



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

---

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**AVALIAÇÃO DA BIOMASSA E PRODUÇÃO DE APENDICULÁRIAS  
(UROCHORDATA: APPENDICULARIA) NA PLATAFORMA CONTINENTAL  
AMAZÔNICA**

**Apresentado por:**

**HARESSON ELIAS PAMPOLHA DE SIQUEIRA MENDES**

**Orientador: Prof<sup>o</sup>Dr<sup>o</sup> José Eduardo Martinelli Filho (UFPA)**

---

**BELÉM-PA  
2019**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

---

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**BIOMASSA E PRODUÇÃO DE APENDICULÁRIAS (UROCHORDATA:  
APPENDICULARIA) NA PLATAFORMA CONTINENTAL AMAZÔNICA**

**HARESSON ELIAS PAMPOLHA DE SIQUEIRA MENDES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Oceanografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho

**BELÉM-PA  
2019**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com  
ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**

**Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)  
autor(a)**

---

P185a Pampolha de Siqueira Mendes, Haresson Elias

Avaliação da Biomassa e Produção secundária das  
apendiculárias (UROCHORDATA:APPENDICULARIA) na  
plataforma continental amazônica / Haresson Elias Pampolha  
de Siqueira Mendes. — 2019.

IX,36 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de  
Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do  
Pará, Belém, 2019.

1. Zooplâncton. 2. Appendicularia. 3. Pluma estuarina. I. Título.

CDD 577.7

---



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

## **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

# **AVALIAÇÃO DA BIOMASSA E PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DAS APENDICULÁRIAS (UROCHORDATA: APPENDICULARIA) NA PLATAFORMA CONTINENTAL AMAZÔNICA**

Apresentado por:

**HARESSON ELIAS P DE S MENDES**

**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Bacharel em Oceanografia**

Data de Aprovação: 11/07/2019

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho- Orientador  
Doutor em Oceanografia- USP

Prof. Dr. James Tony Lee - Membro  
Doutor em Biologia - UPLY

Msc. Thuareag Monteiro Trindade dos Santos - Membro  
Mestre em Ecologia Aquática e Pesca - UFPA

**Belém-PA  
2019**

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço infinitamente a **Deus** e todas as suas manifestações em nossas vidas.

Aos meus pais **João** e **Selma** e familiares, por sempre me apoiarem em todos os momentos. Em especial, as minhas tias **Fátima**, **Nazaré** e **Lourdes** pelo cuidado e carinho desde o meu nascimento.

Ao meu irmão, **Heresson**, por sempre me inspirar e incetivar a buscar o conhecimento e prazer no aprendizado.

Ao meu orientador, **José Eduardo Martinelli Filho** pela orientação e confiança para executar esse trabalho, além de todos os seus ensinamentos.

À UFPA pela concessão da bolsa de iniciação científica que deram início a esse trabalho.

Ao LAPMAR/Projeto Costa Norte pelo fornecimento do material utilizado nesse trabalho. Em especial ao **Rafael** pela prestatividade.

Aos professores da Faculdade de Oceanografia pelos ensinamentos e incentivos nessa graduação.

À turma de Oceanografia 2015, em especial aos amigos **Anderson**, **Thamires**, **Felipe**, **Raphael**, **Thayane**, **Larissa**, **Yago**, **Renan** e **Julio**. Irei levar a amizade de cada um para o restante de minha vida.

Aos colegas do Laboratório de Oceanografia Biológica por tornar o laboratório um lugar melhor. Em especial, ao **Alysson** e **Thuareag** pelo incetivo e auxílio na execução desse trabalho.

Aos amigos do Los Peloteiros (LP), pelas resenhas e brincadeiras ao longo desses anos.

Á minha namorada **Thamires**, por todo amor, apoio, companheirismo e momentos maravilhosos ao seu lado.

E por fim, a todos que de alguma forma contribuíram nesta etapa acadêmica em minha vida. Meus eternos agradecimentos.

## RESUMO

As apendiculárias são invertebrados cordados pertencentes a classe Appendicularia e são amplamente distribuídos como componente do zooplâncton marinho e estuarino ao redor do mundo. Seu corpo é dividido em duas partes: tronco e cauda e produzem um revestimento gelatinoso capaz de filtrar diversos tamanhos de partículas presente nos ecossistemas pelágicos. Este estudo objetivou analisar a influência das variáveis ambientais presentes na plataforma continental amazônica (PCA) sobre essa comunidade sujeita a sazonalidade da região. A amostragem foi realizada ao longo de um transecto perpendicular a linha de costa, abrangendo os meses de março (período chuvoso) e outubro (período seco) de 2018, totalizando 29 estações de coleta. As apendiculárias foram coletadas por meio de arrastos oblíquos com auxílio de rede cilíndrico-cônica (200 $\mu$ m) e um fluxômetro acoplado a mesma e as variáveis ambientais temperatura ( $^{\circ}$ C) e salinidade foram medidas com uma sonda multiparâmetro, enquanto que a concentração de clorofila-*a* foi calculada com base no método espectrofotométrico. Foram determinadas a composição específica, densidade, frequência de ocorrência (%), biomassa, taxa de crescimento e produção secundária para a assembléia de apendiculárias. Foram encontrados 11 táxons de apendiculárias e *Oikopleura longicauda* foi a espécie com maior representatividade, tanto em termos de densidade, quanto de biomassa e produção secundária durante os dois períodos. A salinidade foi a principal variável condicionante na delimitação da área de influência da pluma e oceânica, sendo possível observar um padrão de distribuição crescente no sentido costa-oceano em termos de densidade, biomassa e produção secundária intimamente relacionado a área de influencia pluma. As taxas de crescimento foram cerca de duas vezes menores em relação ao observado no sudeste do país, possivelmente como reflexo das elevadas temperaturas na PCA. Além disso, observou-se que a distribuição das espécies pode estar diretamente relacionada as suas adaptações diante das oscilações de salinidade intermediada pela pluma, sendo afetada pelas condições hidrológicas da região e influenciando diretamente os valores de biomassa e produção secundária. A sazonalidade apresentou grande influência sobre a distribuição da comunidade de apendiculários da PCA, principalmente impulsionada pela ação da pluma.

Palavras-chave: Larvacea; zooplâncton; Amazônia; produção secundária

## ABSTRACT

Appendicularians are cordate invertebrates belonging to the Appendicularia class and are widely distributed on the world's marine and estuarine zooplankton. Its body is divided in two parts: the trunk and the tail and they produce a gelatinous house which is capable of filtering a large spectra of particle sizes available at the pelagic ecosystem. The objective of this study was to analyze the influence of environmental parameters over the appendicularian community subjected to the high variability of the Amazon Continental Shelf (ACS). Sampling was performed over a transect perpendicular to the shelf during both rainy (March) and dry (October) seasons, 2018 with a total of 29 sampling stations. Appendicularians were collected by oblique tows using conical plankton nets (200 $\mu$ m) coupled to a mechanical flowmeter. Temperature and salinity were measured by a multiparameter sensor, while chlorophyll-*a* concentration was calculated by spectrometry. Species composition, density, frequency of occurrence, biomass, growth rates and secondary production were calculated for the appendicularians assembly. A total of 11 species were found and *Oikopleura dioica* was the most representative for density, biomass and secondary production during both periods. Salinity was the main variable related to the river plume area of influence and can observe an increasing distribution pattern in terms of density, biomass and secondary production probably related by the river plume. Growth rates were about two times smaller than observed for the southeastern Brazil coast, possibly due to the high temperatures at the ACS. It was observed that species distribution may be closely related to its adaptation to salinity variation caused by hydrological conditions directly affecting the biomass and secondary production. Seasonality had a expressive influence over the appendicularian community at the ACS, mainly driven by the river plume movement through time and the salinity as the main factor on the distribution and occurrence of the species.

Keywords: Larvae; zooplankton; Amazon; secondary production.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização da área de estudo, pontos de amostragem e influência da pluma na PCA durante os meses de março e outubro de 2018. ....	8
Figura 2 - Frequência de ocorrência dos táxons presentes na PCA (Março 2018).....	17
Figura 3 - Frequência de ocorrência dos táxons presentes na PCA (Outubro/2018).....	18
Figura 4 - Densidade média na PCA durante a amostragem.....	19
Figura 5 - Biomassa total ( $\text{mg.C.m}^{-3}$ ) dos apendiculários presente na PCA. ....	20
Figura 6– Produção secundária total de apendiculários ( $\text{mg.C.m}^{-3}\text{d}^{-1}$ ) na PCA em março de 2018. ....	21
Figura 7– Produção secundária de apendiculários ( $\text{mg.C.m}^{-3}\text{d}^{-1}$ ) na PCA em outubro de 2018.....	21
Figura 8– Produção secundária total de apendiculários ( $\text{mg.C.m}^{-3}\text{d}^{-1}$ ) na PCA durante o ano de 2018.....	22
Figura 9– Dendograma da análise hierárquica aglomerativa (cluster) modo R para as espécies de Appendicularia na PCA. ....	23
Figura 10– Dendograma de análise hierárquica aglomerativa (cluster) modo Q em relação a densidade ( $\text{ind/m}^{-3}$ ) dos táxons na PCA. C: representa o período chuvoso; S: representa o período seco. ....	24

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Regressões peso-comprimento para o cálculo de biomassa das espécies de Appendicularia.....	12
Tabela 2 - Valores do coeficiente da correlação de Spearman em relação ao mês de março (chuvoso). D: Densidade (ind/m <sup>3</sup> ); Bio: Biomassa; T: Temperatura; PS: Produção secundária; Sal: Salinidade; Cl-a: Clorofila-a (µg/L). Os valores em negrito indicam uma correlação significativa ( $p < 0,05$ ). .....	15
Tabela 3 - Valores do coeficiente da correlação de Spearman em relação ao mês de outubro (seco). D: Densidade (ind/m <sup>3</sup> ); Bio: Biomassa; T: Temperatura; PS: Produção secundária; Sal: Salinidade; Cl-a: Clorofila-a (µg/L). Os valores em negrito indicam uma correlação significativa ( $p < 0,05$ ).....	15
Tabela 4 - Variáveis ambientais durante o período chuvoso na PCA; ± indica o desvio padrão.....	15
Tabela 5 - Variáveis ambientais durante o período seco na PCA; ± indica o desvio padrão.....	16

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>i</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	<b>iv</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>v</b>
<b>1.INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2.OBJETIVOS</b> .....	<b>5</b>
2.1 <i>OBJETIVO GERAL</i> .....	5
2.2 <i>OBJETIVO ESPECÍFICOS</i> .....	5
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>6</b>
3.1 <i>ÁREA DE ESTUDO</i> .....	6
3.2 <i>AMOSTRAGEM</i> .....	7
3.3 <i>ANÁLISES LABORATORIAIS</i> .....	9
3.4 <i>ANÁLISES DE DADOS</i> .....	9
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>14</b>
4.1 <i>VARIÁVEIS AMBIENTAIS</i> .....	14
4.2 <i>VARIÁVEIS BIOLÓGICAS</i> .....	16
4.3 <i>FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA(FO; %)</i> .....	17
4.4 <i>DENSIDADE (ind.m<sup>-3</sup>)</i> .....	18
4.5 <i>BIOMASSA (mg.C.m<sup>-3</sup>)</i> .....	19
4.6 <i>TAXA DE CRESCIMENTO (d<sup>-1</sup>)</i> .....	20
4.7 <i>PRODUÇÃO SECUNDARIA(mg C m<sup>-3</sup> d<sup>-1</sup>)</i> .....	20
4.8 <i>ANÁLISE DE AGRUPAMENTO HERÁRQUICO</i> .....	22
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	<b>25</b>
<b>6.CONCLUSÃO</b> .....	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>30</b>
<b>Apêndice A - táxons de Appendicularia encontrado na PCA no mês de março e outubro (2018)</b> .....	<b>36</b>

## 1.INTRODUÇÃO

A Plataforma Continental Amazônica (PCA) é a principal feição oceanográfica presente na Costa Norte brasileira, situada entre o cabo Orange (4°N) e Turiaçu (2°S), apresenta características dinâmicas únicas, como as descargas de grandes rios como o Amazonas, influenciando diretamente nos processos biogeoquímicos da região costeira. A largura da PCA varia ao longo de toda a sua extensão, atingindo uma largura de 170 km próximo de Turiaçu, e podendo alcançar até 320 Km ao se aproximar da foz do rio Amazonas (Castro & Miranda 1998).

