer margin of maxilliped endite setose (vs lacking setae); coxae 5-7 subrectangular, posteriorly narrowly subacute (vs coxae 5-7 ovate, posteriorly narrowly rounded); dorsal margin of pereopods 1-3 and 5-7 less setose (vs densely setose); ventral margin of basis of pereopods 1-3 and 7 setose (vs lacking setae), and appendix masculina surpassing endopod apex (vs not surpassing endopod apex).

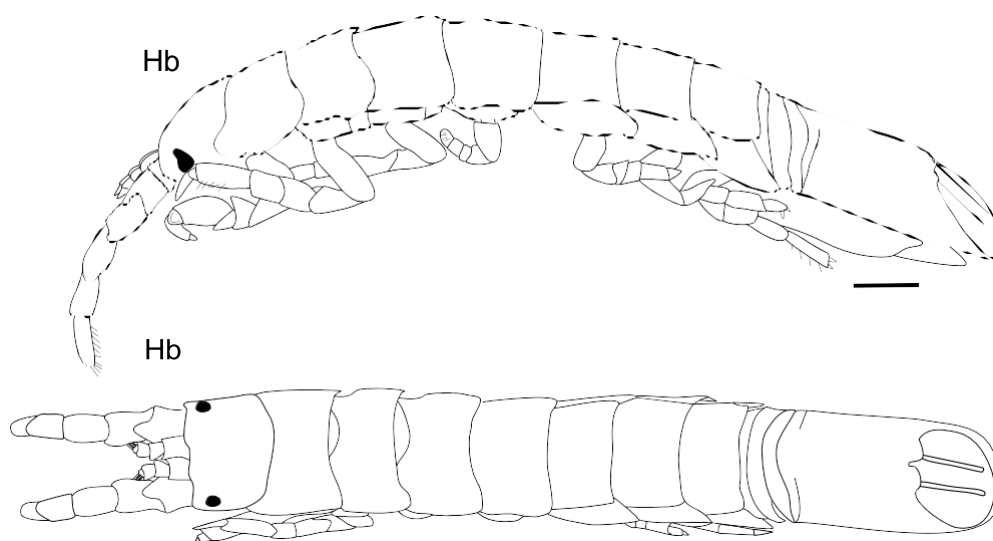
*Cleantioides garciachartoni* sp. nov. is easily distinguished from *C. pandemus* sp. nov. and *C. tamandaresis* sp. nov. by the shape of the pleotelson, including the presence of a shallow depression extending before the oblique circular plane (absent in both species), and dorsum of distal half with oblique circular plane inclined  $-11^\circ$  from the horizontal (with the inclination being  $20^\circ$  in *C. pandemus* sp. nov. and  $35^\circ$  in *C. tamandaresis* sp. nov.). Also, *C. garciachartoni* differs from *C. pandemus* in having the ventromesial bilobed process on the article 2 of antenna 2 shorter than dorsomesial process, while it is much longer in the latter.

### ***Cleantioides pandemus* sp. nov. (Figures 5–8)**

#### **Type material**

**Holotype.** Male (2.7 mm), Tamandaré Bay, Pernambuco ( $8.77^\circ\text{S}$ ,  $35.09^\circ\text{W}$ ), #2 light trap, 25 September 2014, MOUFPE 20060.

**Paratypes.** 1 male, same as holotype, #2 light trap, 3 October 2013, MOUFPE 20061. 1 male, same as holotype, #1 light trap, 21 July 2012, MOUFPE 20062. 1 male, same as holotype, #2 light trap, 25 September 2014, MOUFPE 20063.



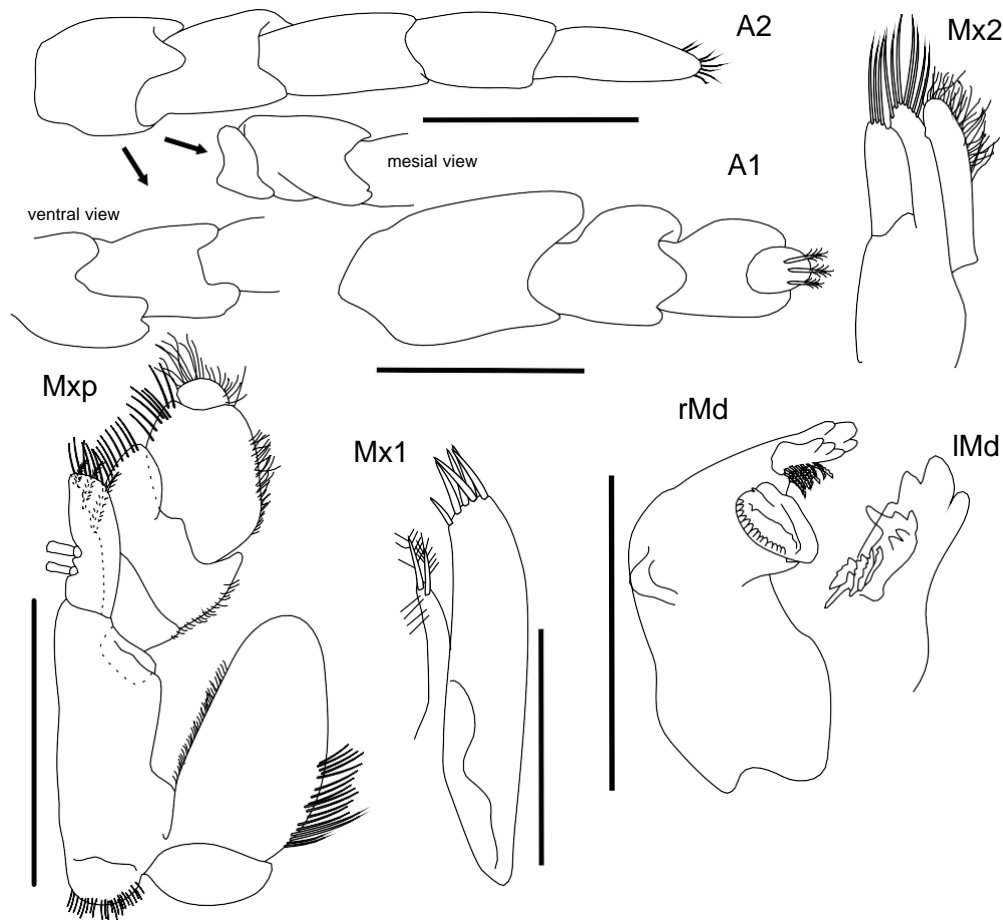
**Figure 5.** *Cleantioides pandemus* sp. nov. Male (2.7 mm), Tamararé Bay, Pernambuco (8.77°S, 35.09°W), MOUFPE 20060. Abbreviation: Hb, habitus. Scale bars: 0.5 mm.

