

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

Danielle Caroline da Mota Melo

**CHAETOGNATHA DO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE
NORONHA (NE, BRASIL)**

Recife
2015

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

Danielle Caroline da Mota Melo

**CHAETOGNATHA DO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE
NORONHA (NE, BRASIL)**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco (PPGO-UFPE), como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Oceanografia, Área de Concentração: Oceanografia Biológica.

Orientadora: Profa. Dra. Sigrid Neumann-Leitão

Coorientador: Dr. Pedro Augusto Mendes de Castro Melo

Recife
2015

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria Luiza de Moura Ferreira, CRB-4 / 1469

M528c Melo, Danielle Caroline da Mota.
Chaetognatha do Arquipélago de Fernando de Noronha (NE, Brasil) /
Danielle Caroline da Mota Melo. - Recife: O Autor, 2015.
56 folhas, il.

Orientadora: Profa. Dra. Sigrid Neumann-Leitão.
Coorientador: Dr. Pedro Augusto Mendes de Castro Melo.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.
CTG. Programa de Pós-graduação em Oceanografia, 2015.
Inclui Referências.

1. Oceanografia. 2. Zooplâncton. 3. Arquipélago de Fernando de Noronha.
4. Atlântico Tropical. I. Neumann-Leitão, Sigrid (Orientadora). II. Melo,
Pedro Augusto Mendes de Castro (Coorientador). III. Título.

551.46 CDD (22. ed.)

UFPE/BCTG/2015- 40

CHAETOGNATHA DO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA (NE, BRASIL)

Danielle Caroline da Mota Melo

Folha de Aprovação - Banca Examinadora

Data de aprovação - 04.03.2015

Profa. Dra. Sigrid Neumann-Leitão (Orientadora) - Presidente
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Prof. Dr. Ralf Schawmborn - Titular Interno
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Profa. Dra. Christiane Sampaio de Souza - Titular Externo
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa - Suplente Interno
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Dra. Xiomara Franchesca García-Díaz - Suplente Interno
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

*“Minha energia é o desafio,
minha motivação é o impossível,
e é por isso que eu preciso
ser, à força e a esmo, inabalável.”*

(Augusto Branco)

Agradecimentos

Não há como não agradecer a Deus em primeiro lugar. Pode parecer comum, mas cada um que o faz deve saber a real necessidade de colocar o Seu nome a frente de todos os outros. A força superior que move até o mínimo cair de uma folha, que rege a natureza e assim a complexa teia da vida, moveu todas as minhas escolhas até aqui. Obrigada Senhor, porque sei que sem a coragem que te peço e me fornece em muito mais, eu nunca poderia chegar a qualquer lugar. Sei que estais comigo a cada passo.

Agradeço ao inestimável anjo que tenho casa. Aquele que se preocupou em ouvir cada palavra do que eu lia, enquanto este trabalho ganhava forma. Aquele que mesmo sem compreender o tamanho deste universo, acha maravilhoso cada coisa que lhe conto, até o que me parece tão simples. Obrigada mainha, por seu incentivo inabalável, por ter estado perto ao longo de toda a minha caminhada acadêmica até hoje. Porque realmente, eu estaria totalmente perdida sem a sua presença que tanto me guia. Obrigada a painho, por demonstrar tanto orgulho de mim até quando estou longe de casa, por acreditar que posso ser cada vez melhor, mesmo com qualquer dificuldade que apareça pelo acaso. Vovó, o que seria de mim sem suas orações? Sem sua preocupação em saber se estou bem, se estou comendo e se já cheguei em casa? A senhora não sabe o quanto me foi e me é necessária, desde o momento em que abri os olhos até o sempre. Meu amor tão bravo, o que falar de você...? Sabes que és uma parte enorme do meu ser, que tudo fica um pouco mais fácil porque te tenho na minha vida. Obrigada por ser o que de mais lindo se pode encontrar em uma irmã-amiga, aquela que qualquer pessoa gostaria de encontrar em seu caminho. Eu amo muito, muito mesmo todos vocês.

Ao meu amor Lucas, por acreditar que posso ser o que quiser. Agradeço por ter estado ao meu lado nas milhares de ligações por dia, por ter tido serenidade quando eu não era uma boa companhia. Você é parte da minha calma e um dos lados mais bonitos da minha vida. Te amo!

Aislan, muito obrigada por tudo. Sabes que sem você não haveria como este trabalho existir. Obrigada por me escutar com paciência, por ter me fornecido a maior parte do seu dia ao longo desta jornada. Agradeço por cada orientação toda vez que te entregava algo novo para ler. Você foi uma luz enorme em um momento de grande dificuldade, e se tornou um amigo muito especial, que vou guardar pra toda vida. À Xio, um ás do zooplâncton, e que me orientou na identificação inicial dos Chaetognatha. Obrigada por ter tido a paciência necessária com alguém que nunca havia se aventurado nesta área! Espero um dia poder retribuir um pouquinho do que fizestes por mim.

À professora Christiane Sampaio, que me acolheu como se há muito me conhecesse. Obrigada por todas as dúvidas tiradas, e por ser uma pessoa tão doce e atenciosa.

À todo o pessoal do Laboratório de Zooplâncton, que fazem meus dias de trabalho muito mais divertidos. Agradeço em especial à Simone Lira e Nathy, por me auxiliarem no manuseio do ZooScan. Este trabalho também é de vocês meninas! E à Érika, alguém que tenho maior carinho, que me incentivou muito ao ler meus rabiscos de discussão e com quem adoro conversar. Obrigada minha florzinha!

À Symon Jorge, Laisa e Flávio, amigos que conheci em sala de aula, convivi nestes dois anos de mestrado e gostaria de manter sempre perto, independente de nossos caminhos. Conseguimos gente!

À minha orientadora, Sigrid Neumann-Leitão, por toda a atenção, carinho e compreensão em palavras e gestos, especialmente na reta final. A senhora é um exemplo que quero seguir em altruísmo, e desejo que tudo que proporciona possa lhe ser retornado em infinito. Muito obrigada.

À todos os professores e funcionários do Departamento de Oceanografia, por sua dedicação com os alunos. Agradeço em especial ao professor Fernando Feitosa, à Dona Edileusa e à Myrna, pessoas que não medem esforços quando precisamos de sua ajuda.

À minha amiga desde o sempre, Flavianne Estrela, que nunca duvidou desta vitória, e que com seu jeito inigualável, faz de nossos momentos juntas uma enorme fonte de alegria. Obrigada nega, amo muito você!

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente com a realização deste estudo, meu sincero agradecimento.