A PCA é moldada por forçantes oceanográficas como a descarga do rio Amazonas, que está entre as maiores do planeta, podendo alcançar uma média de  $1,8 \cdot 10^5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  de água doce, ou aproximadamente 20% do total que flui para os oceanos (Sioli 1984). A descarga por ser muito grande, impede que aportes significativos da água do mar adentrem na foz do rio Amazonas, resultando em uma circulação estuarina sobre a PCA (Nittrouer *et al.* 1995).

A água doce se mistura com as águas oceânicas formando uma pluma superficial de baixa salinidade (Silva *et al.* 2007). Nesse contexto, a variabilidade sazonal da descarga de água doce é grande, atingindo o seu máximo de abril a junho, e mínimo de outubro a dezembro. Essa complexa hidrodinâmica formada na região da PCA assim como a pluma estuarina são responsáveis pelo transporte de matéria orgânica e sedimentos para regiões adjacentes.

A pluma do rio Amazonas é caracterizada por valores de salinidade abaixo de 33 na superfície da mesma, decorrente da mistura de água doce com a água da PCA, podendo se estender em até 200-300 km de distância da costa de julho a dezembro, e 300-500 km de março a maio, quando a descarga do rio está em seu máximo (Lentz 1995).

As apendiculárias são organismos invertebrados cordados e exclusivamente marinhos, pertencentes ao filo Chordata e classe Appendicularia e amplamente distribuídos em todos os oceanos do mundo (Capitanio *et al.* 2005). Embora raramente destacam-se como grupo dominante em termos de biomassa (Campos 2004). A classe é distribuída atualmente por 68 espécies (Worms 2019) presentes em três famílias: Oikopleuridae Lohman, 1896; Fritillariidae Seeliger, 1895 e Kovalevskiidae Lahille, 1888. Dessas três famílias, Oikopleuridae possui o maior número de gêneros e espécies descritas. No entanto, diferem de outros Tunicata por possuírem características diagnósticas como a ausência da cavidade branquial, presença do epitélio glandular, a retenção da notocorda e a cauda muscular na fase adulta (Fenaux 1977).

O corpo dos apendiculários é constituído de duas partes, tronco e cauda, sendo a última muitas vezes mais longa que a primeira (Esnal 1999). Esses organismos vivem e se alimentam dentro de um revestimento composto por mucopolissacarídeos produzido pelo próprio epitélio glandular, em que o movimento de batimentos da cauda orienta as partículas em direção aos filtros do revestimento, para serem selecionadas e ingeridas (Flood 1991, Alldredge & Madin 1982).

Esses filtros de elevada eficiência, podem reter partículas entre 1mm e 1µm, como cocolitoforídeos, pequenas diatomáceas, dinoflagelados, bactérias e matéria orgânica dissolvida coloidal, constituindo um dos principais itens alimentares dos apendiculários (Bone *et al.* 2003). O processo de filtração intenso pode provocar obstrução dos filtros, assim, exigindo o descarte desse revestimento periodicamente e a produção de um novo a cada 2 a 4 horas (Vega-Perez 2011) e cada indivíduo pode produzir de 2 a 40 casas por dia. A produção de “casas de muco” pode variar conforme as mudanças de temperatura e salinidade (Sato 2001, Sato *et al.* 2003). Além disso, o processo de filtração intenso permite que nas áreas de maior abundância filtrem 30 a 60% da água ao seu redor em até 24 horas, concentrando milhões de células do fitoplâncton mesmo em regiões oligotróficas (Flood *et al.* 1992). Consequentemente, podem reduzir a biomassa fitoplânctônica e do bacterioplâncton, regulando a população, aumentando a transparência da água e a penetração de luz.

O descarte contínuo pelos apendiculários é de extrema relevância para a cadeia trófica marinha, pois concentram grandes quantidades de fitoplâncton, bactérias e detritos no seu interior, tornando-os peças fundamentais no fluxo de carbono, energia e nutrientes para as camadas mais profundas dos oceanos (Urban *et al.* 1992 1993, Wefer *et al.* 1998). Além disso, podem formar agregados macroscópicos e compor parte da neve marinha (Uye 1992, Alldredge 2000). Ainda, além da transferência de Carbono para o fundo (acomplamento bento-pelágico), o descarte de casas de muco dos apendiculários pode ser aproveitada e reciclada pela coluna de água, através da degradação e consumo por ampla gama de organismos, de copépodes a bactérias (Aldredge 2000).

A compreensão sobre o zooplâncton e particularmente sobre as apendiculárias na Plataforma PCA ainda é bastante desconhecida. A alta carga de nutrientes, quantidades elevadas de matéria orgânica e temperatura elevada durante todo o ciclo sazonal da região, são fatores preponderantes que elevam as taxas de crescimento e biomassa zooplânctônica (Hirst & Bunker 2003). No entanto, diversos processos e padrões dos ecossistemas pelágicos da região ainda são desconhecidos e são poucos os trabalhos que abrangeram áreas extensas como a PCA tendo enfoque as apendiculárias (Campos 2004).

Variações ambientais podem afetar diretamente as apendiculárias e o seu curto ciclo de vida. A temperatura é peça chave na regulação da taxa de crescimento e maturidade, ainda que outros fatores como quantidade e qualidade dos alimentos possa a ser considerado (Capitanio *et al.* 2018). Segundo Hopcroft (1998), a taxa de crescimento dos apendiculários em relação às variações de temperatura permitem esses organismos atingirem picos de abundância rapidamente. Em condições favoráveis alcançam altas densidades em um curto período de tempo. Sendo assim, contribui com altos valores de produção secundária nas zonas pelágicas costeiras e oceânicas (López-Urrutia *et al.* 2003).

Por possuírem ciclo de vida curto e terem respostas rápidas, os apendiculários podem ser bons indicadores hidrológicos. Alguns autores caracterizam as espécies de apendiculárias como boas bioindicadoras de massas de água. Apesar disso, pouco se sabem a respeito da variação espacial (plataforma-talude) desses organismos e suas preferências hidrológicas ambientais nos ecossistemas pelágicos dos oceanos (Carvalho & Bonecker 2016). O Conhecimento sobre aspectos ecológicos importantes em processos oceanográficos como a estimativa da biomassa e produção secundária são ainda mais escassos, principalmente em ecossistemas tropicais.

Considerando a importância ecológica das apendiculárias nos processos que envolvem a ciclagem dos nutrientes e transferência de energia nos ecossistemas pelágicos, o presente estudo é de suma importância para o entendimento do ecossistema pelágico amazônico.

## 2.OBJETIVOS

### 2.1OBJETIVO GERAL

- Analisar atributos ecológicos das espécies de Appendicularia como densidade, biomassa e produção, ocorrentes na plataforma continental amazônica, assim como a provável influência de variáveis ambientais em uma amostragem sazonal realizada no ano de 2018.

### 2.2OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Descrever a ocorrência de espécies de apendiculárias na plataforma continental amazônica (PCA).
- Estimar a densidade de espécies de apendiculárias presente durante o períodos sazonais de amostragem (seco e chuvoso).
- Estimar a biomassa e produção secundária das espécies de apendiculárias presentes na PCA.
- Estimar as taxas de crescimento somático e total durante o periodo de amostragem.
- Relacionar as variações de densidade, biomassa e produção total em relação ás variações ambientais e sazonais presentes durante o periodo de amostragem.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

A plataforma continental amazônica (PCA) esta localizada no norte do continente sul americano, integrando países como Venezuela, Guiana, Guiana Francesa, Suriname e Brasil (Spalding *et al.* 2007) e entre o cabo Orange (4°N) e Turiaçu (2°S).

O clima da região é caracterizado como equatorial úmido e possui temperatura média anual superior a 26°C com pouca oscilação térmica anual (Alvares *et al.* 2013). As quatro estações do ano não são bem definidas, sendo moldada pelo regime de chuvas definido em dois períodos distintos: chuvoso (dezembro a maio) e seco (junho a novembro).

A PCA apresenta características dinâmicas únicas quando comparadas com as de outras plataformas continentais. Dentre os fatores, destaca-se a descarga do rio Amazonas dentro da plataforma, podendo alcançar uma média de  $1,8 \times 10^5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (Figueredo *et al.* 1991) variando sazonalmente, sendo o máximo  $2,5 \times 10^5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (maio a junho) e o mínimo  $1,2 \times 10^5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (outubro a dezembro) (Curtin & Legeckis 1986).

A quebra externa da PCA é indicada entre as isóbatas de 90 e 100 m de profundidade pode ser subdividida três categoriais distintas: a interna situada na isóbata de 20m e demarcada por reentrâncias e estuários incluindo o rio Amazonas; a média situada na isóbata de 40 m representada por porções mais inclinadas e feições erosivas; e por fim, a externa localizada na isóbata de >80m apresenta linhas sinuosas perpendiculares a linha de costa (Nitrouer *et al.* 1996).

### 3.2 AMOSTRAGEM

A amostragem foi realizada ao longo de um transecto perpendicular a linha de costadurante os meses de março (15 a 17/03) e outubro (18 a 22/03) de 2018 (Figura 1), respectivamente, representando os períodos de maior e menor descarga fluvial na região. O critério adotado para a escolha do transecto foi para ilustrar o gradiente ecológico existente desde a porção da plataforma interna até a proximidade ao talude continental. A salinidade foi adotada como indicativo da presença da pluma na região, haja vista que é possível observar uma crescente no sentido plataforma interna-externa. Nesse sentido, foi estabelecido que nos pontos cuja a salinidade for menor que 33 pode ser um indicativo da presença da pluma, e agrupando os pontos com valores de salinidade aproximados, foi possível observar um gradiente costeiro em direção a plataforma externa. Desta forma, dividiu-se em três áreas: influência da pluma, transição e oceânica.

As apendiculárias foram coletadas por intermédio de arrastos oblíquos (10m) até a superfície, com auxílio de uma rede de plâncton cilíndrico-cônica de malha 200  $\mu\text{m}$  e um fluxômetro acoplado a mesma com o objetivo de mensurar o volume de água filtrado pela mesma. As amostras foram acondicionadas em frascos de 500mL e preservadas com solução de formaldeído neutralizado com tetraborato de sódio, cuja a concentração final foi equivalente a 4%.