**Diagnosis.** Body 5.6x longer than wide, lacking plumose setae. Antenna 2 article 2 with a ventromesial process with bilobed apex and much longer than dorsalmesial process. Pereopod 4 propodus with a robust seta tridentate distally; dactylus without unguis and with rounded tip. Pleotelson dorsally almost straight, 0.3x total body length, 1.9x longer than wide; dorsum of distal half with oblique circular plane inclined  $\sim 20^\circ$  from horizontal, occupying 0.44 of pleotelson length, well defined by a sharp marginal ridge extending all around, with 2 submedian poorly developed rounded-edged lobes dorsally separated by a very faint furrow, followed by 2 submedian longitudinal rounded ridges (best seen in lateral view). Ridges not reaching posterior margin.

**Description.** Based on holotype.

Body 5.6x longer than wide, dorsal densely rugose. Head 1.5x wider than long, with anteromesial excavated depression; posterior margin convex. Eyes dorsolateral, reniform. Coxae 5-7 and epimeral plates 1-4 without plumose setae on posterior margin. Pleotelson 0.3x total body length, 1.9x longer than wide, lacking setae. Pleonite 1 free and articulated, barely visible under pereonite 7. Pleonites 2-3 well defined but not articulated, pleonite 4 fused medially only, lateral margin hidden under pleonite 2; remaining pleotelson parallel-sided and with semicircular apex; dorsum of distal half with oblique circular plane inclined  $\sim 20^\circ$  from horizontal, occupying 0.44x of pleotelson length, well defined by a sharp marginal ridge extending all around, dorsally with 2 submedian poorly developed rounded-edged lobes separated by a very faint furrow, followed by 2 submedian longitudinal rounded ridges (best seen in lateral view); ridges not reaching posterior margin.

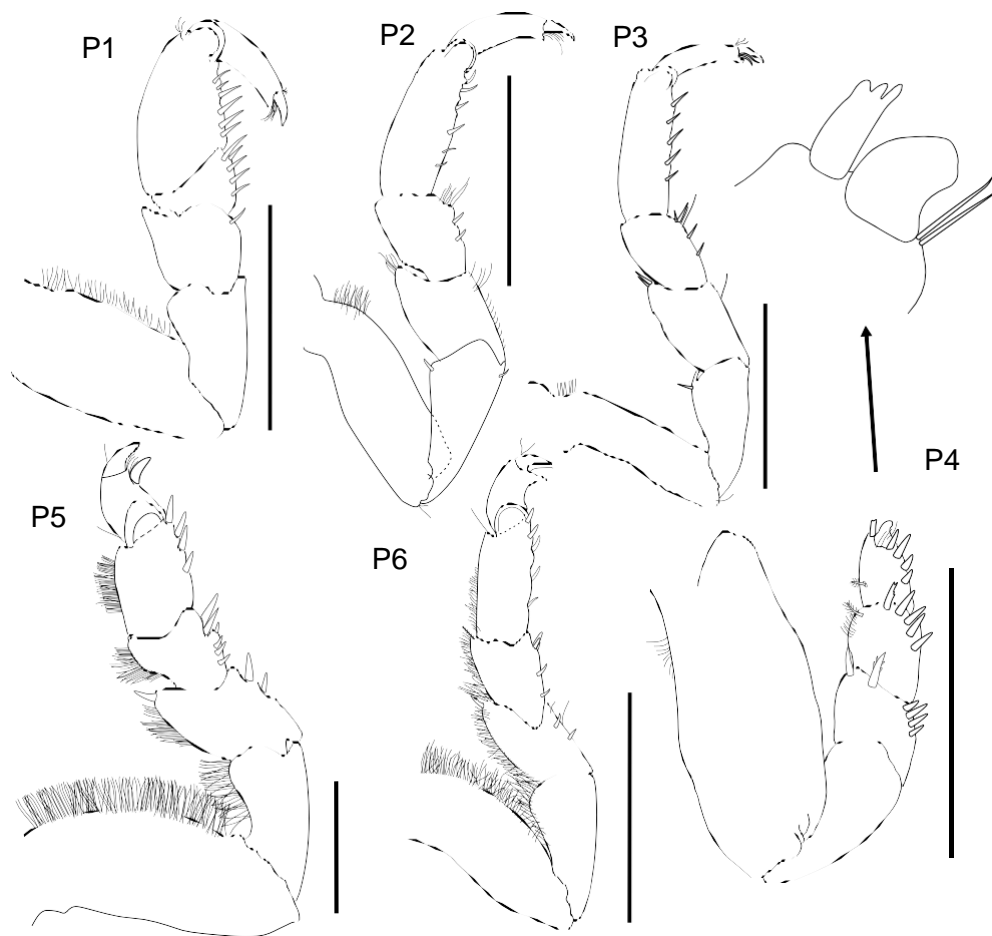
Antenna 1 reaching  $\sim 1/3$  of article 3 of antenna 2 peduncle; peduncle article 1 1.2x wider than long; flagellum  $\sim 4/5$  length of article 3 peduncle, with 3 apical plumose setae. Antenna 2 0.26x length of body, article 2 with a ventromesial process with bilobed apex



**Figure 6.** *Cleantioides pandemus* sp. nov. Male (2.7 mm), Tamandaré Bay, Pernambuco (8.77°S, 35.09°W), MOUFPE 20060. Abbreviations: A, antenna; Md, mandible; Mx, maxilla; Mxp, maxilliped. Scale bars: 0.1 mm.