Resumo

Dentre os principais grupos que compõem o zooplâncton, Chaetognatha é um filo cosmopolita dos mares e oceanos do mundo, reunindo organismos de grande importância ecológica, uma vez que atuam na posição de eficientes predadores, indicadores de áreas pesqueiras e de movimentos de massas d'água. Contudo, apesar de sua clara importância no meio marinho, Chaetognatha é pouco estudado no Oceano Tropical, principalmente em áreas oceânicas do nordeste brasileiro. Esta região é caracterizada pela presença de bancos e ilhas oceânicas, ambientes que podem influenciar diretamente na estrutura das comunidades locais, modificando a distribuição diária e espacial dos organismos. Dentro deste contexto, este estudo foi dividido em dois capítulos, com objetivo de avaliar como o fotoperíodo e a proximidade de Fernando de Noronha influenciam a abundância e a diversidade das espécies de Chaetognatha (I Capítulo); E analisar como a densidade, biomassa e fator de condição das duas espécies mais abundantes comportam-se em Fernando de Noronha, considerando-se seus estágios de desenvolvimento. Para isto, foram estabelecidas duas transecções de amostragem em relação ao fluxo principal da Corrente Sul Equatorial: uma anterior (nordeste) e outra posterior ao arquipélago (sudoeste), cada uma formada por três estações (A, C e E) com coletas diurnas e noturnas. As amostras foram obtidas durante a estação chuvosa (julho/2010), através de arrastos oblíquos de 0-150 m, com redes de plâncton do tipo bongô (500 e 300 μm). Em paralelo à coleta de material biológico foram coletados dados abióticos para a caracterização hidrológica. Para o cálculo da biomassa, as medidas do comprimento total das espécies foram obtidas por meio do equipamento ZooScan. Os parâmetros que apresentaram maiores variações na coluna d'água foram a temperatura, oxigênio e fluorescência, enquanto que a salinidade e o pH permaneceram constantes. A comunidade de Chaetognatha foi representada por seis espécies: *Serratosagitta serratodentata*, *Flaccisagitta hexaptera*, *Flaccisagitta enflata*, *Flaccisagitta* spp., *Pterosagitta draco* e *Ferosagitta hispida*, dentre as quais *S. serratodentata* apresentou a densidade mais elevada ($460,46 \pm 115,39 \text{ ind.m}^{-3}$). A maioria das espécies foi coletada em números superiores durante o período noturno, e a transecção nordeste reuniu a densidade média mais elevada ($56,77 \pm 114,71 \text{ ind.m}^{-3}$). As populações das duas espécies mais abundantes, *S. serratodentata* e *F. hexaptera*, foram formadas em maior número por indivíduos adultos, que apresentaram maior densidade no período noturno e diurno, respectivamente. A transecção nordeste demonstrou densidades superiores para todos os estágios avaliados. A biomassa média de *S. serratodentata* foi de $126,61 (\pm 145 \mu\text{g.m}^{-3})$, com os indivíduos adultos contribuindo com $205,47 (\pm 168,96 \mu\text{g.m}^{-3})$ e os juvenis com $47,75 (\pm 43 \mu\text{g.m}^{-3})$; *F. hexaptera* apresentou uma média de $80,69 (\pm 336,84 \mu\text{g.m}^{-3})$, correspondente a $150,32 (\pm 464,57 \mu\text{g.m}^{-3})$ para os adultos e $4,73 (\pm 6,34 \mu\text{g.m}^{-3})$ para os juvenis. Adultos foram coletados em maioria, com ambas as redes utilizadas. As curvas de crescimento geradas para *S. Serratodentata* e *F. hexaptera* indicaram que a primeira espécie converte grande parte de sua energia metabólica na produção de biomassa ($b > 3$), enquanto que a segunda investe mais no crescimento corpóreo ($b < 3$). Com exceção de *Flaccisagitta* spp., os testes estatísticos apontaram que a composição das espécies em Fernando de Noronha é homogênea na faixa de 0-150 m, independentemente do fotoperíodo e da distância do arquipélago ($p > 0,05$). A biomassa foi significativamente diferente quanto aos adultos de *S. serratodentata* entre as transecções ($U = 6$, $p = 0,03$), o que não foi observado na comparação entre as estações de cada transecção.

Em conjunto, estes resultados apontaram a ausência do efeito-ilha sobre Chaetognatha em Fernando de Noronha. A continuação de trabalhos na área de estudo torna-se de suma importância, como forma de avaliar por meio de novas metodologias, a interação das espécies de Chaetognatha com a hidrologia da região.

Palavras-chave: Zooplâncton. Arquipélago. Atlântico Tropical.

Abstract

Among the main groups that make up the zooplankton, Chaetognatha is a cosmopolitan phylum of the seas and oceans of the world, with great ecological importance, since they act as efficient predators, and are indicators of fishing areas and water masses. However, despite its clear importance in the marine environment, Chaetognatha is little studied in the Tropical Ocean, mainly in the Northeastern Brazil oceanic area. This region is characterized by the presence of banks and oceanic islands, environments that can directly influence the structure of local communities, with daily and spatial changes in the distribution of organisms. Within this context, this study was divided into two chapters, in order to assess how the photoperiod and the proximity of Fernando de Noronha influence the abundance and species diversity of Chaetognatha (Chapter I); And to understand how the density, biomass and condition factor of the two most abundant species behave in Fernando de Noronha, considering their stage of development (Chapter II). Two sampling transects were established: a previous (northeast) and other post-archipelago (southwest) according to the South Equatorial Current main flux, each consisting of three stations (A, C and E) with day and night collections. Samples were obtained during the rainy season (July/2010), through oblique hauls in the layer 0-150 m, with plankton Bongo nets (500 and 300 μm mesh size). Hydrological data were simultaneously obtained for water mass characterization. To calculate the biomass, measures of the total length of the species were obtained through the ZooScan equipment. Greater variations were registered to water temperature, dissolved oxygen and fluorescence, while the salinity and pH remained constant. The Chaetognatha community was represented by six species: *Serratosagitta serratodentata*, *Flaccisagitta hexaptera*, *Flaccisagitta enflata*, *Flaccisagitta* spp., *Pterosagitta draco* and *Ferosagitta hispida*, among which *S. serratodentata* had the highest density ($460,46 \pm 115,39 \text{ ind.m}^{-3}$). Most species were collected in larger numbers during the night, and northeast transaction met the highest average density ($56,77 \pm 114,71 \text{ ind.m}^{-3}$). The populations of the two most abundant species, *S. serratodentata* and *F. hexaptera*, were formed by great adults number, with higher density in the night and daytime, respectively. The northeast transect showed higher densities for all evaluated stages. The average biomass of *S. serratodentata* was $126,61 (\pm 145 \mu\text{g.m}^{-3})$, with adults contributing $205,4 (\pm 168,96 \mu\text{g.m}^{-3})$ and juveniles with $47,75 (\pm 43 \mu\text{g.m}^{-3})$; *F. hexaptera* averaged $80,69 (\pm 336,84 \mu\text{g.m}^{-3})$, corresponding to $150,32 (\pm 464,57 \mu\text{g.m}^{-3})$ for adults and $4,73 (\pm 6,34 \mu\text{g.m}^{-3})$ for juveniles. Adults were collected mostly used both nets. The growth curves of *S. Serratodentata* and *F. hexaptera* showed that the first species directs much of their metabolic energy in the body mass production ($b > 3$), while the second directs energy to body size ($b < 3$). Aside from *Flaccisagitta* spp., statistical tests showed that the species composition in Fernando de Noronha is homogeneous in the range of 0-150 m, regard less of photoperiod and distance from the archipelago ($p > 0,05$). The biomass was significantly different between transects for the adults of *S. serratodentata* ($U= 6$, $p= 0,03$), a fact not observed when comparing the stations of each transect. These results indicate the absence of the island mass effect on Chaetognatha in Fernando de Noronha. The continuation of work in the study area becomes finally, of paramount importance, in order to assess through new methodologies, the interaction of species of Chaetognatha with the hydrology of the region.

Keywords: Zooplankton. Archipelago. Tropical Atlantic.

Lista de Figuras

Figura 1. Localização do arquipélago de Fernando de Noronha com destaque para as estações de coleta dispostas na transecção nordeste (1A, 1C e 1E) e na transecção sudoeste (2A, 2C e 2E), estabelecidas anterior e posteriormente à influência da corrente Sul Equatorial, respectivamente. A seta acima indica a direção desta corrente. Fonte: Adaptado de Brandão et al (2012). 20

Figura 2. Vinhetas digitais geradas através do ZooScan para indivíduos adultos das duas espécies mais abundantes em Fernando de Noronha. Destaque para as vesículas seminais de *S. serratodentata* (a) e para os ovários em desenvolvimento de *F. hexaptera* (b). 22

Resultados Capítulo I

Figura 3. Análise de Componentes Principais (ACP) para a camada d'água acima da termoclina (a), camada da termoclina (b) e camada abaixo da termoclina (c) em Fernando de Noronha (NE, Brasil). Os pontos representam os valores dos dados abióticos de cada unidade amostral. O gráfico demonstra a importância de cada eixo e as variáveis mais fortemente correlacionadas. 27

Figura 4. Densidade das espécies de Chaetognatha separadas por período de amostragem em Fernando de Noronha (NE, Brasil) (a); densidade detalhada das espécies pouco abundantes (b) (descrita em escala diferente). 29

Figura 5. Análise de Similaridade (ANOSIM) entre a densidade das espécies nos períodos de amostragem (entre) e no período diurno e noturno analisados separadamente (Fernando de Noronha, NE - Brasil). 30

Figura 6. Densidade espacial de *Serratosagitta serratodentata* e de *Flaccisagitta hexaptera* consideradas separadamente em Fernando de Noronha (NE, Brasil); os valores de *Pterosagitta draco*, *Flaccisagitta enflata*, *Ferosagitta hispida* e *Flaccisagitta* spp. foram agrupados em “outras”. A seta acima indica a direção da corrente Sul Equatorial (SEC). 31