Os dados de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidade e foram obtidos por meio de medições superficiais utilizando a sonda multiparâmetro Horiba Ltd. Model U-52G. Para estimar a concentração de clorofila-*a* ( $\mu\text{g/L}$ ) foi determinada a partir do método espectrofotométrico de acordo com Arar (1997). Primeiramente, os filtros foram desumbrulhados e colocados em frascos do tipo falcon (15 mL) e contendo 10mL de acetona 90% v/v. A maceração dos filtros foi realizada com auxílio de uma espátula, cuja a finalidade de facilitar o processo de extração e a quebra das células fitoplânctônicas, sendo otimizada com banho de ultrassom durante 15 minutos.

A extração foi realizada após um armazenamento de 12 horas em refrigerador a  $4^{\circ}\text{C}$ , e sendo centrifugada a 5000rpm durante 15 minutos, posteriormente, foi transferida para uma cubeta para ser realizada as leituras das absorbâncias nos comprimentos de onda: 630, 647, 664 e 750nm.

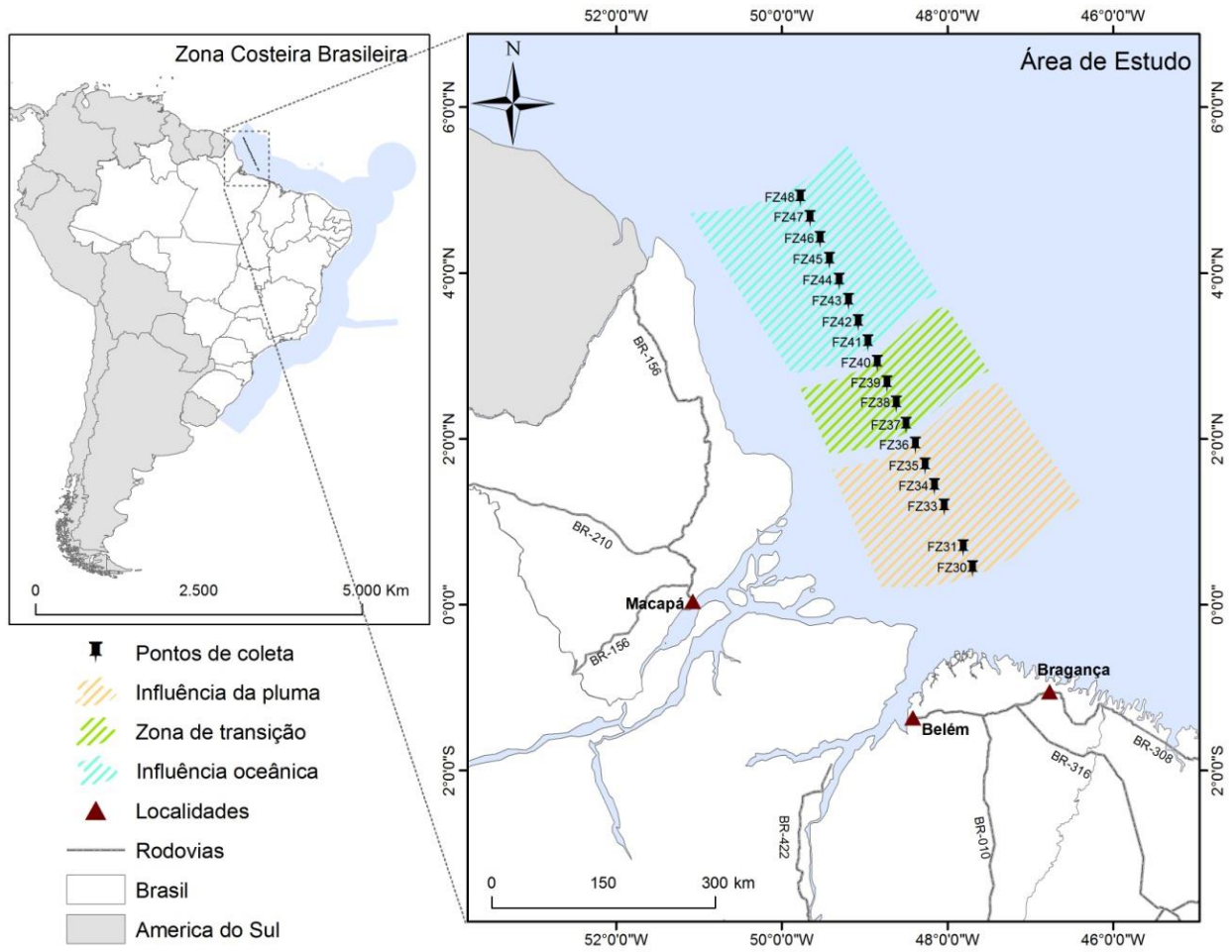


Figura 1 - Localização da área de estudo, pontos de amostragem e influência da pluma na PCA durante os meses de março e outubro de 2018.

### 3.3 ANÁLISES LABORATORIAIS

No total, 14 estações amostrais foram registradas durante março e 15 em outubro, totalizando 29 amostras neste estudo. Em laboratório, as amostras foram analisadas com auxílio de um estereomicroscópio, para serem identificados ao menor nível taxonômico possível, com base em literatura especializada (Boltovskoy 1981, Esnal 1999, Aravena & Palmas 2005 e Bonecker & Carvalho 2006).

### 3.4 ANÁLISES DE DADOS

As variáveis ecológicas foram estimadas segundo equações descritas em Myashita & Lopes (2011). A densidade por unidade de volume ( $D$ ; ind.m<sup>-3</sup>) foi obtida com base no número de indivíduos contabilizados a partir da equação:

$$D = N_t \times Fr^{-1} \times Vf^{-1}$$

Onde  $N_t$  é o número total de organismos na alíquota,  $Fr$  é o tamanho da fração da alíquota, e  $Vf^{-1}$  trata-se do volume de água filtrado pela rede seguindo o critério adotado na seguinte equação:

$$V = A \times R \times C$$

Onde o volume de água filtrado ( $V$ ) é expresso em m<sup>3</sup>,  $A$  (m<sup>2</sup>) indica a área de abertura da rede,  $R$  trata-se do número de rotações do fluxômetro (obtido a partir da diferença entre o valor final e inicial de cada amostra), e  $C$  corresponde ao fator de calibração do fluxômetro utilizado.

A densidade relativa ( $Dr$ ) foi obtida de acordo com a seguinte equação:

$$Dr = (Dt/Di) \times 100$$

O resultado é dado em porcentagem,  $Dt$  indica a densidade total de táxon e  $Di$  representa a densidade total de indivíduos.

A frequência de ocorrência (FO) de cada táxon correspondente é dada em porcentagem e calculada pela equação:

$$FO = (To/Ta) \times 100$$

Onde Ta representa o número total de amostras triadas, To trata-se do número de amostras em que determinado táxon ocorre. Sendo classificados como raro ( $FO \leq 20\%$ ), pouco freqüente ( $25\% < FO \leq 50\%$ ), freqüente ( $50 < FO \leq 75\%$ ) e muito freqüente ( $FO > 75\%$ ).

A obtenção do comprimento do tronco (CT,  $\mu\text{m}$ ) de no máximo 60 indivíduos de um mesmo táxon foi obtido da boca até a extremidade oposta do tronco. O peso seco (PS), Peso seco livre de cinzas (PSLC) e peso de carbono (C) foram estimados com base na relação comprimento-peso das equações de regressão disponíveis na literatura internacional (Tabela 1). PSLC foi convertido para C considerando  $C = 0,52 \text{ PSLC}$  (Alldredge, 1981), e PS para C considerando  $C = 0,45 \text{ PS}$  (Uye, 1982).

Os valores de Biomassa (B;  $\text{mg C m}^{-3}$ ) foram estimados com base na seguinte equação:

$$B = W_{\mu} \times 10^{-3}D$$

Onde  $W_{\mu}$  ( $\mu\text{g}$ ) é o peso médio de carbono obtido por táxon, e D é a densidade de organismos por unidade de volume ( $\text{ind.m}^{-3}$ ) dos mesmos.

As taxas de crescimento somático (gs) e total (gt; crescimento somático + produção do revestimento) foram calculadas por meio do modelo proposto por

López-Urrutia *et al* (2003), tendo como unidade  $g\ d^{-1}$  e através das seguintes equações:

$$g_s = e^{-1,546} e^{0,0815T}$$

e

$$g_t = 0,25 e^{0,0815T}$$

Onde T (°C) é a temperatura média da água. Sendo assim, a partir da taxa de crescimento foi calculada produção secundária (P,  $mg\ C\ m^3\ d^{-1}$ ), conforme a equação abaixo:

$$P = g \times B$$

Onde g é a taxa de crescimento ( $d^{-1}$ ) e B é a biomassa ( $mg\ C\ m^3$ ).

Tabela 1 - Regressões peso-comprimento para o cálculo de biomassa das espécies de Appendicularia.

<b>Táxon</b>	<b>Aplicação</b>	<b>Equação de regressão (N, r<sup>2</sup>)</b>	<b>Autores</b>
<i>Appendicularia sicula</i>	<i>A. sicula</i>	PS (μg) = 2,24 x 10 <sup>-11</sup> CT	Aguirre <i>et al.</i> (2006)
<i>Fritillaria borealis</i>	<i>F. borealis</i>	log PS(μg) = 3,86 x log CT (μm) – 11,72 (11, 0,95)	Capitanio <i>et al.</i> (2008)
<i>Fritillaria haplostoma</i>	<i>F. haplostoma</i>	Log PSLC (μg) = 2,44 x log CT(μm) (28, 0,94)	Hopcroft <i>et al.</i> (1998).
<i>Fritillaria pellucida</i>	<i>F. pellucida</i>	C(μg) = 10 <sup>-9,45</sup> CT <sup>3,241</sup> (μm) (72, 0,99)	López-Urrutia <i>et al.</i> (2003)
<i>Oikopleura dioica</i>	<i>O. dioica</i>	C (μg) = 10 <sup>-6,84</sup> CT <sup>2,59</sup> (μm) (72, 0,9)	López-Urrutia <i>et al.</i> (2003)
<i>O. fusiformes</i>	<i>O. fusiformes</i>	C (μg) = 7,79 x 10 <sup>-9</sup> CT <sup>3,00</sup> (μm) (12, 0,99)	Sato <i>et al.</i> (2003)
<i>O. longicauda</i>	<i>O. longicauda</i>	C (μg) = 10 <sup>-6,91</sup> CT <sup>2,72</sup> (μm) (54, 0,93)	López-Urrutia <i>et al.</i> (2003)
<i>O. rufescens</i>	<i>O. rufescens</i>	C (μg) = 8,20 x 10 <sup>-8</sup> CT <sup>2,70</sup> (μm) (24, 0,92)	Sato <i>et al.</i> (2003)
<i>O. dioica</i>	Outros appendiculárias	C (μg) = 10 <sup>-6,84</sup> CT <sup>2,59</sup> (μm) (72, 0,90)	López-Urrutia <i>et al.</i> (2003)

Variáveis biológicas (densidade, biomassa e produção secundária) e abióticas foram testados em relação a normalidade e heterocedasticidade por intermédio do teste de *Shapiro-Wilke* *Levene* respectivamente, utilizando o *software* SigmaPlot 11,0. Nenhuma das variáveis utilizadas cumpriram os requisitos de normalidade, portanto, foi utilizado o teste não paramétrico de *Mann-Whitney* com a finalidade de comparar os grupos. Os valores *dep* foram obtidos em cada teste de variância e grau de liberdade  $\alpha = 0,05$ . Além disso, foi realizada a correlação de Spearman com a finalidade de avaliar a relação monotônica entre as variáveis biológicas e as variáveis não paramétricas.