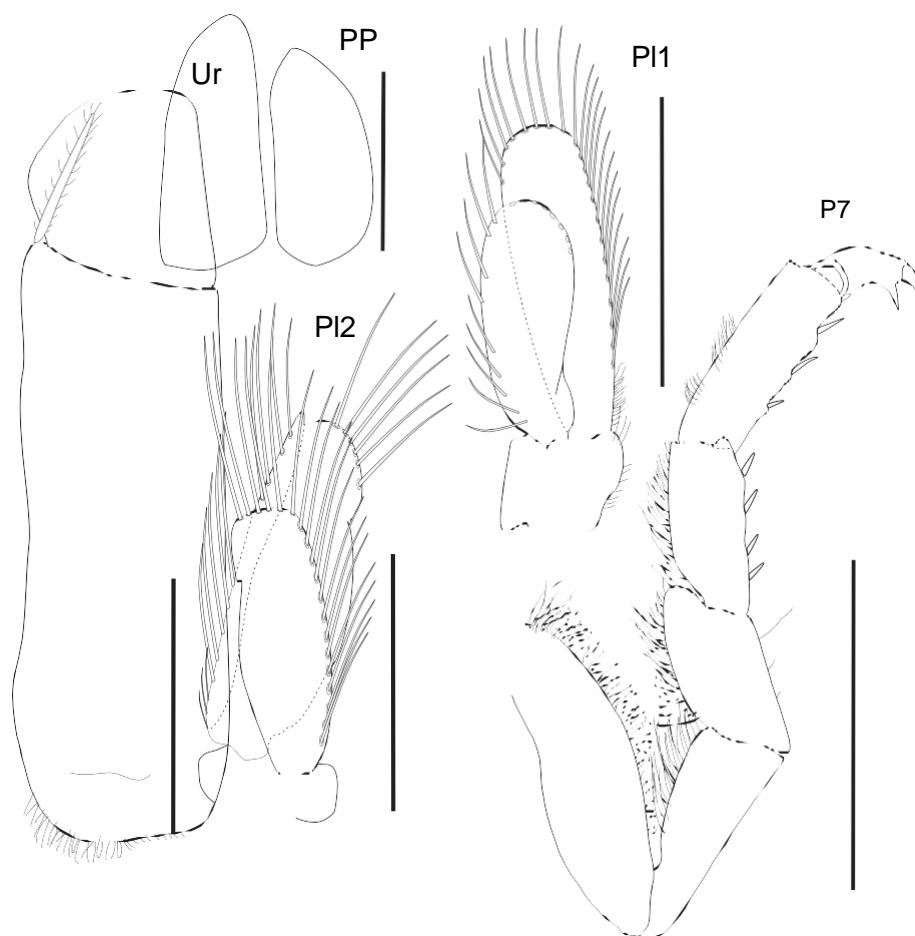
and much longer than dorsomesial process; flagellum 1 articulated, 0.22x total antennal length, and a tuft of setae distally. Mandible molar columnar and tritulative; right incisor with 3 teeth, right *lacinia mobilis* with 3 teeth, and left with 5 teeth. Maxilla 1 outer plate without a row of setules, distal margin with 6 robust setae, inner plate shorter than outer plate, bearing 2 robust and plumose setae distally. Maxilla 2 outer plate with an oblique row of 11 plumose setae; middle and inner plate with a row of 7 and 8 plumose setae, respectively. Maxillipedal endite with 2 robust setae on lateral margin, 6 slender setae distally and 3 on transverse apex; palp width 0.37x length, 5 visible articles; articles 2-5 setose mesially; article 3 lobed mesiodistally; article 5 wider than long, 0.25x length of article 4; epipod tapering and rounded distally.

Pereopod 1 basis with setose dorsal margin; ventral margin of merus with only 1 robust seta, carpus and propodus with dense robust setation; propodus almost 2x longer than wide. Pereopods 2 and 3 similar, basis without setae on ventral margin, dorsal margin with a proximal tuft of slender setae; ischium longer than merus, distal margin widened, with



**Figure 7.** *Cleantioides pandemus* sp. nov. Male (2.7 mm), Tamandaré Bay, Pernambuco (8.77°S, 35.09°W), MOUFPE 20060. Abbreviation: P, pereopod. Scale bars: 0.1 mm.