Figura 7. Densidade espacial das espécies pouco abundantes em Fernando de Noronha. A seta acima indica a direção da corrente Sul Equatorial (SEC). 32

Figura 8. Análise de Similaridade (ANOSIM) entre a densidade das espécies nas transecções de amostragem (entre) e estações da transecção nordeste e sudoeste analisadas separadamente (Fernando de Noronha, NE - Brasil). 33

Figura 9. Escalonamento Multidimensional (MDS) entre a densidade das espécies dos diferentes pontos de coleta em Fernando de Noronha (NE, Brasil). **Unidades amostrais:** ua1 (1E diurno); ua2 (1E noturno); ua3 (1C diurno); ua4 (1C noturno); ua5 (1A diurno); ua6 (1A noturno); ua7 (2A diurno); ua8 (2A noturno); ua9 (2C diurno); ua10 (2C noturno); ua11 (2E diurno); ua12 (2E noturno). 33

Resultados Capítulo II

Figura 1. Densidade dos estágios de desenvolvimento de *S. serratodentata* e *F. hexaptera* em Fernando de Noronha (NE, Brasil) segundo o período de amostragem. 34

Figura 2. Densidade dos estágios de desenvolvimento de <i>S. serratodentata</i> segundo as estações de coleta em Fernando de Noronha (NE, Brasil). A seta acima indica a direção da corrente Sul Equatorial (SEC).	35
Figura 3. Densidade dos estágios de desenvolvimento de <i>F. hexaptera</i> segundo as estações de coleta em Fernando de Noronha (NE, Brasil). A seta acima indica a direção da corrente Sul Equatorial (SEC). ...	36
Figura 4. Biomassa média dos estágios de desenvolvimento de <i>S. serratodentata</i> e <i>F. hexaptera</i> em Fernando de Noronha (NE, Brasil) segundo o período de amostragem.	37
Figura 5. Box-plot (mediana e quartis) representando a biomassa ($\mu\text{g.m}^{-3}$) entre as transecções amostrais (nordeste/sudoeste) para a espécie <i>S. serratodentata</i> (a) e para os adultos desta mesma espécie (b), em Fernando de Noronha (NE, Brasil).	38
Figura 6. Biomassa média de <i>S. serratodentata</i> segundo o estágio de desenvolvimento (adultos e juvenis) e por estação de coleta em Fernando de Noronha (NE, Brasil). Os valores são apresentados em $\mu\text{g.m}^{-3}$	39
Figura 7. Biomassa média de <i>F. hexaptera</i> segundo o estágio de desenvolvimento (adultos e juvenis) e por estação de coleta em Fernando de Noronha (NE, Brasil). Os valores são apresentados em $\mu\text{g.m}^{-3}$. .	39
Figura 8. Curva de crescimento obtida para os estágios de desenvolvimento de <i>S. serratodentata</i> em Fernando de Noronha (NE, Brasil).	41
Figura 9. Curva de crescimento obtida para os estágios de desenvolvimento de <i>F. hexaptera</i> em Fernando de Noronha (NE, Brasil).	42

Lista de Tabelas

Resultados Capítulo I

Tabela 1. Valores médios de temperatura, salinidade, oxigênio, pH e fluorescência obtidos para cada camada da coluna d'água amostral (0-150 m), estabelecidas em função da termoclina em Fernando de Noronha (NE, Brasil). Os valores das respectivas variáveis foram tratados por período de amostragem (diurno/noturno); por transecção (nordeste/sudoeste) e por estação (A, C e E). O símbolo (-) indica a ausência de dados para a respectiva camada. 25

Tabela 2. Abundância Relativa e Frequência de Ocorrência das espécies de Chaetognatha encontradas em Fernando de Noronha (NE, Brasil). 28

Resultados Capítulo II

Tabela 2. Níveis de significância ("p") obtidos através da comparação entre as estações de cada transecção amostral. O símbolo (-) indica a ausência do teste devido a um número inferior de amostras necessário para sua realização. 40

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
2.1 Descrição da área de estudo	19
2.2 Estratégia amostral	19
2.3 Procedimentos de laboratório	21
2.4 Cálculo da biomassa	21
2.5 Tratamento dos dados	22
2.5.1 Capítulo I	22
2.5.2 Capítulo II	23
3. RESULTADOS CAPÍTULO I	24
3.1 Dados abióticos	24
3.1.1 Análise da Componente Principal (ACP)	25
3.2 Composição específica	27
3.3 Variação diária	28
3.4 Variação espacial	30
4. RESULTADOS CAPÍTULO II	34
4.1 Abundância Total	34
4.2 Densidade	34
4.2.1 Densidade por período	34
4.2.2 Densidade por estação de coleta	35
4.3 Biomassa	36
4.3.1 Biomassa média	36
4.3.2 Biomassa por período	36
4.3.3 Biomassa por transecção amostral	37
4.3.4 Biomassa por estação de coleta	38
4.4 Fator de condição	40
4.4.1 <i>S. serratodentata</i>	40
4.4.2 <i>F. hexaptera</i>	41
5. DISCUSSÃO.....	43
5.1 Capítulo I	43
5.1.1 Composição específica	43
5.1.2 Variação diária	45

5.1.3 <i>Variação espacial</i>	46
5.2 Capítulo II	47
5.2.1 <i>Biomassa</i>	47
5.2.2 <i>Fator de condição</i>	48
6. CONCLUSÕES	50
7. REFERÊNCIAS	51

1. INTRODUÇÃO

Os oceanos envolvem mais de 70% da superfície do planeta, oferecendo cerca de 300 vezes mais espaço habitável do que o provido por ambientes terrestres ou de água doce (Pereira & Soares-Gomes, 2002). Sua grande diversidade de habitats condiciona uma excepcional diversidade de vida, atribuindo a este ecossistema um alto nível de complexidade. Também constituem uma importante fonte de alimento, recursos químicos e minerais (Pereira & Soares-Gomes, 2002), e junto à circulação atmosférica, proporcionam a moderação das temperaturas superficiais do planeta, atuando como um verdadeiro termostato global (Garrison, 2010).

O Oceano Tropical apresenta baixas concentrações de nutrientes na superfície, em virtude de uma mínima circulação vertical das massas d'água (Longhurst & Pauly, 1987); esta condição leva por consequência, à reduzidas densidades e produtividade biológica (Boltovskoy, 1981). Os sistemas pelágicos do Atlântico Sul estão inseridos neste contexto, podendo ser considerados como um sistema único, controlado pela influência principal de águas oligotróficas da Corrente Sul Equatorial (Ekau e Knoppers, 1999; Araújo & Cintra, 2009).

Diferente do que é observado para a região tropical como um todo, ambientes de ilhas e montes submarinos tendem a apresentar valores mais elevados de biomassa e produtividade planctônica (Saltzman & Wishner, 1997). Este fenômeno, conhecido como “efeito ilha”, é ocasionado por uma quebra na estrutura vertical estável da coluna d'água, promovendo a ascensão de águas profundas ricas em nutrientes à superfície (Doty & Ogury, 1956) e ocorrendo em associação à interação fluxo-topografia, ou a mecanismos de divergência entre correntes e estresse causado pelos ventos (Roden, 1987; Rogers, 1994; Travassos et al., 1999). Isto acarreta uma interferência na estrutura e função das comunidades locais, principalmente na comunidade planctônica, que é a primeira a sofrer com estas alterações. A presença de ilhas e montes submarinos pode, assim, modificar a distribuição diária e espacial destes organismos no seu entorno (Melo et al., 2012; Lira et al., 2014).

Entre os organismos planctônicos, o zooplâncton constitui um grupo altamente heterogêneo do ambiente marinho, uma vez que sua grande diversidade de tamanho e forma, reduzida capacidade natatória e diversos tipos de alimentação, somada a uma ampla distribuição espacial (Palma & Kaiser, 1993), condicionam variações quantitativas na biodiversidade em determinadas áreas e períodos.