A análise de agrupamento por método hierárquico aglomerativo (*cluster*) foi realizada por meio do pacote *Xlstat* (extensão do Microsoft Office Excel), com o objetivo de evidenciar padrões entre os períodos de amostragem e região de influência da pluma. Tal análise foi realizada a partir da matriz de densidade dos organismos, padronizando os mesmos através da raiz quadrada da densidade relativa (transformação de Hellinger), e utilizando a distância euclidiana e a análise de agrupamento pelo método de Ward (Legendre, 1995). Além disso, foram desconsideradas espécies com frequência de ocorrência menor que 10% (raras).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Na PCA, durante o período de amostragem, a temperatura variou entre 23,37 a 29,14 °C. No mês de outubro (2018) representativo ao período seco na região foram registrados os valores mais altos de temperatura ( $> 28^{\circ}\text{C}$ ), enquanto no mês de março (2018) indicativo ao período chuvoso e elevada descarga fluvial, foi registrado o menor valor ( $23,37^{\circ}\text{C}$ ). Em ambos os períodos houveram diferenças significativas com base nos pontos de amostragem ( $p < 0,001$ ,  $U=4$ ) com média de  $27,4\pm 1,22^{\circ}\text{C}$  para o período chuvoso e  $28,3\pm 0,68^{\circ}\text{C}$  para o período seco.

A salinidade variou entre 11,5 e 39. A maior média de salinidade ocorreu durante o mês de outubro ( $33,78\pm 0,09$ ) enquanto que a menor ocorreu durante março ( $26,52\pm 11,60$ ) (tabelas 3 e 4). Houve diferenças nos valores durante os dois períodos amostrados, entretanto, não foram significativas entre os períodos amostrados ( $p= 0,194$  e  $U=75$ ).

A concentração de clorofila-*a* presente na PCA, teve a maior média durante o mês de março ( $3,49\pm 3,97\mu\text{g/L}$ ) e menor no mês outubro ( $0,12\pm 0,12\mu\text{g/L}$ ). Não ocorreu diferenças significativas entre os dois períodos ( $p = 0,205$  e  $U= 70$ ). No entanto, foi possível observar os picos de clorofila-*a* durante o período chuvoso nos pontos sob maior influência da pluma.

A correlação de Spearman entre as densidades dos apendiculários e as variáveis ambientais (temperatura, salinidade e concentração de clorofila-*a*) referente aos meses de março e outubro é apresentada nas tabelas 2 e 3, respectivamente. Durante o período chuvoso (março/2018), foi possível observar correlações positivas entre a densidade de apendiculários e clorofila-*a* em relação a produção secundária, e correlações negativas significativas entre salinidade e clorofila-*a*. Em relação ao período seco (outubro/2018), foi possível observar correlações positivas significativas entre a produção secundária em relação a densidade e clorofila-*a*, assim como entre a clorofila-*a* em relação a temperatura e salinidade.

Tabela 2 - Valores do coeficiente da correlação de Spearman em relação ao mês de março (chuvoso). D: Densidade (ind/m<sup>3</sup>); Bio: Biomassa; T: Temperatura; PS: Produção secundária; Sal: Salinidade; Cl-a: Clorofila-a (µg/L). Os valores em negrito indicam uma correlação significativa ( $p < 0,05$ ).

Variáveis	D	Bio	PS	Cl-a	T	Sal
D	-	0,032	<b>0,973</b>	0,580	-0,390	-0,530
Bio	0,032	-	0,032	0,150	-0,219	-0,296
PS	<b>0,973</b>	0,032	-	<b>0,680</b>	-0,477	-0,548
Cl-a	0,580	0,150	<b>0,680</b>	-	-0,135	<b>-0,836</b>
T	-0,390	-0,219	-0,477	-0,135	-	-0,073
Sal	-0,530	-0,296	-0,548	<b>-0,836</b>	0,073	-

Tabela 3 - Valores do coeficiente da correlação de Spearman em relação ao mês de outubro (seco). D: Densidade (ind/m<sup>3</sup>); Bio: Biomassa; T: Temperatura; PS: Produção secundária; Sal: Salinidade; Cl-a: Clorofila-a (µg/L). Os valores em negrito indicam uma correlação significativa ( $p < 0,05$ ).

Variáveis	D	Bio	PS	Cl-a	T	Sal
D	-	0,437	<b>0,927</b>	0,082	0,223	0,270
Bio	0,437	-	<b>0,651</b>	0,141	0,285	0,339
PS	<b>0,927</b>	<b>0,651</b>	-	0,109	0,333	0,328
Cl-a	0,082	0,141	0,109	-	<b>0,806</b>	<b>0,637</b>
T	0,223	0,285	0,333	<b>0,806</b>	-	<b>0,740</b>
Sal	0,270	0,339	0,328	<b>0,637</b>	<b>0,740</b>	-

Tabela 4 - Variáveis ambientais durante o período chuvoso na PCA;  $\pm$  indica o desvio padrão.

Mês/Março	Média	Máxima	Mínima
<b>Temperatura (°C)</b>	27,4 $\pm$ 1,22	28,41	23,37
<b>Salinidade</b>	26,52 $\pm$ 11,60	39	11,5
<b>Clorofila-a</b>	3,49 $\pm$ 3,97	10,76	0,00

Tabela 5 - Variáveis ambientais durante o período seco na PCA;  $\pm$  indica o desvio padrão.

Mês/Outubro	Média	Máxima	Mínima
<b>Temperatura (°C)</b>	28,8 $\pm$ 0,68	30,54	28,14
<b>Salinidade</b>	33,78 $\pm$ 0,09	34	33,7
<b>Clorofila-<math>\alpha</math></b>	0,12 $\pm$ 0,12	0,34	0,009

#### 4.2 VARIÁVEIS BIOLÓGICAS

A comunidade de apendiculários oriundos da PCA analisados no presente estudo, foi composta indivíduos pertencentes a 2 famílias e 11 espécies (Apêndice A). Desse total, 81,2% pertencentes a família *Oikopleuridae* (*Oikopleura longicauda*, *O.dioica*, *O.cophocerca*, *O.fusifformes*, *O.gracilis*, *O.rufescens*, *O.intermedia*, *O.parva* e *Stegosoma magnum*), enquanto que 18,1% estão inclusos na família *Fritillaridae* (*Fritillaria haplostoma* e *F.aequatorialis*). Além disso, alguns indivíduos encontrados possuíam danos nas suas estruturas cruciais na identificação dos mesmos, inviabilizando a sua classificação taxônomica a nível específico.

Durante o período chuvoso, 9 espécies foram encontradas pertencentes apenas a família *Oikopleuridae*. Apenas no período de seca (outubro/2018) ocorreu o aparecimento das espécies inclusas na família *Fritillaridae* distribuídas em 2 espécies: *Fritillaria haplostoma* e *F.aequatorialis*.

#### 4.3 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (FO; %)

*Oikopleura longicauda* foi a única espécie classificada como muito frequente, maior em ambos os períodos de amostragem (92,8 e 86,6%), pois esteve presente em 26 das 29 amostras analisadas no presente estudo. No período de maior descarga (figura 2), espécies como *O.dioica* também foram classificadas como muito frequentes, seguido por *O.gracilis* classificada como frequente, e por fim *O.cophocerca*, *O.rufescens*, *Stegosoma magnum* classificadas como pouco frequentes. As demais foram consideradas raras.

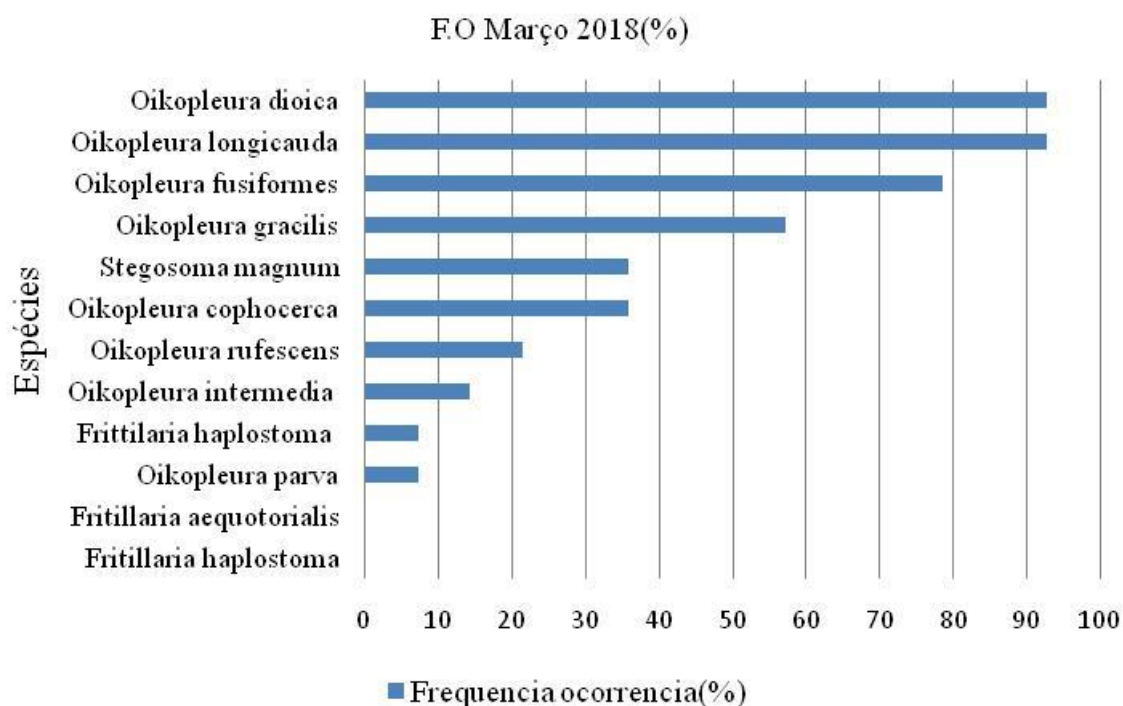


Figura 2 - Frequência de ocorrência dos táxons presentes na PCA (Março 2018).

No período seco, *Oikopleura longicauda* juntamente com *O.fusiformes* foram as espécies com maior frequência de ocorrência (86,6%). Seguidamente, cinco espécies foram classificadas como frequentes (*Fritillaria haplostoma*, *Oikopleura intermedia*, *O.dioica*, *Stegosoma magnum*, *O.gracilis*) e as demais classificadas como raras (figura 3).