a robust seta on dorsodistal angle (pereopod 2 with a robust seta on ventrodistal angle); merus with dorsodistal angle slightly produced; carpus and propodus with robust setae on ventral margin; carpus shorter than propodus, with a line of robust setae on ventral margin, dorsal margin of pereopod 3 lacking setae; propodus longer than wide (2.4x pereopod 2 and 2.9x pereopod 3), with a line of robust setae on ventral margin, dorsal margin of pereopod 3 with a line of slender setae; dactylus well developed, curved and bearing a distal unguis. Pereopod 4 0.45x length of pereopod 3, ischium with 2 robust setae; merus, carpus and propodus with posterodistal U-shaped rows of 10, 12, and 8 robust setae, respectively; propodus with a robust seta tridentate distally; dactylus without unguis and with rounded tip. Pereopod 5 longer than 4, basis, ischium and merus with a row of long slender setae on dorsal margin; carpus ventral margin with a single robust seta; ventral margin dactylus slightly hooked. Pereopods 6 and 7 more elongate than 5, basis, ischium and merus with a row of long slender setae on the dorsal margin; propodus of pereopod 7 3.1x longer than wide. Penes near base of uropod, on ventrum of pereonite 7, rami 1.2x basal width, separate and tapering to rounded apices. Pleopod 1 peduncle



**Figure 8.** *Cleantioides pandemus* sp. nov. Male (2.7 mm), Tamandaré Bay, Pernambuco (8.77°S, 35.09°W), MOUFPE 20060.

Abbreviation: P, pereopod; Pl, pleopod; PP, penile papillae; Ur, uropod. Scale bars:

0.1 mm.

with 3 robust setae; inner ramus longer than outer ramus (1.3x). Pleopod 2 peduncle with 3 robust setae; inner ramus longer than outer ramus (1.3x); outer ramus subrectangular with apex truncate, outer margin smooth. Appendix masculina inserted mesially and slightly surpassing distal margin of inner ramus (in development). Uropodal peduncle 2.8x longer than wide; endopod almost as wide as long, rounded distally.

**Etymology.** The species epithet *pandemus* relates to the global pandemic starting in 2020 caused by the virus SARS-CoV-2. During this time the new species was recognised and described by the authors.

**Remarks.** *Cleantioides pandemus* sp. nov. is closely related to *C. bruscai* and *C. occidentalis* by the structure of the subcircular part of the pleotelson. However, it is readily distinguished from both species by the poorly developed rounded-edged lobes





(vs strongly developed in *C. bruscai* and *C. occidentalis*); these lobes are separated by a very faint furrow, followed by 2 submedian longitudinal rounded ridges (vs absent in *C. bruscai* and *C. occidentalis*).

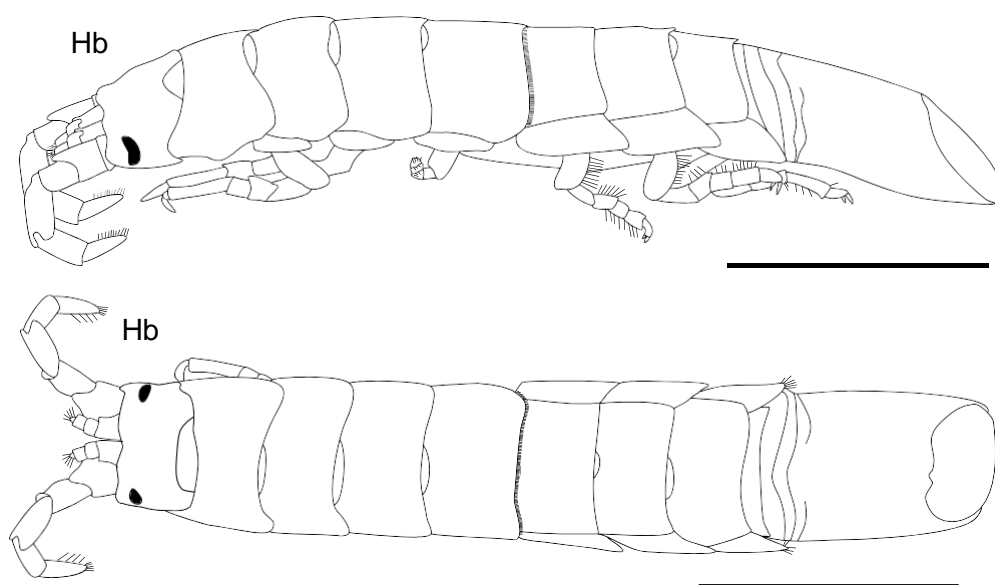
### *Cleantioides tamandarensis* sp. nov. (Figures 9–12)

#### **Type material**

**Holotype.** Female, 3.1 mm, Tamandaré Bay, Pernambuco, (8.77°S, 35.09°W), #2 light trap, 3 October 2013, Pernambuco, MOUFPE 20064.