Sua importância reside no papel que desempenham na teia alimentar, onde atuam na transferência da biomassa e energia produzida pelo fitoplâncton aos níveis tróficos superiores (Boltovskoy, 1999; Gross & Gross, 1996; Lenz, 2000; Rodríguez-Sáenz & Moralez-Ramírez, 2012); contribuem com a ciclagem e exportação de nutrientes orgânicos e inorgânicos presentes na coluna d'água, abrigam estágios iniciais de organismos que compõem as comunidades nectônicas e bentônicas, bem como apresentam espécies indicadoras das condições ambientais dominantes (Gross & Gross, 1996).

Dentre os principais grupos que compõem o zooplâncton, Chaetognatha inclui 209 espécies amplamente distribuídas nos mares e oceanos do mundo, 29 das quais ocorrentes no Atlântico Sul e 25 em águas brasileiras (Vega-Pérez & Schinke, 2011; Souza et al., 2014). Por demonstrarem elevada frequência e abundância, podem chegar a compor cerca de 10% da biomassa total do zooplâncton (Ball & Miller, 2006) e até 30% da biomassa de Copepoda, seu principal item alimentar (Reeve, 1970; Bone et al., 1991).

O filo reúne organismos de grande importância ecológica, uma vez que atuam na posição de predadores vorazes, competidores e presas (Gusmão, 1986); e, por constituírem um elo trófico entre Copepoda e grandes predadores – tais como peixes de interesse comercial (por ex. *Thunnus albacares* e *Katsuwonus pelamis*) (Alvariño, 1985; Roger, 1994), são correlacionados a áreas com atrativo potencial pesqueiro (Boltovskoy, 1981). Algumas espécies estão ainda intimamente associadas às massas d'água e aos seus movimentos, devido à sua sensibilidade em detectar mudanças na temperatura e salinidade, sendo consideradas por esta razão, indicadoras de suas propriedades (Alvariño 1969; McLelland 1984; Cheney, 1985; Johnson & Allen, 2005; Vega-Pérez & Schinke, 2011).

Embora este grupo seja formado por espécies de reduzido tamanho corporal (2-120 mm), seu caráter predatório e rápida digestão também os colocam como elementos chave de matéria orgânica particulada, fornecendo uma significativa contribuição ao fluxo de carbono dos oceanos (Pearre, 1980; Bone et al., 1991; Vega-Pérez & Schinke, 2011). Estes fatores, somados a uma ampla distribuição mundial, fazem de Chaetognatha um forte estruturador das comunidades zooplancônicas marinhas, influenciando os níveis tróficos mais elevados (Pearre, 1980; Hossfeld, 1996).

No Brasil, a maior parte dos estudos que têm por enfoque este filo restringe-se à análise sistemática, distribuição, ocorrência e notas ecológicas (Gusmão, 1986), havendo uma significativa quantidade de dados voltados para a zona costeira (Lopes, 2007). A área oceânica, contudo, ainda apresenta lacunas no conhecimento destes importantes indicadores, principalmente na região nordeste, onde poucos trabalhos foram desenvolvidos até o presente (Hosoe, 1956; Gusmão, 1986; Souza et al., 2014).

Dentro deste contexto, o Arquipélago de Fernando de Noronha distingue-se por reunir sítios ecológicos específicos, devido a sua posição geográfica distante do continente e por estar no curso da corrente Sul Equatorial, proporcionando uma grande heterogeneidade de ambientes marinhos (Mitraud, 2001). Como é situado no Atlântico a nordeste do Brasil, a região é uma importante porção da Zona Econômica Exclusiva (ZEE), tendo sido designada pela UNESCO como Patrimônio da Humanidade por apresentar aspectos únicos de biodiversidade e geomorfologia. Seus meios físico (solos, clima, relevo) e biológico (diversidade da fauna e flora) possuem dados relevantes descritos pela literatura (Batistella, 1993; Batistella, 1996; Sazima & Haemig, 2006; Marques et al., 2007); Por outro lado, dados sobre a relação existente entre Fernando de Noronha e sua influência sobre Chaetognatha podem ser considerados raros.

Desta forma, o presente estudo, parte integrante do projeto “Camadas Finas Oceânicas: ao largo do nordeste do Brasil”, financiado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) (208369), testa a hipótese de que a distribuição das espécies de Chaetognatha é influenciada pelo fotoperíodo e distância do arquipélago de Fernando de Noronha (NE, Brasil).

Para testar a respectiva hipótese, esta dissertação foi formada por dois capítulos:

Capítulo I: “Influência do Arquipélago de Fernando de Noronha (Atlântico Sul Equatorial) sobre as populações de Chaetognatha”, com objetivo de avaliar como o fotoperíodo e a proximidade de Fernando de Noronha influenciam a densidade e a diversidade das espécies de Chaetognatha.

Capítulo II: “Influência do Arquipélago de Fernando de Noronha (Atlântico Sul Equatorial) sobre *Serratosagitta serratodentata* e *Flaccisagitta hexaptera* (Chaetognatha)”, com objetivo de analisar como a densidade, biomassa e fator de condição das duas espécies mais abundantes comportam-se em Fernando de Noronha, considerando-se, para isto, seus estágios de desenvolvimento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição de área de estudo

Fernando de Noronha (FN) é um arquipélago formado por 21 ilhas, ilhotas e rochedos, estando localizado a 3°50'24'' de latitude Sul e 32°24'48'' de longitude Oeste, distando aproximadamente 545 km da capital pernambucana (Recife), 2.600 km da costa africana (Batistella, 1993) e 360 km do continente americano (Widmer, 2007) (Figura 1).

A área encontra-se a cerca de 4.000 m de profundidade sobre o assoalho oceânico, e é regida pelo clima tropical semelhante ao encontrado no agreste nordestino (segundo Köppen), com duas estações bem definidas: uma de estiagem, que ocorre de agosto a fevereiro, e outra chuvosa, entre março e julho. A precipitação média anual é de aproximadamente 1.400 mm, com uma temperatura média anual de 25°C (Serafini, 2010).

A dinâmica oceânica que age sobre o arquipélago está condicionada a um complexo sistema de correntes e contracorrentes que fluem principalmente na direção Leste-Oeste sobre o Equador, geralmente havendo influência principal da Corrente Sul Equatorial (SEC) na camada superficial da coluna d'água (Rodrigues et al., 2007).

Os ventos predominantes são os alísios de sudeste, variando para nordeste com intensidade média de 4,8 m/s, desde a superfície até o nível de 750 milibares (Becker, 2001).

2.2 Estratégia amostral

As amostras foram obtidas pela embarcação NHo Cruzeiro-do-Sul da Marinha do Brasil, em julho de 2010 (estação chuvosa). Inicialmente, dados de uma ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) acoplada ao casco do navio confirmaram previamente a corrente Sul Equatorial como a principal influente no arquipélago.

Duas transecções foram então estabelecidas a favor da corrente: a primeira (1), situada a nordeste (anterior ao arquipélago); e a segunda (2), a sudoeste (posterior ao arquipélago). Cada transecção foi formada por três estações de coleta, distando cerca de 2-3 km entre as mesmas, nas quais ocorreram coletas diurnas e noturnas. Estas estações foram nomeadas como “A” (mais próxima do arquipélago), “C” (intermediária) e “E” (mais distante). Dessa forma, os códigos dos pontos de amostragem foram nomeados conforme a transecção (1 ou 2) e distância do arquipélago (A, C ou E) (Figura 1).