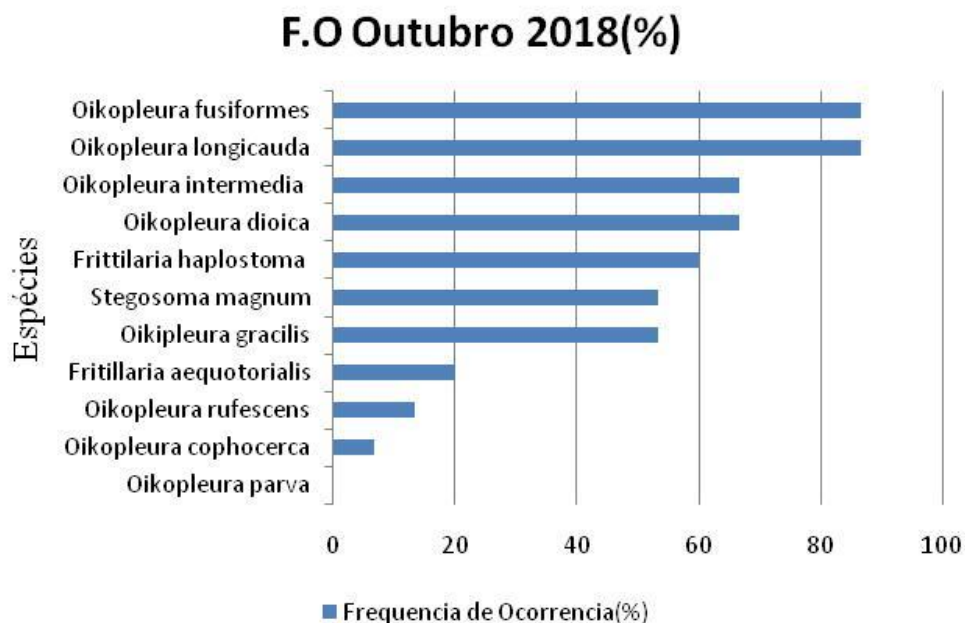


Figura 3 - Frequência de ocorrência dos táxons presentes na PCA (Outubro/2018).

#### 4.4 DENSIDADE (ind.m<sup>-3</sup>)

Os valores de densidade total teve como destaque a espécie *Oikopleura longicauda* com maior densidade presente durante a amostragem com 315,47 ind.m<sup>-3</sup> e média de  $157 \pm 2$ , esta espécie também apresentou maior densidade relativa entre os demais táxons nos dois períodos, média de 43,93% seguido por *Oikopleura dioica* com 125 ind.m<sup>-3</sup> e média de  $62 \pm 65$  ind.m<sup>-3</sup>.

A densidade média de organismos (figura 4) foi maior durante o período chuvoso ( $34 \pm 52$  ind.m<sup>-3</sup>) do que no período de seco ( $31 \pm 44$  ind.m<sup>-3</sup>). No entanto, não houve diferenças estatísticas significativas entre os dois períodos amostrados ( $U= 58$ ,  $p= 0,895$ ), ainda que os valores de densidade tenha sido maior nos pontos de amostragem distantes da influência da pluma.

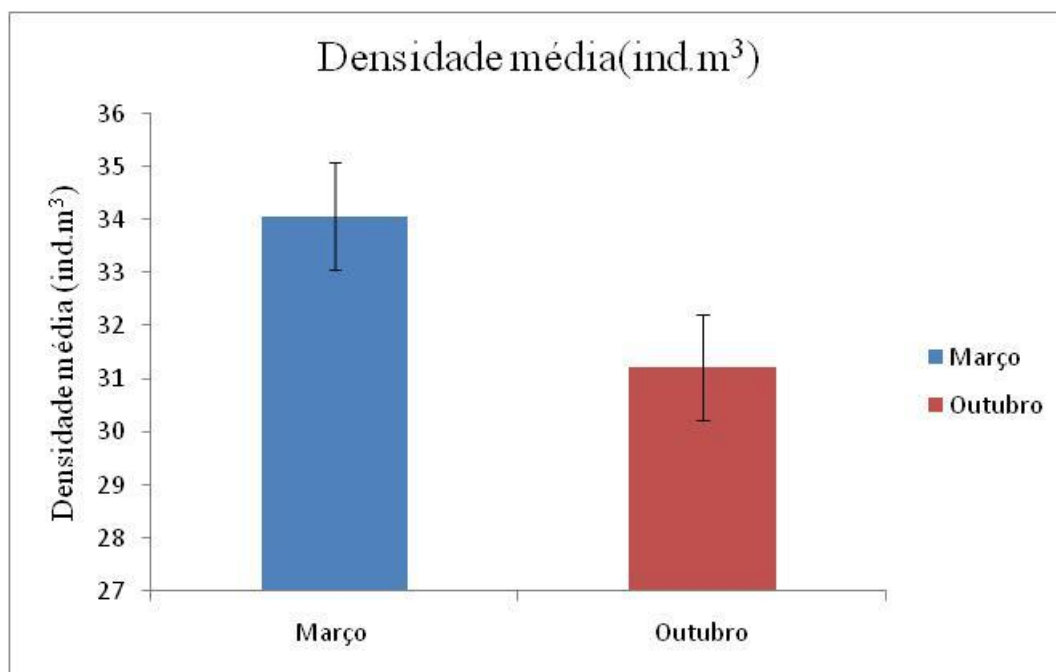


Figura 4 - Densidade média na PCA durante a amostragem.

#### 4.5 BIOMASSA (mg.C.m<sup>-3</sup>)

A biomassa total durante o período de amostragem variou entre 0,014 a 6,62 mg.C.m<sup>-3</sup>, e apresentou um valor médio de 1,11±1,95 (figura 5). Dentre as espécies, *Oikopleura longicauda* foi a que mais contribuiu para os valores de biomassa total com 6,62 mg.C.m<sup>-3</sup> e média de 3,31±0,63, seguido por *Oikopleura dioica* com valores de biomassa total de 1,82 mg.C.m<sup>-3</sup> e média de 0,96±1. Os valores de biomassa baseado no teste de Mahnn-Whitney não revelaram diferenças estatísticas significativas entre os dois períodos de amostragem ( $p = 1e$  U= 60).

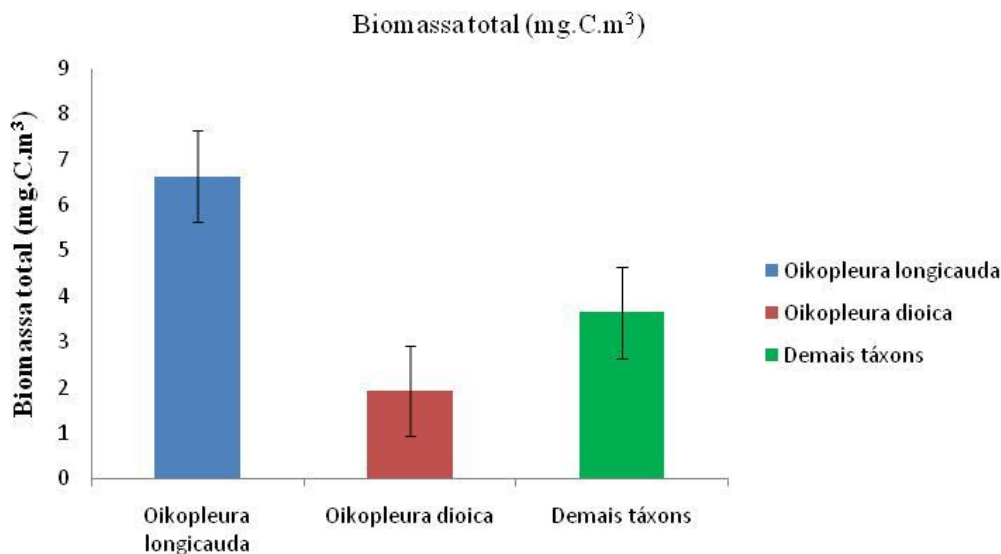


Figura 5 - Biomassa total (mg.C.m<sup>-3</sup>) dos apendiculários presente na PCA.

#### 4.6 TAXA DE CRESCIMENTO (d<sup>-1</sup>)

A taxa de crescimento somático no período chuvoso teve como média  $1,97 \pm 0,13$ , enquanto que no período seco obteve  $2,25 \pm 0,13$ . Em termos estatísticos, houve diferenças significativas entre os dois períodos ( $p < 0,001$  e  $U = 1$ ). A taxa de crescimento total (crescimento somático + produção do revestimento) teve média de  $2,34 \pm 0,2$  e  $2,65 \pm 0,15$  d<sup>-1</sup> durante o período chuvoso e seco, respectivamente, houve diferenças significativa em relação à sazonalidade ( $p < 0,001$  e  $U = 4$ ), sendo possível observar a influência direta da sazonalidade na região.

#### 4.7 PRODUÇÃO SECUNDÁRIA (mg C m<sup>-3</sup> d<sup>-1</sup>)

A produção secundária teve como média  $1,46 \pm 2,56$  e  $1,28 \pm 2,26$  durante o período chuvoso e seco, respectivamente. *Oikopleura longicauda* foi a espécie com maior produção secundária com  $8,82$  e  $7,55$  mg C m<sup>-3</sup>d<sup>-1</sup> em março e outubro, respectivamente, seguido por *O.dioica* com  $3,92$  mg C m<sup>-3</sup>d<sup>-1</sup> apenas no período chuvoso (figura 6) e *O.fusifformes* com  $3,10$  mg C m<sup>-3</sup>d<sup>-1</sup> durante o período seco (figura 7). Não houve diferença significativa entre os dois períodos ( $p = 0,742$  e  $U = 55$ ). A produção secundária total pouco oscilou nos dois períodos, atingindo seu máximo em março e mínimo em outubro (figura 8).

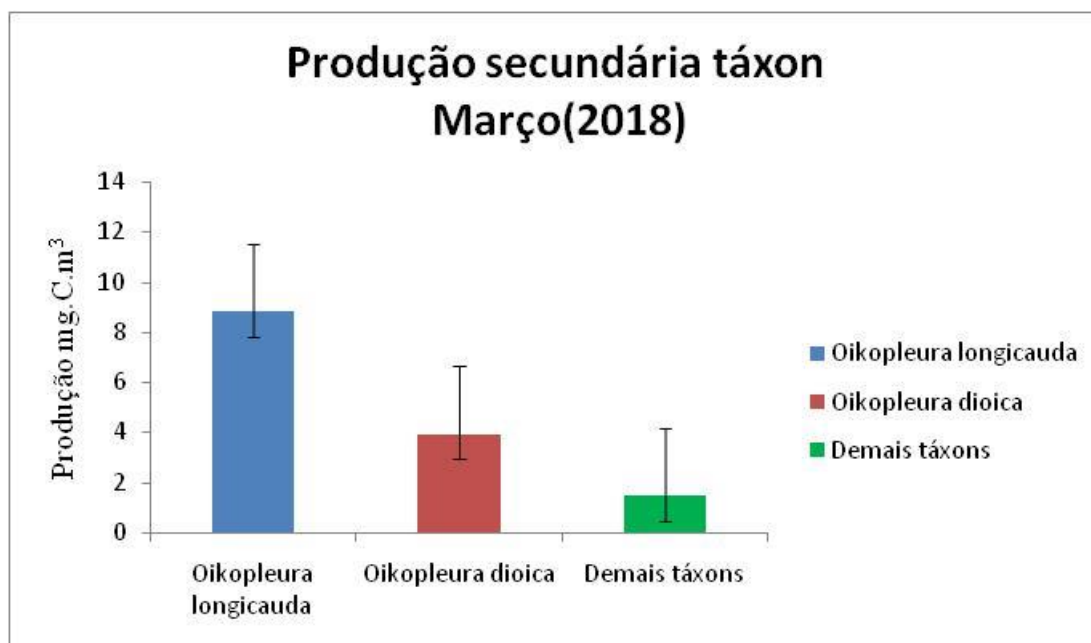


Figura 6– Produção secundária total de apendiculários (mg.C.m<sup>-3</sup>d<sup>-1</sup>) na PCA em março de 2018.