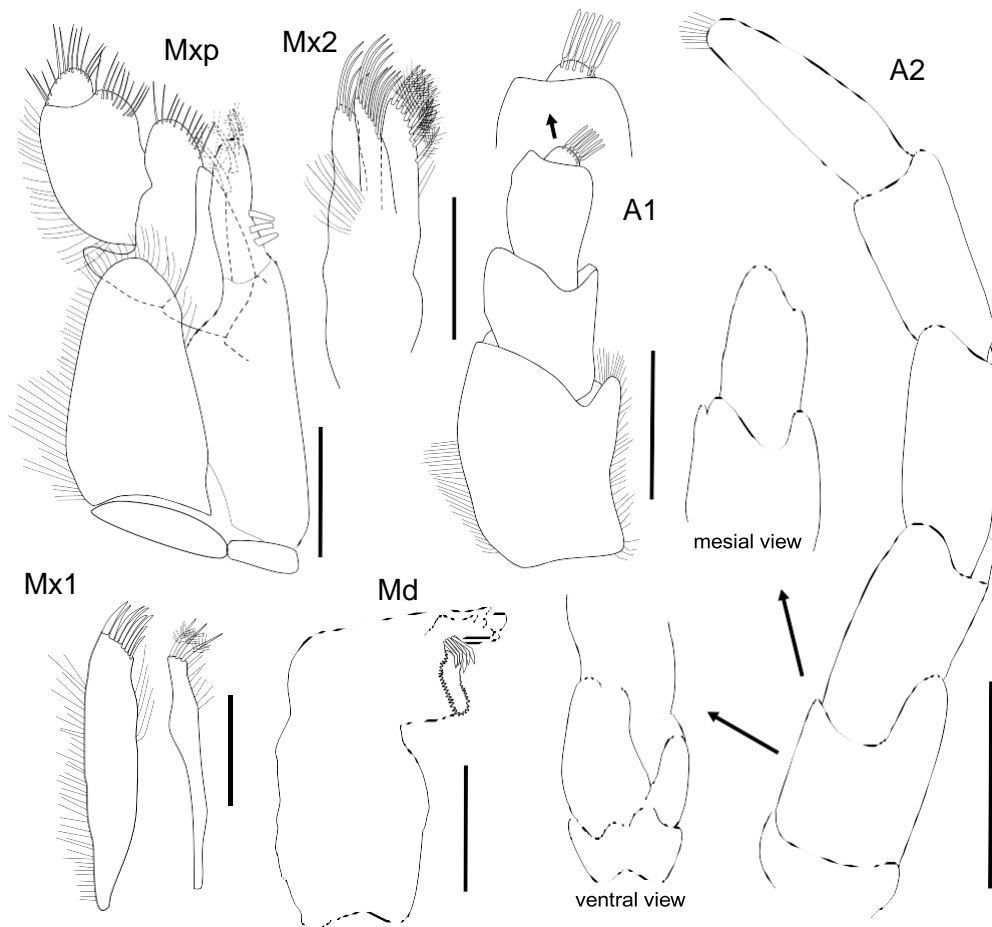
**Paratypes.** 1 male, 2 females, same as holotype, #1 light trap, 21 July 2012, MOUFPE 20065.

**Diagnosis.** Body 4.0–4.2x longer than wide. Antenna 2 article 2 with a ventromesial process with bilobed apex much longer than dorsomesial process. Posterior margin of coxae 5–7, epimeral plates 1–4 and ventral margin of pleotelson with plumose setae. Pereopod 4 propodus with robust simple setae; dactylus without unguis and with rounded tip. Pleotelson dorsally almost straight, 0.33x total body length, 1.75x longer than wide; dorsum of distal half with oblique circular plane inclined  $\sim 35^\circ$  from horizontal, occupying 0.5 of pleotelson length, with dorsal sparse short setae, well defined by a sharp marginal ridge extending all around, dorsally with 2 submedian poorly developed



**Figure 9.** *Cleantioides tamandarensis* sp. nov. Holotype, female (3.1 mm), Tamandaré Bay, Pernambuco, (8.77°S, 35.09°W), Pernambuco, MOUFPE 20064. Abbreviation: Hb, habitus. Scale bars: 0.5 mm.



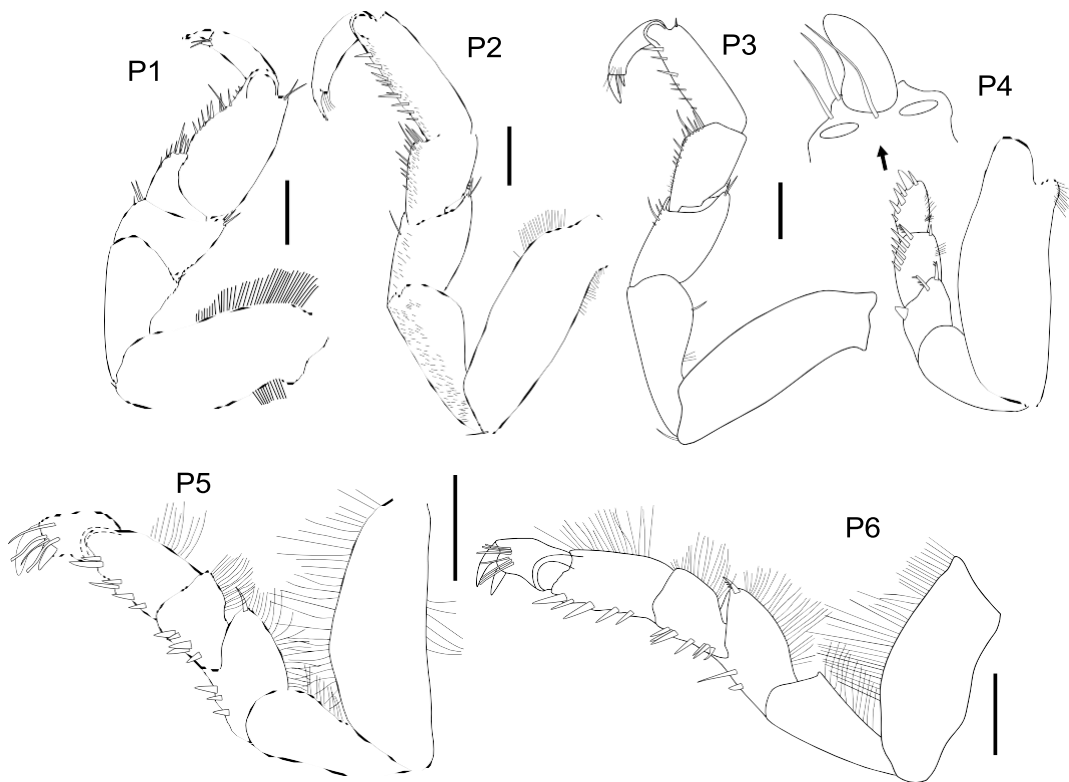


**Figure 10.** *Cleantioides tamandaresis* sp. nov. Holotype, female (3.1 mm), Tamandaré Bay, Pernambuco, (8.77°S, 35.09°W), Pernambuco, MOUFPE 20064. Abbreviations: A, antenna; Md, mand-ible; Mx, maxilla; Mxp, maxiliped. Scale bars: 0.1 mm.

rounded-edged lobes, followed by 2 submedian inconspicuous dorsal humps (best seen in lateral view), distal margin rounded or slightly sinuous. Uropodal peduncle and endo-pod with inner margin and surface bearing plumose setae.