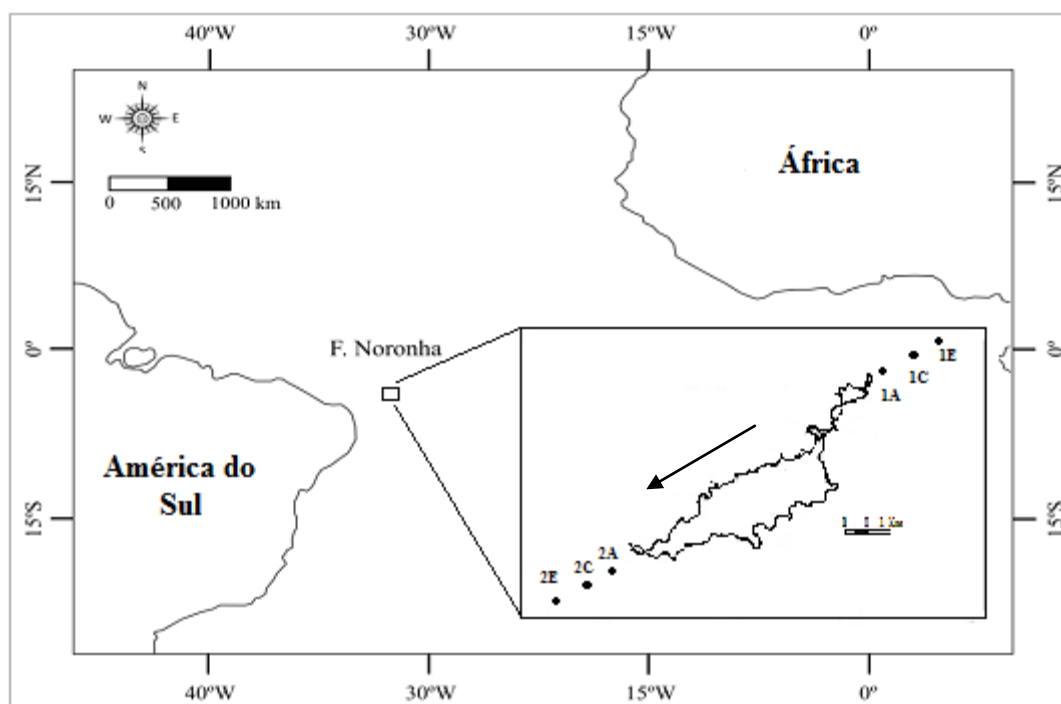


Figura 1. Localização do arquipélago de Fernando de Noronha com destaque para as estações de coleta dispostas na transecção nordeste (1A, 1C e 1E) e na transecção sudoeste (2A, 2C e 2E), estabelecidas anterior e posteriormente à influência da corrente Sul Equatorial, respectivamente. A seta acima indica a direção desta corrente. Fonte: Adaptado de Brandão et al (2012).

O procedimento de amostragem consistiu em coletas com duas redes de plâncton do tipo bongô, com 500 e 300 μm de abertura de malha; 0,60 m de diâmetro de boca; e com fluxômetros acoplados para o cálculo do volume de água filtrada. A escolha de malhas distintas visou permitir a melhor amostragem possível da comunidade de Chaetognatha, de maneira que uma fosse complementar à outra.

Os arrastos realizados foram do tipo oblíquo, com duração de 10 minutos, em uma profundidade máxima de 150 m (correspondente à camada fótica local). Paralelamente às coletas de plâncton, dados de temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido e fluorescência foram obtidos através de perfis de CTD (*Conductivity Temperature Depth*), os quais serviriam para caracterizar as condições hidrológicas predominantes no momento das coletas.

Após as coletas, as amostras foram acondicionadas em frascos plásticos de 500 mL, fixadas e conservadas com formaldeído a 4%, neutralizado com tetraborato de sódio (5g.L^{-1}), segundo a técnica descrita por Newell & Newell (1963). Atualmente, estas amostras encontram-se armazenadas na Coleção do Museu de Oceanografia Petrônio Alves Coelho, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

2.3 Procedimentos de laboratório

Os dados abióticos foram processados pelo Laboratório de Oceanografia Física Estuarina e Costeira (LOFEC) do Departamento de Oceanografia da UFPE, e disponibilizados para serem analisados no presente trabalho.

O procedimento laboratorial envolveu o fracionamento das amostras até frações máximas de 1/64, através de um quarteador do tipo MOTODA, finalizando a triagem de um mínimo total de 70 indivíduos. Amostras que apresentaram uma quantidade inferior de organismos foram consideradas em sua totalidade.

Após a separação dos Chaetognatha (utilizando-se uma placa do tipo Bogorov), as espécies foram identificadas a partir do uso de um estereomicroscópio composto, e o corante Rosa de Bengala foi utilizado para a visualização acurada de estruturas taxonomicamente importantes. A identificação específica ocorreu até o menor nível taxonômico possível, tendo sido baseada em bibliografia especializada para o filo (Boltovskoy, 1981; Casanova, 1999; Johnson & Allen, 2005).

As espécies mais abundantes dentre a comunidade foram selecionadas para a estimativa da biomassa e análise do fator de condição (2º capítulo). Para isto, foram previamente classificadas em adultas ou juvenis, segundo o estágio de desenvolvimento em que se encontravam (a partir da formação inicial dos ovários, com ou sem desenvolvimento de vesículas seminais - adultas; e pela ausência destas estruturas reprodutivas – juvenis) (adaptado de Almeida-Prado, 1968).

2.4 Cálculo da biomassa

Como Chaetognatha é um filo pertencente ao mesozooplâncton, seu tamanho corporal permitiu a utilização do equipamento ZooScan para a aquisição das medidas de comprimento das espécies (topo da cabeça à base da cauda, excluindo-se a nadadeira caudal), que foram obtidas por meio da função “Diâmetro Esférico Equivalente” (ESD), em acordo com Marcolin et al (2013).

As imagens foram geradas em tons de cinza a 3500 dpi de resolução. As vinhetas digitais resultantes (Figura 2) foram então analisadas por meio do software ZooProcess (<http://www.obs-vlfr.fr/LOV/ZooPart/ZooScan>) e classificadas automaticamente pelo modelo Coss-validation 2 (C-SVC linear). Um banco de dados foi gerado para cada conjunto das espécies, e posteriormente foram selecionados para a sua aplicação às seguintes fórmulas:

$$1^{\circ} - P_c = 0.120 \times C^{3.28} (S. serratodentata)$$

$$2^{\circ} - P_c = 0.057 \times C^{2.83} (F. hexaptera)$$

Onde P_c = peso do carbono (μg) e C = comprimento total excluindo-se a nadadeira caudal

A primeira fórmula foi proposta por Reeve & Baker (1975) para o cálculo da biomassa de *Ferosagitta hispida*, mas que neste estudo foi utilizada para *S. serratodentata* pelo fato de que ambas são espécies de corpo rígido e apresentam tamanhos corporais bastante semelhantes, o que deve contribuir em proporções também semelhantes de carbono.

A segunda fórmula foi proposta por Sziper (1978) para *Flaccisagitta enflata*, tendo sido utilizada para o cálculo de *F. hexaptera* por ambas pertencerem ao mesmo gênero taxonômico.



Figura 2. Vinhetas digitais geradas através do ZooScan para indivíduos adultos das duas espécies mais abundantes em Fernando de Noronha. Destaque para as vesículas seminais de *S. serratodentata* (a) e para os ovários em desenvolvimento de *F. hexaptera* (b).

2.5 Tratamento dos dados

2.5.1 Capítulo I

Devido à presença da termoclina na porção amostral da coluna d'água (0-150 m), a mesma foi dividida em três unidades distintas - camada acima da termoclina, camada da termoclina e camada abaixo da termoclina – visto que com a profundidade, os valores de temperatura são significativamente alterados. De maneira a verificar possíveis modificações nos valores médios das demais variáveis abióticas, os dados de salinidade, oxigênio dissolvido, pH e fluorescência também foram analisados para cada unidade estabelecida.

Parâmetros como abundância relativa, frequência de ocorrência e densidade (ind.m^{-3}) foram empregados neste estudo para avaliar aspectos estruturais da comunidade.

Os valores de densidade foram previamente tratados pelo teste de normalidade de Kolmogorov-Sminorv. A partir do tipo de distribuição destes dados (normais ou não-normais), a densidade total e distribuição das espécies de Chaetognatha entre os períodos de amostragem (diurno e noturno); e entre as transecções (nordeste e sudoeste) foram comparadas através do teste paramétrico (teste “t”) ou de seu correspondente não paramétrico (Mann-Whitney). As estações de cada transecção (A, C e E) também foram analisadas separadamente através de uma análise de variância (ANOVA) ou de seu correspondente não paramétrico (Kruskal-Wallis).