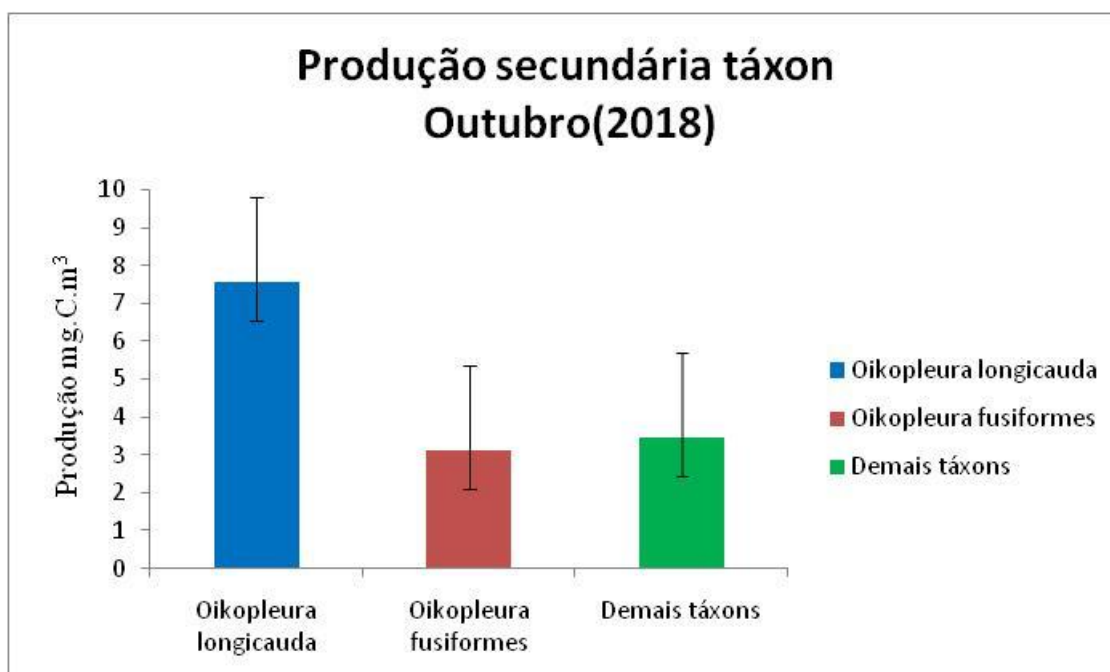


Figura 7– Produção secundária de apendiculários (mg.C.m<sup>-3</sup>d<sup>-1</sup>) na PCA em outubro de 2018.

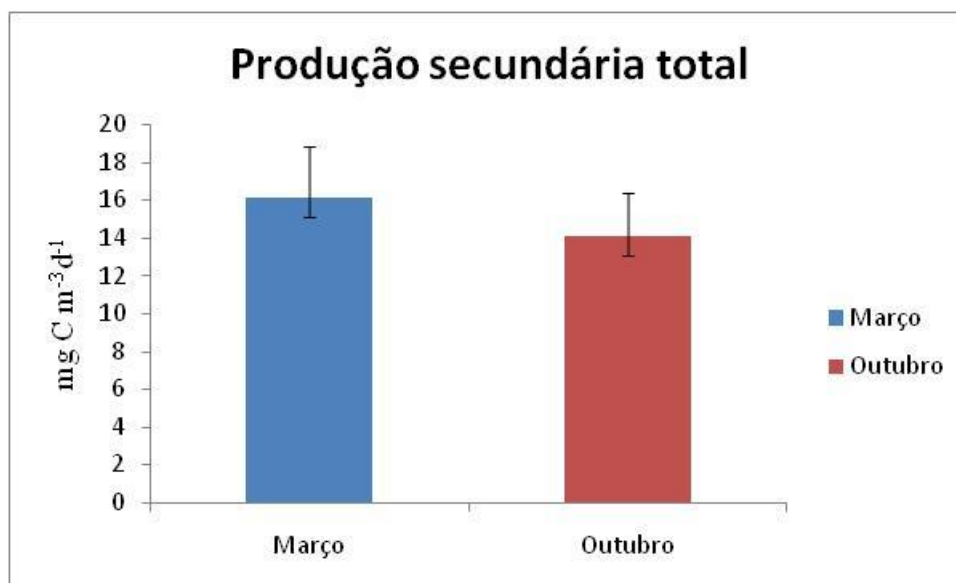


Figura 8– Produção secundária total de apendiculários (mg.C.m<sup>-3</sup>.d<sup>-1</sup>) na PCA durante o ano de 2018.

#### 4.8 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO HERÁRQUICO

A análise de agrupamento herarquico no modo R presente nos dois períodos de amostragem foi representada por 3 grupos (figura 9). O primeiro grupo foi formado pelas espécies: *Oikopleura intermedia*, , *O.gracilis*, *Stegosoma magnum*, *O.cophocerca*, *O.rufescens* *Fritillaria haplostoma* e *F.aequatorialis*, este grupo tiveram valores baixos de frequencia de ocorrência e densidade total. *Oikopleura longicauda* foi o táxon referente ao segundo grupo com a maior frequencia de ocorrencia e densidade total dentre as espécies durante a amostragem. *Oikopleura fusiformes* e *O.dioica* compôs o terceiro grupo, e apresentaram as segundas maiores frequências de ocorrência e densidade total.

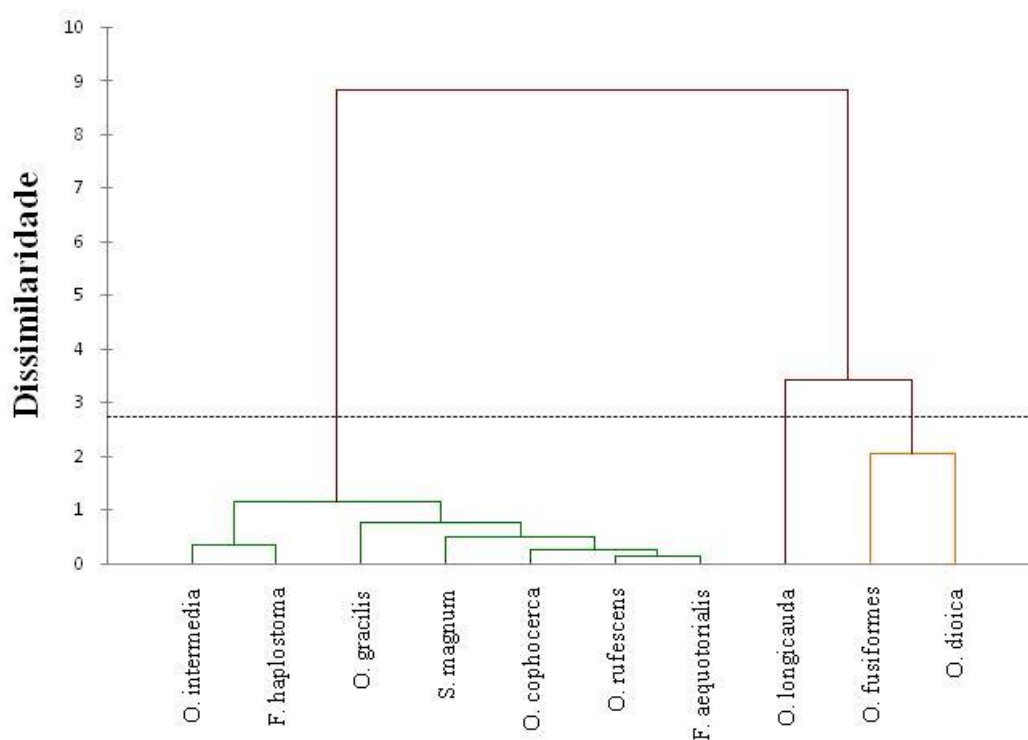


Figura 9– Dendrograma da análise hierárquica aglomerativa (cluster) modo R para as espécies de Appendicularia na PCA.

A análise de agrupamento herarquico no modo Q apresentou a configuração de 3 grupos (figura 10). O primeiro grupo foi composto por amostras de 11 estações de coleta, sendo 9 referente ao período chuvoso enquanto 2 estiveram restritas ao período seco. O segundo grupo teve em sua composição 7 estações de coleta, todas pertencentes ao período chuvoso com os maiores valores de densidade do mesmo e situadas na porção externa da plataforma. O terceiro grupo teve 9 estações de coleta similares, dentre as mesmas apenas 4 pertencentes ao período chuvoso, enquanto o restante situado no período seco.

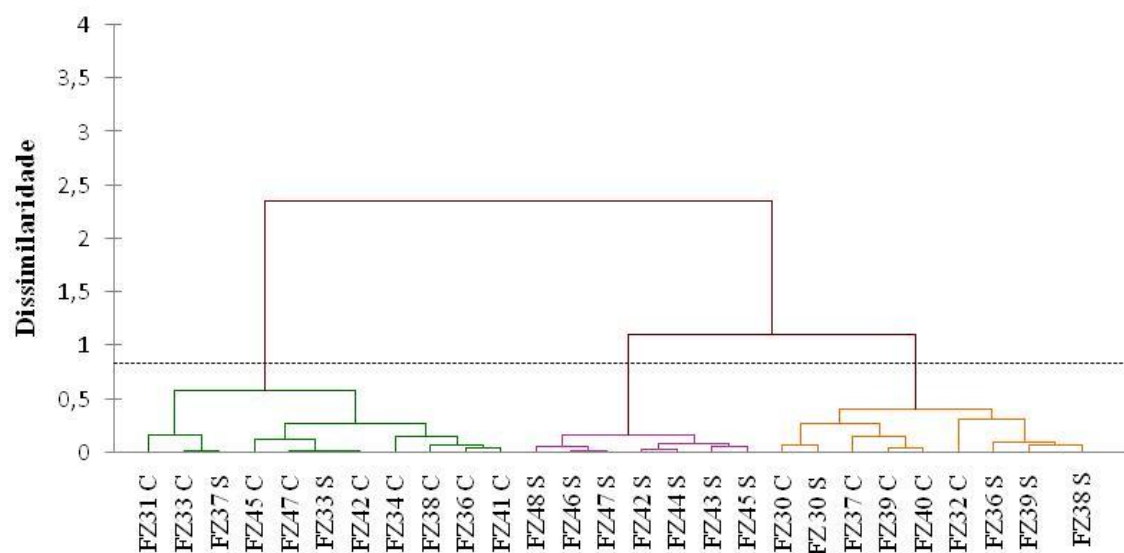


Figura 10– Dendrograma de análise hierarquica algomerativa (cluster) modo Q em relação a densidade ( $\text{ind}/\text{m}^3$ ) dos táxons na PCA. C: representa o período chuvoso; S: representa o período seco.