**Description.** Based on holotype.

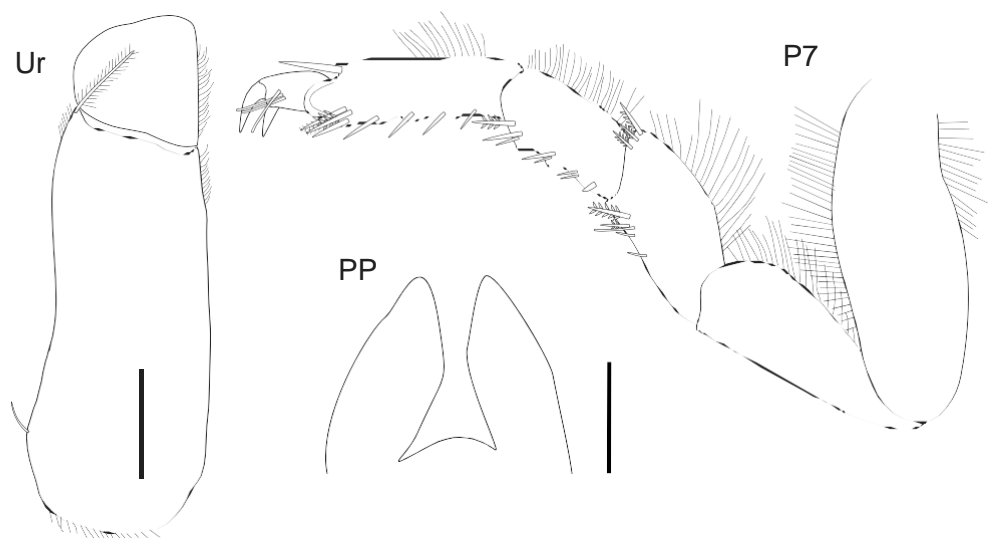
Body 4.2x longer than wide, dorsal poorly rugose. Head 1.75x wider than long, with anteromesial excavated depression; posterior margin convex. Eyes dorsolateral, reniform. Coxae 5-7 and epimeral plates 1-4 with plumose setae on posterior margin. Pleotelson 0.33x of total body length, 1.75x longer than wide, ventral margin with plumose setae. Pleonite 1 free and articulated, barely visible under pereonite 7. Pleonites 2-3 well defined but not articulated, pleonite 4 fused mesially only, lateral margin hidden under pleonite 3; remaining pleotelson parallel-sided and with semicircular apex; dorsum of distal half with oblique circular plane inclined  $-35^\circ$  from horizontal, occupying 0.5 of pleotelson length,



**Figure 11.** *Cleantioides tamandaresis* sp. nov. Holotype, female (3.1 mm), Tamandaré Bay, Pernambuco, (8.77°S, 35.09°W), Pernambuco, MOUFPE 20064. Abbreviation: P, pereopod. Scale bars: 0.1 mm.

with dorsal sparse short setae, well defined by a sharp marginal ridge extending allaround, dorsally with 2 submedian poorly developed rounded-edged lobes, followed by 2 submedian inconspicuous dorsal humps (best seen in lateral view), distal margin rounded.

Antenna 1 reaching  $\sim 1/4$  of article 3 antenna 2 peduncle; peduncle article 1 1.2x wider than long; flagellum  $1/3$  length of article 3 of peduncle, with 8 apical aesthetascs. Antenna 2 0.27x length of body, article 2 with a ventromesial process with bilobed apex and much longer than dorsomesial process; flagellum of article 1 0.25x antenna total length, with a tuft of setae distally. Mandible molar columnar and triturative; right incisor with 3 teeth, right *lacinia mobilis* with 3 teeth, left 5 teeth. Maxilla 1 outer plate without a row of setules, distal margin with 6 robust setae, inner plate shorter than outer plate, bearing 2 robust and plumose setae distally. Maxilla 2 outer plate with an oblique row of 11 plumose setae; middle and inner plate with a row of 7 setae. Maxillipedal endite with 2 robust setae on lateral margin, 1 plumose seta mesially and 6 on transverse apex; palp 0.37x wider than length, 5 articles visible but suture between 2 and 3 not articulated; articles 2-5 setose mesially; article 3 mesiodistally lobed; article 5 wider than long, 0.25x length of article 4; epipod tapering and rounded distally.



**Figure 12.** *Cleantioides tamandaresis* sp. nov. Holotype, female (3.1 mm), Tamandaré Bay, Pernambuco, (8.77°S, 35.09°W), Pernambuco, MOUFPE 20064. Abbreviations: P, pereopod; PP, penile papillae; Ur uropod. Scale bars: 0.1 mm.