Quanto à estatística multivariada, a Análise de Componentes Principais (ACP) objetivou conhecer qual parâmetro abiótico (temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, pH e fluorescência) é mais influente sobre o filo nas proximidades de Fernando de Noronha. A Análise de Similaridade (ANOSIM) foi empregada para testar a existência de diferenças estatísticas na abundância e composição das espécies entre os períodos de amostragem (diurno e noturno) e entre as transecções (nordeste/sudoeste); e, como forma de identificar um possível padrão de distribuição espacial das espécies entre as estações anteriores/posteriores ao arquipélago, o Escalonamento Multidimensional (MDS) foi utilizado para verificar a similaridade entre as comunidades dos diferentes pontos de coleta.

2.5.2 Capítulo II

Os valores de biomassa foram previamente tratados pelo teste de normalidade de Kolmogorov-Sminorv. A partir do tipo de distribuição destes dados (normais ou não-normais), a biomassa média de Chaetognatha entre os períodos de amostragem; e entre as transecções foram comparadas através do teste paramétrico (teste “t”) ou de seu correspondente (Mann-Whitney). A comparação de dados entre as estações (A, C, E) nas respectivas transecções foi realizada por meio da análise de variância (ANOVA), ou de seu correspondente (Kruskal Wallis).

Como a densidade de Chaetognatha envolveu plenamente dados de caráter descritivo, não foram aplicados testes estatísticos para este parâmetro.

A relação biomassa-comprimento foi estimada pela equação alométrica de Huxley ($y=a.x^b$), e com vista a identificar possíveis diferenças no padrão de crescimento entre os indivíduos, foi ajustada a uma única função biomassa/comprimento para adultos e juvenis.

Os testes descritos foram desenvolvidos no software estatístico “R”, em sua versão 3.1.1., através da utilização dos pacotes VEGAN e MASS. Todas as análises utilizaram nível de significância de 0,05.

3. RESULTADOS CAPÍTULO I

3.1 Dados abióticos

A temperatura da água foi o parâmetro de maior variação dentre os dados abióticos analisados neste estudo ($23,04 \pm 5,19^{\circ}\text{C}$), apresentando um padrão de redução em seus valores conforme o aumento da profundidade. A média mais elevada ocorreu na superfície, na estação 1C durante o período diurno ($27,15^{\circ}\text{C}$), enquanto que o valor mínimo foi observado na camada abaixo da termoclina no ponto 2C, durante o período noturno ($14,06^{\circ}\text{C}$).

A salinidade pouco variou ao longo dos períodos de amostragem e estações de coleta ($36,03 \pm 0,3$) mantendo valores em torno de 36 na superfície e na termoclina; e acima de 35.4 na terceira camada amostral (com exceção da estação 2C, no período noturno).

De maneira geral, o oxigênio assumiu um padrão semelhante ao observado para a temperatura, apresentando uma redução de valores com a profundidade ($4,52 \pm 0,76 \text{ mL/L}$); contudo, a média mais elevada deste parâmetro ocorreu na camada da termoclina na estação 1A, durante o período noturno ($5,21 \text{ mL/L}$). O valor mínimo foi registrado na camada abaixo da termoclina em 2C, durante o período noturno ($3,33 \text{ mL/L}$).

A fluorescência não se comportou segundo um padrão ($0,54 \pm 0,32 \text{ a}$), porém, valores mais elevados ocorreram na camada da termoclina para a grande maioria das estações, com 1C demonstrando o valor médio mais alto durante o período noturno ($0,93 \text{ a}$). A estação 2A apresentou a menor média, obtida na camada superficial durante o período diurno ($0,13 \text{ a}$).

A análise do pH evidenciou que este foi o dado de menor variação dentre os abióticos ($8,83 \pm 0,11$), representado por valores alcalinos independentemente da camada amostral.

Tabela 1. Valores médios de temperatura, salinidade, oxigênio, pH e fluorescência obtidos para cada camada da coluna d'água amostral (0-150 m), estabelecidas em função da termoclina em Fernando de Noronha (NE, Brasil). Os valores das respectivas variáveis foram tratados por período de amostragem (diurno/noturno); por transecção (nordeste/sudoeste) e por estação (A, C e E). O símbolo (-) indica a ausência de dados para a respectiva camada.

TRANSECÇÃO		nordeste						sudoeste					
Estação	E		C		A		A		C		E		
Período	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	
TEMPERATURA													
acima	27,11	27,14	27,15	27,13	27,12	27,11	26,02	27,07	26,97	26,99	25,99	26,99	
termoclima	26,26	23,65	20,92	22,01	24,99	27,13	19,74	26,73	21,69	23,11	19,23	22,65	
abaixo	17,77	15,89	14,65	14,68	18,50	-	14,12	-	14,27	14,06	14,28	14,14	
SALINIDADE													
acima	36,20	36,21	36,18	36,19	36,21	36,22	36,19	36,18	36,17	35,77	36,19	36,19	
termoclima	36,25	36,27	36,16	36,21	36,26	36,23	35,93	36,19	36,11	34,89	35,91	36,14	
abaixo	35,86	35,65	35,50	35,50	35,95	-	35,42	-	35,45	34,27	35,44	35,42	
OXIGÊNIO													
acima	5,06	5,10	5,05	5,04	5,06	4,82	4,94	5,14	5,01	5,04	4,91	5,04	
termoclima	5,10	4,56	4,15	4,22	4,85	5,21	4,13	5,08	4,22	5,00	3,96	4,45	
abaixo	3,78	3,56	3,44	3,38	3,84	-	3,41	-	3,34	3,33	3,47	3,47	
pH													
acima	8,95	8,94	8,95	8,95	8,94	8,95	8,92	8,94	8,94	8,94	8,94	8,94	
termoclima	8,89	8,83	8,78	8,81	8,88	8,95	8,82	8,94	8,79	8,88	8,83	8,87	
abaixo	8,73	8,68	8,68	8,67	8,75	-	8,71	-	8,67	8,65	8,75	8,73	
FLUORESCÊNCIA													
acima	0,40	0,29	0,30	0,42	0,45	0,33	0,73	0,61	0,41	0,44	0,77	0,43	
termoclima	0,67	0,75	0,87	0,93	0,74	0,57	0,50	0,82	0,92	-	0,70	0,85	
abaixo	0,67	0,47	0,36	0,49	0,72	-	0,13	-	0,34	0,43	0,28	0,15	

3.1.1 Análise da Componente Principal (ACP):

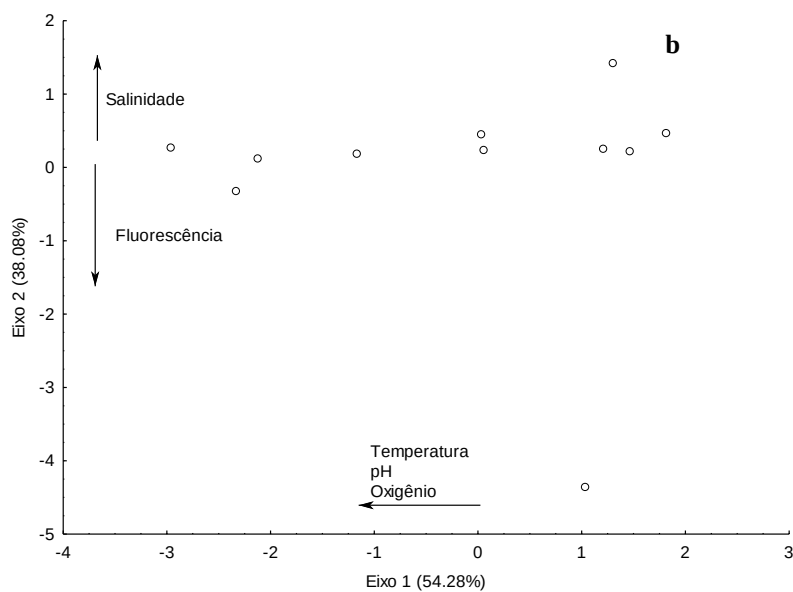
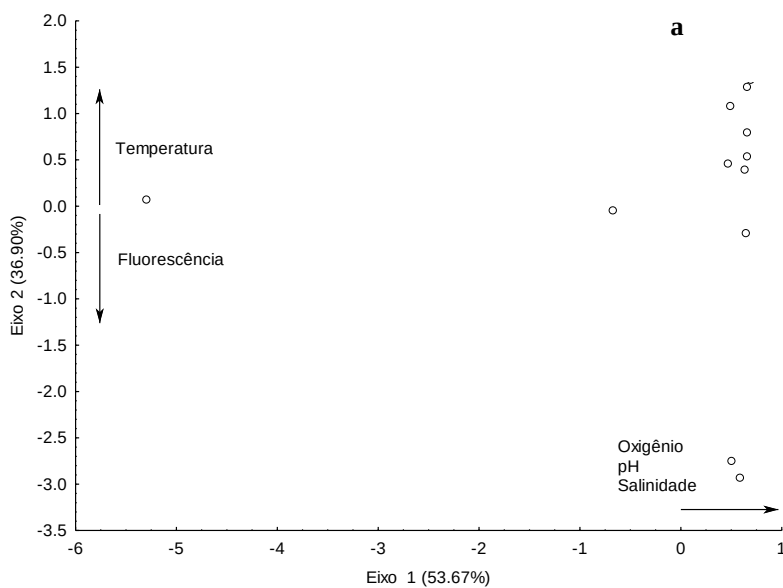
Nas três camadas analisadas (acima da termoclina, termoclina e abaixo da termoclina), o critério Broken-Stick evidenciou sempre os dois primeiros eixos da PCA, que foram utilizados na interpretação dos dados. Os dois eixos em conjunto explicaram 90,57% da correlação entre os parâmetros ambientais no primeiro teste; 92,36% no segundo e 87,35% no terceiro.