## 5. DISCUSSÃO

Na plataforma continental amazônica, foram encontrados 11 táxons durante o período estudado. Segundo Esnal (1999), ao todo, 34 espécies de apendiculárias estão presentes nas regiões equatoriais. Esse número específico de táxons encontrados, pode estar relacionado as características hidrológicas da PCA, e possivelmente a influência direta do rio Amazonas, visto que a maior diversidade de espécies de apendiculárias é encontrado em águas oceânicas (Campos 2004). As apendiculárias presentes na região de influência da pluma diferiram das encontradas em águas predominantemente oceânicas, em termos quantitativos e qualitativos.

De acordo com as análises de agrupamento hierárquico foi possível observar algumas similaridades entre as amostras referentes a área de influência da pluma. O primeiro grupo foi composto de estações dispersas ao longo de todo o gradiente do transecto, não sendo possível observar similaridades entre os pontos. O segundo grupo foi formado por estações de coleta do período seco e na área de influência de águas oceânicas, sendo o grupo com maior homogeneidade em comparação aos outros em termos de espacialidade e valores de densidade. Por fim, o terceiro grupo foi formado por estações costeiras de ambos os períodos sazonais, porém apenas as estações da região da pluma e da região de “transição” (Figura 1), sendo possível observar um gradiente coteiro-oceânico. Neste cenário, a pluma possivelmente atrelada a outros fatores atua simultaneamente afetando as apendiculárias em termos de densidade e distribuição ao longo do transecto estabelecido.

*Oikopleura longicauda* foi a espécie mais frequente e de maior densidade em ambos os períodos e é possível observar sua distribuição ao longo de todo o transecto. Segundo Fenaux (1998), esta espécie é a mais comum em águas quentes. De modo geral, os Oikopleuridae foram mais numerosos e frequentes que os Fritillaridae, o que é esperado para sistemas tropicais. Dessa forma, Fritillaridae possivelmente preferem águas profundas e mais frias e devem ser sensíveis às variações bruscas de salinidade observada na área de domínio da pluma (Acuña & Anadón 1992), haja vista que as espécies de Fritillaridae estiveram presentes apenas no período seco e diante da forte influência de águas oceânicas da PCA. Além disso, Bonecker & Carvalho (2016), afirma que diferentes massas de água superficiais presente nas plataformas continentais

podem influenciar a densidade, composição e distribuição das espécies de apendiculárias.

*Oikopleura dioica* esteve presente em ambos os períodos, porém, de maneira mais acentuada em março, sendo o segundo maior táxon em termos de densidade e frequência de ocorrência. Alguns estudos sugerem que essa espécie tem forte relação com o ambiente costeiro e estuarino (Bonecker & Carvalho 2006, Shiganova 2005) e possivelmente, maior tolerância a baixa salinidade. A salinidade também atuou como um fator crucial na densidade e composição das espécies de apendiculárias da região. Espécies como *O. longicauda* em que demonstra ter preferência por águas costeiras (Esnal, 1999). Além disso, a dominância desta espécie no período chuvoso pode estar relacionada a maior necessidade do mesmo por alimento em relação a outras apendiculárias (Tomita *et al.* 2003), visto que há uma maior disponibilidade de nutrientes decorrente da ação da pluma no mesmo período.

A maior disponibilidade de nutrientes durante o período de maior descarga fluvial favorece o aumento da produtividade primária, e em paralelo a densidade de apendiculárias e biomassa (Hoover *et al.* 2006). Por exemplo, na plataforma de Ubatuba, litoral de São Paulo, considerando os mesmos meses amostrados, a biomassa total atingiu  $1,8 \text{ mg.C.m}^{-3}$  (Myashita-Lopes 2011). Nesse caso, a biomassa total da PCA foi bastante elevada ( $12,22 \text{ mg.C.m}^{-3}$ ), possivelmente decorrente das condições hidrológicas e ambientais, favorecendo a ocorrência de indivíduos maiores e mais desenvolvidos, aliados a eleva taxa de crescimento somático na região e oferta de alimento oriundos da pluma. Apesar da oferta acessível de alimentos durante principalmente o período chuvoso, outros fatores como a concentração de clorofila e turbidez podem dificultar a penetração de luz (Smith Jr & De Master 1996) e consequentemente a quantidade de apendiculárias em termos de densidade, biomassa e produção secundária. Tais fatores podem ser reguladores na distribuição e diversidade de táxon na PCA, visto que as apendiculárias tiveram valores baixos de densidade e biomassa na região de maior influência da pluma e consequentemente maior turbidez.

A temperatura das águas da PCA durante o estudo, esteve elevada e dentre os padrões, visto que as águas da pluma oriundas da descarga do rio Amazonas possui temperaturas relativamente altas característico da pluma estuarina (Geyer *et al.* 1996). Segundo López-Urrutia *et al.* (2003), decorrente das altas temperaturas, as taxas de

crescimento em regiões tropicais são maiores que em regiões subtropicais e temperadas. Por exemplo, em Ubatuba, litoral de São Paulo, considerando a menor temperatura superficial, o tempo de desenvolvimento seria de 5,2 dias (Myashita 2010). Nesse contexto, as apendiculárias do presente estudo tiveram uma elevada taxa de crescimento somático total médio de 2,34 e 2,65 dias durante os períodos seco e chuvoso, respectivamente, possivelmente em decorrência dessas características ambientais marcantes na PCA, favorecendo um menor tempo de desenvolvimento para esses organismos.

A concentração de clorofila-*a* apresentou valores elevados próximo a costa e menores na região oceânica, isso foi evidenciado principalmente durante o período chuvoso, provavelmente em virtude da influência da pluma (Neumann-Leitão *et al.* 2018), sendo possível observar um possível gradiente costeiro-oceânico. Desta forma, segundo Santos *et al.* (2012), os altos valores de salinidade e clorofila-*a* presente nas águas oceânicas da PCA são amenizados por meio do processo de diluição decorrente aporte de água doce pelas águas oceânicas pobre em nutrientes e salinas.

A densidade de apendiculárias pode ser influenciada positivamente pela produção primária, como relatado para sistemas temperados e subtropicais (Acuña & Anadón 1992, Myashita & Lopes 2011). Entretanto, no presente trabalho, a densidade de apendiculárias foi pouco influenciada positivamente pelas variações de clorofila- $\alpha$ , pois a densidade em ambos os períodos apresentaram correlações positivas, porém não significativas e a alimentação desses animais não é restrita ao fitoplâncton. Destaca-se que parte do material filtrado utilizado como alimento pelos apendiculários, é composto por organismos não autotróficos como bactérias e protistas heterotróficos, visto que os altos valores de densidade não estiveram elevados sempre que a biomassa fitoplânctonica esteve alta (López-Urrutia *et al.* 2003, Vargas & Gonzalez 2004).

Fatores ecológicos também podem ser preponderantes na composição e densidade de apendiculárias, tendo em vista que a predação pode ser um elemento crucial na dinâmica da assembléia de apendiculários na PCA. Nesse sentido, Verity & Smetacek (1996) ressaltam a importância da predação como forma de estruturação dos ecossistemas pelágicos marinhos, e sugerindo que Tunicados marinhos possuem baixos valores nutricionais, reduzindo a predação sobre esses organismos. No entanto, mais recentemente, foi descoberto que apendiculárias podem ser uma rica fonte de alimentos,

cujo valor nutricional pode ser comparado ao de copépodes (Purcell *et al.* 2005). Portanto, diversos invertebrados e peixes podem utilizar os apendiculários como fonte alimento. Além disso, cópepodes calanóides podem limitar o crescimento populacional dos apendiculários por intermédio da predação de seus ovos juvenis (Myashita 2010). Isso evidencia a relevância desses indivíduos no ciclo de carbono no ecossistema pelágico marinho amazônico.

No presente trabalho, a produção secundária total dos apendiculários foi maior durante o período chuvoso e menor durante o seco e esteve sujeita a complexidade da PCA e ao gradiente costeiro-oceânico e isso reflete na sua contribuição para o ecossistema pelágico da mesma. Segundo Boltovskoy (1981), características quali- e quantitativas da comunidade de apendiculários estão diretamente relacionadas às condições hidrográficas da região. Por exemplo, ainda em Ubatuba, a produção secundária foi menor em relação a mesma na PCA, tendo valores entre 1,7 (março) e 0,3 (outubro)  $\text{mg.C.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ , respectivamente (Myashita 2010). Isso reflete a intervenção da alta temperatura na forma de taxa de crescimento, afetando diretamente a produção secundária de apendiculárias na PCA. Além do mais, Hopcroft & Roff (1998), compara e evidencia a contribuição da produção de apendiculários em relação aos copépodes, pois os cordados representa até 71% a produção dos copépodes. Lopez-Urrutia *et al.* (2003), inferiu que a população de apendiculários no canal da Mancha contribui com até 40% em relação a produção.

A estruturação em relação à distância da costa e, conseqüentemente da pluma estuarina, ainda parece ser o principal fator que explica a variabilidade da assembléia de apendiculárias, além da sazonalidade. Além disso, em termos quantitativos, a temperatura é crucial no ordamento da comunidade de apendiculárias presente no ecossistema pelágico inserido na PCA. Ainda é necessário a realização de mais estudos na região com base na ecologia de apendiculárias, com a finalidade de compreender a dinâmica total envolvente na PCA e a contribuição desses organismos na cadeia trófica marinha e preenchendo a lacuna existente sobre tais organismos no meio acadêmico.

## 6.CONCLUSÃO

As apendiculárias na plataforma continental amazônica demonstraram estar sujeitas as variações decorrentes da ação da pluma do rio Amazonas, impulsionada pela sazonalidade da precipitação e fluxo de águas continentais. Dentre essas variáveis ambientais, a salinidade foi determinante para a distribuição e ocorrência de determinada espécie, principalmente durante os períodos de maior e menor descarga fluvial, enquanto que a temperatura elevada, característico da região, foi crucial em termos quantitativos como taxa de crescimento e produção secundária para apendiculárias.

A densidade de apendiculários foi maior durante o chuvoso em detrimento ao seco. Tal fato está associado, a maior faixa de tolerância de algumas espécies como *Oikopleura longicauda* e *O. dioica* às variações de salinidade, conseqüentemente, contribuindo para a sua dominância em biomassa .Em termos de biomassa e produção secundária, essas variáveis alcançaram seus máximos fora da região de influência da pluma, inferindo que a mesma apesar de ser uma fonte de nutrientes para o ecossistema pelágico da PCA, contribui com condições hidrológicas adversas para o desenvolvimento acentuado de apendiculários, possivelmente devido à baixa salinidade e elevada turbidez.

De modo geral, os apendiculários revelaram estar sobre a influência das condições hidrológicas e ambientais presentes na dinâmica da plataforma continental amazônica, afetando a sua distribuição espaço-temporal ao longo da mesma.