Pereopod 1 basis with setose dorsal margin (plumose setae); ventral margin of merus with 3 setae, carpus and propodus with dense robust setation; propodus almost 2x longer than wide. Pereopods 2 and 3 similar. Pereopod 2 basis with a tuft of plumose setae on both proximal dorsal and ventral margins; ischium longer than merus, distal margin widened, without setae; merus with dorsodistal angle slightly produced, bearing a tuft of robust setae; carpus shorter than propodus, with a line of robust setae on ventral margin; propodus 2.7x longer than wide; dactylus well developed, curved and bearing a distal unguis, a subdistal robust seta and a tuft of slender setae. Pereopod 3 basis without a tuft of plumose setae on both proximal dorsal and ventral margins; ischium longer than merus, distal margin widened, dorsal margin with 4 setae; merus with dorsodistal angle slightly produced, bearing a tuft of robust setae; carpus shorter than propodus, with a line of robust setae on ventral margin; propodus 2.8x longer than wide; dactylus well developed, curved and bearing a distal unguis, a subdistal robust seta and a tuft of slender setae. Pereopod 4 0.45x length of pereopod 3, ischium with 4 robust setae; merus, carpus and propodus with posterodistal U-shaped rows of 8, 17, and 10 robust setae, respectively; propodus with robust simple setae; dactylus without unguis and with rounded tip. Pereopod 5 longer than 4, basis to propodus with a row of long plumose setae on dorsal margin; merus, carpus and propodus with a row of robust setae; ventral margin of dactylus strongly hooked. Pereopods 6 and 7 more elongate than 5, basis to propodus with a row of long plumose setae on dorsal margin; propodus of pereopod 7 3.1x longer than wide. Oostegites present on pereopods 1-5. Pleopod 1 peduncle with 3 robust setae; inner ramus longer than outer ramus (1.2x). Pleopod 2 peduncle with 3 robust setae; inner ramus longer than outer ramus (1.3x), outer ramus subrectangular with rounded apex, outer margin smooth. Uropodal peduncle 3.2x longer than wide; inner margin of peduncle, endopod and surface with plumose setae; endopod almost as wide as long, outer distal margin rounded and inner distal margin subacute.



**Etymology.** The specific epithet *tamandarensis* refers to the city of Tamandaré (State of Pernambuco, Brazil), the type locality of this species.

**Remarks.** *Cleantioides tamandarensis* sp. nov. closely resembles *C. planicauda* and *C. vonprahli* in the shape of the pleotelson. However, the new species is distinguished from *C. vonprahli* by the palp of maxilliped with 5 articles (vs 4), with tufts of plumose setae on coxae 5-7, epimeral plates and lateral margin of pleotelson (vs without any plumose setae), and 6 longitudinal dorsal pigmented lines on pereion (vs 4). *Cleantioides tamandarensis* sp. nov. differs from *C. planicauda* (description and illustration in Brusca and Iverson 1985) in having body 4.2x as long as wide (vs 5.2 or more), and pleotelson with 2 submedian poorly developed rounded-edged lobes dorsally, followed by 2 submedian inconspicuous dorsal humps (best seen in lateral view) (vs pleotelson dorsally unadorned).

## Discussion

Knowledge about *Cleantioides* ecology is scanty. Some ecology notes in taxonomic papers have information on the substrate where they live in association with pieces of roots of marine angiosperms and mangrove (e.g. *Rhizophora mangle*). Nonumura et al. (2017) found specimens of *Cleantioides rotundata* (Kussakin 1982) living in a tidal flat of a sandy beach with silt (Tokyo bay); most of them were females and only 6% were male individuals. In the present study, all individuals from the type locality (Tamandaré Bay, Pernambuco, Brazil) were collected with light traps adapted to collect reef fish larvae during the night. The majority were males, indicating a different pattern here (tropical area) from the temperate area of Tokyo bay. The local depth varied from 8 to 10 m while the light traps were positioned at 2 m in the water column, indicating that all three species described herein have a high swimming capability, especially males. Moreover, in the reef areas there are a great number of benthic species that migrate upwards in the water column during the night to feed and reproduce; this could be the behaviour of the new species as well.

The biodiversity found in Brazilian waters seems to be underestimated, since we could recognise three new taxa from a taxon previously misidentified as *Cleantioides planicauda*, due to the absence of taxonomists studying the group in loco. An enormous number of species is expected to be described in marine environments, including Peracarida taxa like Isopoda, that are very habitat-specific and have many species complexes (see Poore and Bruce 2012).

## Acknowledgements

The first author thanks the *Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES) for the sandwich grant to AON according to the Institutional Internationalization Program (Print UFPE/ Capes). DLA thanks *Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco* (FACEPE) for the research grant. We acknowledge the financial support of the project *Ciência do Mar 2* (88882.158713/2014-01), the *Recifes Costeiros* Project, *SOS Mata Atlântica* and Toyota Foundation for financial support. We also thank the *Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Nordeste* (CEPENE)/ ICMBIO for the lab facilities and support. We thank the Brazilian Institute of Biodiversity for invaluable support during data collection and processing, as well as the



team at Tamandare, particularly Beatrice Padovani Ferreira, Sérgio Rezende, Mauro Maida and Henrique Grande, for support and help in the field. This is a contribution from PELD-CNPq 441632/2016-5/PELD-TAMS.

## Disclosure statement

No potential conflict of interest was reported by the authors.

## Funding

This work was supported by the CAPES and CNPQ.