Para a camada acima da termoclina, o Eixo 1 explicou 53,67% da distribuição dos dados, enquanto que o Eixo 2 explicou 36,90%. As variáveis ambientais que correlacionaram mais fortemente com estes componentes foram pH (97,49%), oxigênio (96,21%) e salinidade (88,06%) para o primeiro eixo; e temperatura (95,39%) e fluorescência (-96,49%) para o segundo, apenas este último exercendo uma correlação negativa sobre o conjunto (Figura 3a).

Na termoclina, o Eixo 1 explicou 54,28% da variação dos dados, enquanto que o Eixo 2 explicou 38,08%. O primeiro eixo foi correlacionado negativamente com a temperatura (-95,73%), pH (-94,84%) e

oxigênio (-85,05%); e o segundo correlacionou positivamente com a salinidade (91,24%) e negativamente com a fluorescência (-88,01%) (Figura 3b).

Na camada abaixo da termoclina, 54,09% dos dados foram explicados pelo Eixo 1, tendo o Eixo 2 explicado, 33,26% de sua variação. O oxigênio foi a variável determinante do primeiro eixo, correlacionando-se positivamente com este (86,81%); enquanto que o segundo eixo foi correlacionado negativamente com a temperatura (-76,98%) e fluorescência (-75,83%) (Figura 3c).



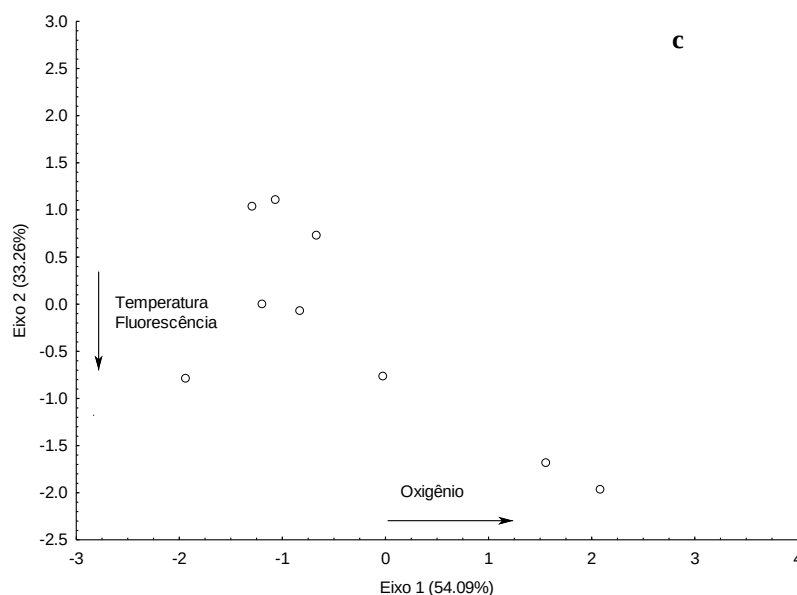


Figura 3. Análise de Componentes Principais (ACP) para a camada d'água acima da termoclina (a), camada da termoclina (b) e camada abaixo da termoclina (c) em Fernando de Noronha (NE, Brasil). Os pontos representam os valores dos dados abióticos de cada unidade amostral. O gráfico demonstra a importância de cada eixo e as variáveis mais fortemente correlacionadas.

3.2 Composição específica

Um total de 2159 organismos foi identificado, compondo uma comunidade de seis espécies pertencentes a quatro gêneros taxonômicos: *Serratosagitta serratodentata* (Krohn, 1853), *Flaccisagitta hexaptera* (d'Orbigny, 1834), *Flaccisagitta enflata* (Grassi, 1881), *Flaccisagitta* spp., *Pterosagitta draco* (Krohn, 1853) e *Ferosagitta hispida* (Conant, 1895). Os espécimes de *Flaccisagitta* spp. foram assim classificados pelo fato de que não encontravam-se em boas condições para sua identificação ao nível de epíteto específico.

As espécies mais abundantes foram *S. serratodentata* (73,55%) e *F. hexaptera* (15,42%), igualmente observadas como as mais frequentes, ocorrendo em 100% das amostras deste estudo. *Flaccisagitta* spp. foi a espécie de menor abundância (0,63%), sendo esta a que também apresentou a menor frequência de ocorrência dentre a comunidade (21,74%) (Tabela 2).

Tabela 2. Abundância Relativa e Frequência de Ocorrência das espécies de Chaetognatha encontradas em Fernando de Noronha (NE, Brasil).

ESPÉCIE	ABUNDÂNCIA RELATVA	FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA
<i>Serratogagitta serratodentata</i>	73,55%	100%
<i>Flaccisagitta hexaptera</i>	15,42%	100%
<i>Flaccisagitta enflata</i>	4,91%	82,61%
<i>Flaccisagitta</i> spp.	0,63%	21,74%
<i>Pterosagitta draco</i>	3,66%	73,91%
<i>Ferosagitta hispida</i>	1,76%	73,91%

3.3 Variação diária

A densidade média obtida pelos dois períodos amostrais foi de 113,57 ($\pm 177,57$ ind.m⁻³), com registro de um número mais elevado de organismos no período noturno (116,64 $\pm$ 210,27 ind.m⁻³) em comparação ao diurno (110,51 $\pm$ 158,23 ind.m⁻³). Estes dados representaram respectivamente, 51,35% e 48,65% da comunidade de Chaetognatha na área estudada.

A espécie *S. serratodentata* apresentou a maior densidade média (460,46 $\pm$ 115,39 ind.m⁻³), seguida por *F. hexaptera* (151,33 $\pm$ 115,78 ind.m⁻³), *P. draco* (38,46 $\pm$ 32,14 ind.m⁻³), *F. enflata* (20,33 $\pm$ 8,77 ind.m⁻³), *F. hispida* (8,88 $\pm$ 2,19 ind.m⁻³) e *Flaccisagitta* spp. (1,98 $\pm$ 0,86 ind.m⁻³). As densidades totais de *S. serratodentata*, *P. draco*, *F. hispida* e *Flaccisagitta* spp. foram mais elevadas durante o período noturno, enquanto que *F. hexaptera* e *F. enflata* estiveram melhor representados no período diurno (Figura 4a e b).

Apesar de este parâmetro apresentar-se muito superior para *S. serratodentata* e elevado para *F. hexaptera* quanto às outras espécies, não foram constatadas diferenças entre os períodos de amostragem ($t= 0,076$, G.L.= 6, $p= 0,47$), o que foi confirmado pela análise de similaridade (ANOSIM), ao demonstrar o alto grau de semelhança entre as amostras coletadas durante o dia e durante a noite ($R= -0,083$, $p= 0,877$) (Figura 5).