## REFERÊNCIAS

- Acuña J. L & Anadón R. 1992. Appendicularian assemblages in a shelf area and their relationship with temperature. *Journal Plankton Research*. **14** (9):1233-1250.
- Aguirre G. E., Capitanio, F.I., Viñas, M.D., Esnal G. B. 2006. Gonadal development allometric growth and ecological impact of appendicularia sícula (appendicularia: fritillaridae) from south-western atlantic ocean. *Journal Of Marine Biological Association Of The United Kingdom*. **86**: 1215-1220.
- Allredge A. L. 1977. House morphology and mechanism of feeding in the Oikopleuridae (Tunicata, Appendicularia). *Journal of Zoology*. **181**, 175-188.
- Allredge A. L. 2000. Interstitial dissolved organic carbon (doc) concentrations within sinking aggregates and their potential contribution to carbon flux. *Limnology and Oceanography*. **45**: 1245-1253.
- Alvares C. A., Stape J. L., Sentelhas P. C., Gonçalves J. L. De M., Spanorek G. 2013. Köppen's climate classification map for brazil *metereologische zeitschrift*. **22** (6): 711-728.
- Arar E. J. 1997. Method 446.0: in vitro determination of chlorophylls a, b + c and pheopigments in 1 2 found in marine and freshwater algae by visible spectrophotometry. *U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC*.
- Aravena G. & Palmas S. 2002. Identificación taxonômica de las apendicularias capturadas en aguas epipelagicas de la zona norte del chile (tunicata, appendicularia). *Revista chilena de historia natural*. **75** (2): 307-325.
- Boltovskoy D. 1981. Atlas Del Zooplancton Del Atlántico Sudoceidental Y Métodos Con El Zooplankton Marino. Indep. 936p.
- Bone Q. Carré C. & Chang P. 2003. Tunicate feeding filters. *Journal Marine Biological Association United Kingdom*. **83**: 907-919.
- Bonecker S. L. C. & Carvalho P F. 2006. Appendicularia. In: Bonecker, S. L. C. Rio de janeiro. Museu Nacional. Ed. Atlas da região central da zona econômica exclusiva brasileira. p 185-203.

Bonecker S. L. C & Carvalho P. F. 2016. Variação e composição das espécies da classe appendicularia e seu uso como potenciais bioindicadoras de regiões e massas de água superficiais na área da bacia de campos, rio de janeiro, brasil. *Inheringia*. série zoologia. **106**: 2016-2022.

Campos M. A. G. 2004. Apendiculárias da costa brasileira. Phd thesis. Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo. São Paulo. 169p.

Capitanio F. L., Spinelli M. L., Presta M. L., Aguirre G.E., Cervetto G., Pájaro M. & Derisio C. M. 2018. Ecological role of common appendicularian species from shelf waters off argentina. Plankton ecology of the southerwestern atlantic. *Springer*. p 201-218.

Capitanio F. L., Curelovich J., Tresgueres M., Negri R. M., Viñas M. D., Esnal G. B. 2008. Seasonal cycle of appendicularians at coastal station (38° 28' s, 57° 41' w) of the atlantic ocean. *Bulletin Of Marine Science*. **82**: 171-184.

Carvalho P. F De Bonecker L. C. 2016. Variação da abundância de espécies da classe appendicularia e seu uso como potenciais bioindicadoras de regiões e massas de água superficiais na area da bacia de campos, rio de janeiro, brasil. *Iheringia*, série zoologia, **103**: 16-22.

Castro B M E & Miranda L. B. 1998. Physical oceanography of the western atlantic continental shelf located between 4°n and 34°s coastal segmented (4,w). The sea. New york. V. Ii, cap. 8, p.209-251.

Curtin T. B., Ledgeckis R. 1986. Physical observations in the plume region of the Amazon River during peak discharge – 1. Seasonal variability. *Continental Shelf Research*. **6**: 87-99.

Deibel D. Lee S. H. 1992. Retention efficiency of sub-micrometer particules by pharyngeal filter of the pelagic tunicate *oikopleura vanhoeffeni*. *Marine Ecology Progress Series*. **81**:25-30.

Esnal G. B. 1999. Appendicularia in: boltovskoy, d. (ed.) South atlantic zooplankton. Holanda brackhuys publishers. p: 1375-1398.

Fenaux R. 1977. Life history of the appendicularians (genus-oikopleura). Proceedings of the symposium on warm zooplankton. National institute of oceanography. Goa. P 497-510.

Fenaux R. Bone Q. & Deibel D. 1998. Appendicularian distribution and zoogeography. In the biology of pelagic tunicates (q. Bone, ed.). *Oxford university press*, Oxford, p. 295-306.

Figueredo A. G., Alisson M., Nittrouer C. A. 1991. Amazon discharge: internal report for AMASSEDS researchers. Rio de Janeiro: UFF.

Geyer W. R., Beardsley R.C., Candela J., Castro B., John W.E., Lentz S.J., Limeburner R M., Soares. I. D. 1996. Physical oceanography of the amazon shelf. *Continental Shelf Research*. **16**: 575-616.

Gorky G. & Palazzoli I. 1989. Aspects de la biologie de l'appendiculaire oikopleura dioica fol 1872 (chordata: tunicata). (dynamique du plancton gélatineux. Nice-acrópolis, 27-28 octobre 1988). *Océanis*. **15(1)**:39-49.

Hirst A. G., Bunker A. J. 2003. Growth of marine zooplankton copepods: global rates and patterns in relation to chlorophyll  $\alpha$ , temperature, and body weight. *Limnology and Oceanography*. **48**: 1988-2010.

Hopcroft R. R., Roff J. C. 1998. Production of tropical larvaceans in kingston harbour, jamaica: are we ignoring an important secondary produce?. *Journal of plankton research*. **20**: 557-569.

Hoover R. S., Hoover D., Miller M. R., Decarlo E. H. & Mackenzie F. T. 2006. Zooplankton response to storm runoff in a tropical estuary bottom-up and top-down controls. *Marine Ecology Progress Series*.**318**: 187-201.

Legendre L & Le Férve J. 1995. Microbial food webs and the export of biogenic carbon in oceans. *AquaticMicrobialEcology*. **9** : 69-77.

Lentz S. J. & Limeburner R. 1995. The amazon river plume during amasseds: spatial characteristics and salinity variability. *Journal Of Geophysical Research* **100 (c2)**: 2355–2375.

- Lopez-Urrutia A., Acuña J. L., Irigoien X., Harris R. 2003. Food limitation and growth in temperature epipelagic appendicularian community in temperate waters. *Marine Ecology Progress Series*. **252**: 125-141.
- Moller G. S. F., Novo E. M. L. D. M., Kampel M. 2010. Space-time variability of the amazon river based on satellite ocean color. *Continental shelf research*. **30** (3-4): 342-352.
- Myashita L. K. 2010. Dinâmica populacional de appendicularia e cladocera na plataforma interna de Ubatuba (sp): um estudo sazonal e multianual. Ms Dissertation, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 67p.
- Myashita L. K. & Lopes R. M. 2011. Larvacean (chordata, tunicata) abundance and inferred secondary production off southeastern Brazil. *Estuarine, Coastal And Shelf Science*. **92**: 367-375.
- Neumann-Leitao S., Melo P. A. M. C., Schwamborn R., Diaz X. F. G., Figueredo L. G. P., Silva. A. P., Campelo R. P. S., Melo-Junior M., De Melo N. F. A. C., Costa A. E. S. F., Araújo M., Veleda D. R. A., Moura R. L., Thompson F. 2018. Zooplankton from a reef system under the influence of the Amazon river plume. *Frontiers in Microbiology*. **9**: 1-15.
- Nittrouer C. A., Kuehl S. A., Sternberg R. W., Figueredo A. G., Faria L. E. C. 1995. An Introduction to the geological significance of sediment transport and accumulation on the Amazon Continental Shelf. *Marine Geology*. **125** (3-4): 177-192.
- Nittrouer C. A., Kuehl S. A., Demaster D. J., Kowman, R. O. 1986. The deltaic nature of Amazon shelf sedimentation. *Geological Society of America Bulletin*. **97** (4): 444-458.
- Purcell J. E. 2012. Jellyfish and ctenophore blooms coincide with human proliferations and environmental perturbations. *Annual Review Of Marine Science*. **4** (1): 209-305.
- Santos M. De L. S., Eschique S. A., Pereira J. A. R., Melo N. F. A., De Palheta G. D. A., Lobão R. A., Saraiva A. L. De L. 2012. Estudo nictimeral de parâmetros físicos e químicos na plataforma continental do Amazonas. *Tropical Journal Of Fisheries And Aquatic Sciences*. **12** (1): 25-33.

- Sato R., Tanaka Y & Ishimaru T. 2001. House production by *oikopleura dioica* (tunicata, appendicularia) under laboratory conditions. *Journal Plankton Research*. **23**: 415-423.
- Sato R., Tanaka Y & Ishimaru T. 2003. Species-specific house productivity of appendicularians. *Marine Ecology Progress Series*. **259**:163-172.
- Silva A. C., Araújo M., Bourlés B. 2007. Seasonal variability of the amazon river plume estuarine during revizee program. *Tropical Oceanography*. **1**: 1-22.
- Shiganova T. 2005. Changes in *oikopleura dioica* abundance caused by invasion of alien ctenophores in black sea. *Journal of The Marine Biological Association Of United Kingdom*. **85**: 477-494.
- Sioli H. 1984. The Amazon: Limnology Landscape Ecology Of A Mighty Tropical River And Its Basin. California: w. Junk. 764p.
- Smith Jr W. O. & Demaster D. J. 1996. Phytoplankton biomass and productivity in amazon river plume: correlation with seasonal river discharge. *Continental Shelf Research*.**16**(3): 291-319.
- Spalding M. D., Fox H. E., Allen G. R., Davidson N., Ferdaña Z. A., Finlayson M., Halpern B. S., Jorge M. A., Lombana A., Lourie S. A., Martin K. D., Mcmanus E., Molnar J., Recchia C A., Robertson J. 2007. Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. *Bioscience*. **57** (7): 573.
- Tomita M. Shiga N. & Ikeda T. 2003. Seasonal occurrence and vertical distribution of appendicularians in toyama bay, southern japan sea. *Journal of Plankton Research*; **25**(6): 579-558.
- Urban J. L., Mackenzie C. H., Deibel D. 1992. Seasonal differences in the content of *oikopleura van hoeffeni* and *calanus finmarchius faecal pellets*: illustrations of zooplankton food web shifts in coastal new foundland waters. *Marine Ecology Progress Series*. **317**: 101-110.
- Vargas C. A. & González H. E. 2004. Plankton community structure and carbon cycling in a coastal upwelling system. I. Bacteria. Microprotozoans and phytoplankton in the diet of copepods and appendicularians. *Aquatic Microbial Ecology*. **34**: 151-164.

World of Register Marine Species(Worms) Banco de dados. 2019. Disponível em:  
<<http://marinespecies.org/index.php>>. Acesso em 23 jun. 2019.

## APÊNDICES

### Apêndice A - táxons de Appendicularia encontrado na PCA no mês de março e outubro (2018).

Classe	Família	Gênero	Espécie
Appendicularia	Oikopleuridae	<i>Oikopleura</i>	<i>Oikopleura longicauda</i> (Vogt, 1854)
			<i>Oikopleura fusiformes</i> Fol 1872
			<i>Oikopleura gracilis</i> Lohmann 1896
			<i>Oikopleura intermedia</i> Lohmann 1896
			<i>Oikopleura cophocerca</i> (Gergenbaur, 1855)
			<i>Oikopleura rufescens</i> Fol 1872
			<i>Oikopleura parva</i>
			<i>Stegosoma magnum</i> (Langerhans, 1880)
			Fritillaridae
			<i>Fritillaria aequatorialis</i>