## References

- Barnard KH. 1925. Contributions to the crustacean fauna of South Africa: further additions to the list of Isopoda. *Ann S Afr Mus.* 20:381–410.
- Barnard KH. 1936. Isopods collected by the R.I.M.S. “Investigator”. *Rec Indian Mus.* 38:147–191. Barnard KH. 1955. Additions to the fauna-list of South Africa crustacea and pycnogonida. *Ann S Afr Museum.* 43:1–107.
- Benedict JE. 1899. Description of *Cleantis planicauda*. In: Richardson, H. Key to the isopods of the Pacific coast of North America, with descriptions of twenty-two new species. *Proceedings of the United States National Museum* 21(1175): 815–869. <https://doi.org/10.5479/si.00963801.21-1175>. 815
- Brusca RC, Iverson EW. 1985. A guide to the marine isopod crustacea of Pacific Costa Rica. *Rev Biol Trop (Univ Costa Rica).* 33:1–77.
- Brusca RC, Wallerstein BR. 1979a. The marine isopod crustaceans of the Gulf of California. II. Idoteidae. New genus, new species, new records and comments on the morphology, taxonomy and evolution within the family. *Proc Biol Soc Wash.* 92:253–271.
- Brusca RC, Wallerstein BR. 1979b. Zoogeographic patterns of idoteid isopods in the northeast Pacific, with a review of shallow water zoogeography of the area. *Bull Biol Soc Wash.* 3:67–105.
- Clark ST, Robertson PB. 1982. Shallow water marine isopods of Texas. *Contrib Mar Sci Univ Texas.* 25:45–59.
- Correia FR, Vasconcelos ERTTP, Rosa-Filho JS. 2021. First record of *Cleantioides verecundus* Kensley & Clark, 1998 (Isopoda: Valvifera: Holognathidae) from South Atlantic. *Biota Amazônica.* 11(2):79–80. Kensley BF. 1978. The South African Museum’s Meiring Naude Cruises. Part 7. Marine Isopoda. *Ann S Afr Mus.* 74:125–157.
- Kensley BF. 1987. Further records of marine isopod crustaceans from the Caribbean. *Proc Biol Soc Wash.* 100(3):559–577.
- Kensley BF, Clark K. 1998. A new isopod species from Key Largo, Florida (Crustacea: Isopoda: Holognathidae). *Proc Biol Soc Wash.* 111(2):314–319.
- Kensley BF, Kaufman HW. 1978. *Cleantioides*, a new idoteid genus from Baja California and Panama. *Proc Biol Soc Wash.* 91(3):658–665.
- Kensley BF, Schotte M. 1989. Guide to the marine isopod crustaceans of the Caribbean. Washington (DC): Smithsonian Institution Press; p. 308.
- Kussakin OG. 1982. Marine and brackish-water Crustacea (Isopoda) of cold and temperate waters of the Northern Hemisphere. Suborders Anthuridea, Microcereberidea, Valvifera, Tyloidea. *Opredeliteli po Faune SSR Akademiya Nauk SSSR.* 131:1–461.
- Kwon DH. 1986. Some idoteid isopods (Crustacea) from Korea. *Inje J.* 2:107–121.
- Kwon DH, Kim HS. 1992. Two new species of the genus *Cleantioides* (Isopoda: Valvifera: Holognathidae) from Korea. *Korean J Syst Zool Spec Issue.* 3:85–92.



- Liu W, Poore GC. 2013. A new record of *Cleantioides emarginata* Kwon & Kim, 1992 (Crustacea, Isopoda, Valvifera) from Changjiang River estuary, China. *Chin J Oceanol Limnol.* 31(3):625–631. doi:10.1007/s00343-013-2197-9
- Nierstrasz HF. 1941. Die Isopoden der Siboga-Expedition. IV. Isopoda Genuina. III. Gnathiidea, Anthuridea, Valvifera, Asellota, Phreatoicoidea. *Siboga Expéditie.* 19:235–308.
- Nonumura N, Mimori R, Nambu H. 2017. On a tube dwelling valviferan isopod, *Cleantioides rotundata* (Crustacea: Isopoda: Holognathidae) from Tokyo Bay, central Japan. *Bull Toyama SciMus* 41:23–30. [http://repo.tsm.toyama.toyama.jp/?action=repository\\_uri&item\\_id=1069](http://repo.tsm.toyama.toyama.jp/?action=repository_uri&item_id=1069)
- Nunomura N. 2011. Crustaceans no. 2 (Isopoda). *Spec Publ Toyama Sci Mus.* 24:1–133. (in Japanese). Poore GC. 2001. Isopoda Valvifera: diagnoses and relationships of the families. *J Crustacean Biol.* 21(1):205–230. doi:10.1163/20021975-99990118
- Poore GC. 2012. Four new valviferan isopods from diverse tropical Australian habitats (Crustacea: Isopoda: Holognathidae and Idoteidae). *Mem Mus Victoria.* 69:327–340. doi:10.24199/j.mmv.2012.69.07
- Poore GCB, Bruce NL. 2012. Global diversity of marine isopods (Except Asellota and Crustacean Symbionts). *PLOS ONE.* 7(8):1–15. e43529. doi:10.1371/journal.pone.0043529
- Poore GC, Lew Ton HM. 1990. The Holognathidae (Crustacea: Isopoda: Valvifera) expanded and redefined on the basis of body-plan. *Invertebr Syst.* 4(1):55–80. doi:10.1071/IT9900055
- Ramos GE, Ríos R. 1988. *Cleantioides vonprahli*, a new species of idoteid isopod (Crustacea: Isopoda: Idoteidae) from Bahía Málaga, Pacific coast of Colombia. *Rev Biol Trop (Univ Costa Rica).* 36:383–386.
- Richardson H. 1899. Key to the isopods of the Pacific coast of North America, with descriptions of twenty-two new species. *Proc U S Natl Mus.* 21:815–869. doi:10.5479/si.00963801.21-1175.815.
- Richardson H. 1905. A monograph on the isopods of North America. *U S Natl Mus Bull.* 54:VII–LIII, 1–727.
- Richardson H. 1912. Description of a new species of isopod of the genus *Cleantis* from Japan. *Proc U S Natl Mus.* 42:27–29. doi:10.5479/si.00963801.42-1883.27.
- Schultz GA. 1969. How to know the marine isopod crustaceans. Dubuque (IA): William C. Brown Company Publishers; p. 359.
- Watling L. 1989. A classification of crustacean setae based on the homology concept. In: *Functional Morphology of Feeding and Grooming in Crustacea: Crustacean Issues Rotterdam: A.A. Balkema*; p. 15–26.