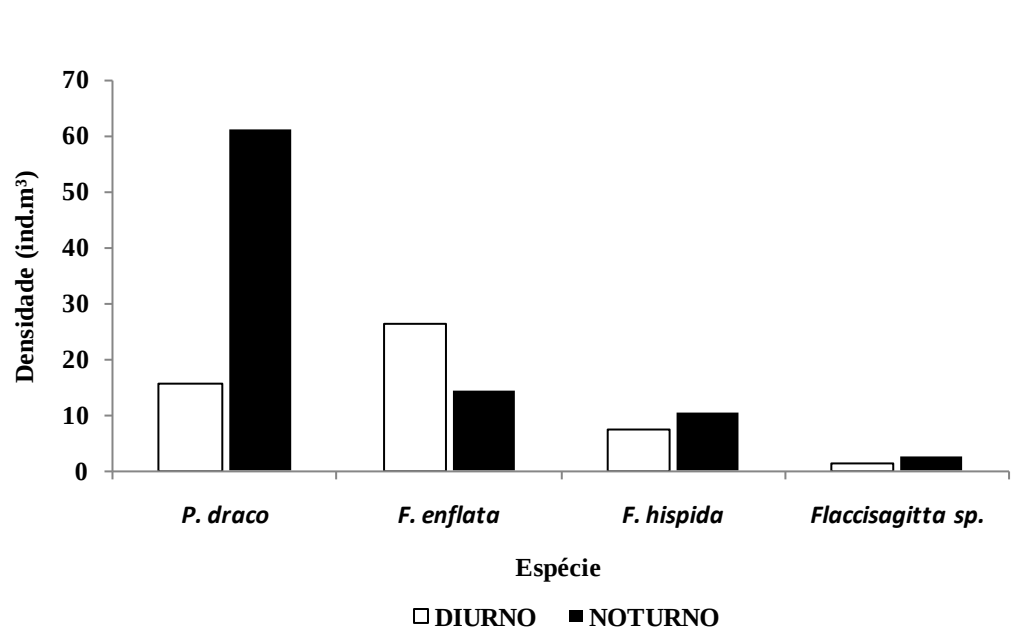
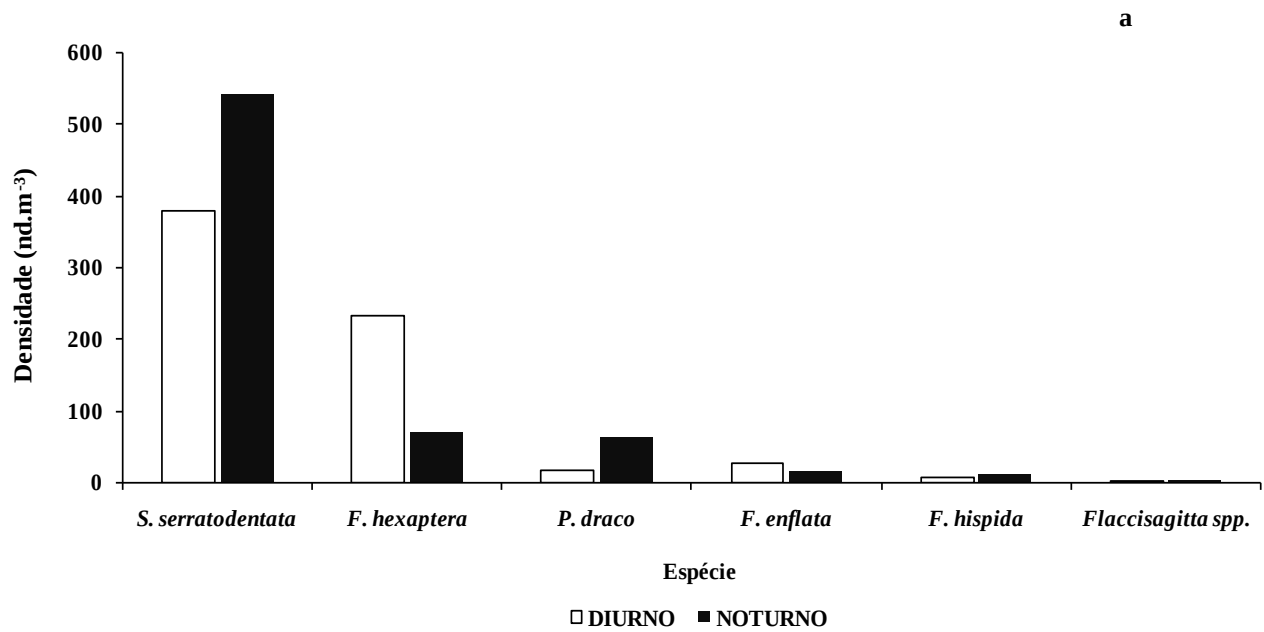


Figura 4. Densidade das espécies de Chaetognatha separadas por período de amostragem em Fernando de Noronha (NE, Brasil) (a); densidade detalhada das espécies pouco abundantes (b) (descrita em escala diferente).

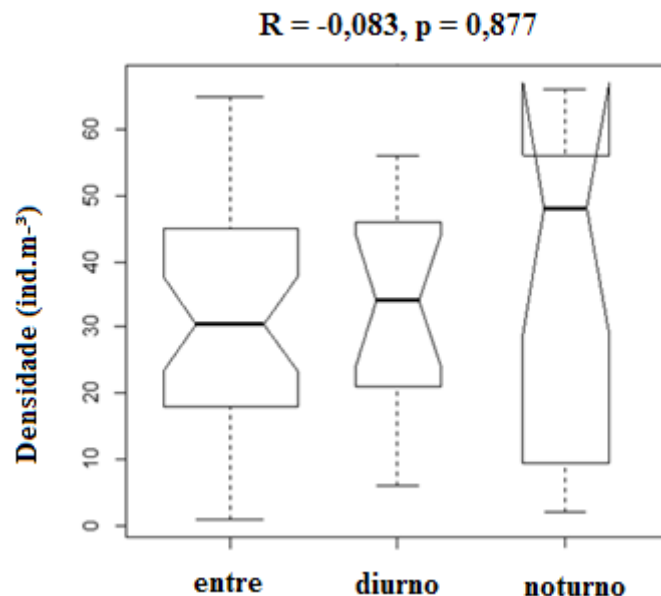


Figura 5. Análise de Similaridade (ANOSIM) entre a densidade das espécies nos períodos de amostragem (entre) e no período diurno e noturno analisados separadamente (Fernando de Noronha, NE - Brasil).

3.4 Variação Espacial

A densidade média das espécies foi significativamente mais elevada nas estações da transecção nordeste ($56,77 \pm 114,71 \text{ ind.m}^{-3}$), com a estação “C” representando mais de 50% do total de organismos coletados ($99,6 \pm 176,22 \text{ ind.m}^{-3}$); seguida pela estação “E” ($54,9 \pm 88,19 \text{ ind.m}^{-3}$) e por último pela “A”, que reuniu $15,82 (\pm 30,44 \text{ ind.m}^{-3})$.

A transecção sudoeste apresentou uma média de $14,58 (\pm 23,46 \text{ ind.m}^{-3})$ no qual a estação “C” demonstrou o valor mais elevado ($17,28 \pm 30,65 \text{ ind.m}^{-3}$); seguida pela “A” ($13,85 \pm 17,84 \text{ ind.m}^{-3}$) e pela “E” ($12,62 \pm 23,73 \text{ ind.m}^{-3}$).

Foi observado que *S. serratodentata* apresentou o mesmo padrão geral da transecção nordeste. Sua densidade total foi mais elevada nas estações intermediárias (1C e 2C), posteriormente nas mais afastadas (1E e 2E) e em seguida nas mais próximas ao arquipélago (1A e 2A). O mesmo ocorre para *F. hexaptera* apenas na transecção sudoeste, visto que na nordeste, sua densidade aumenta da estação mais próxima (1A) em direção a mais afastada de FN (Figura 6).

Os valores de densidade total das espécies pouco abundantes foram também agrupados no gráfico da figura 6, onde se observa que na transecção nordeste, *P. draco*, *F. enflata*, *F. hispida* e *Flaccisagitta* spp. comportaram-se de maneira semelhante à *S. serratodentata* ($1C > 1E > 1A$). Contudo, estas espécies demonstraram um padrão distinto na transecção sudoeste, quando a quantidade de organismos foi sendo reduzida, na medida em que ocorria o afastamento do arquipélago.

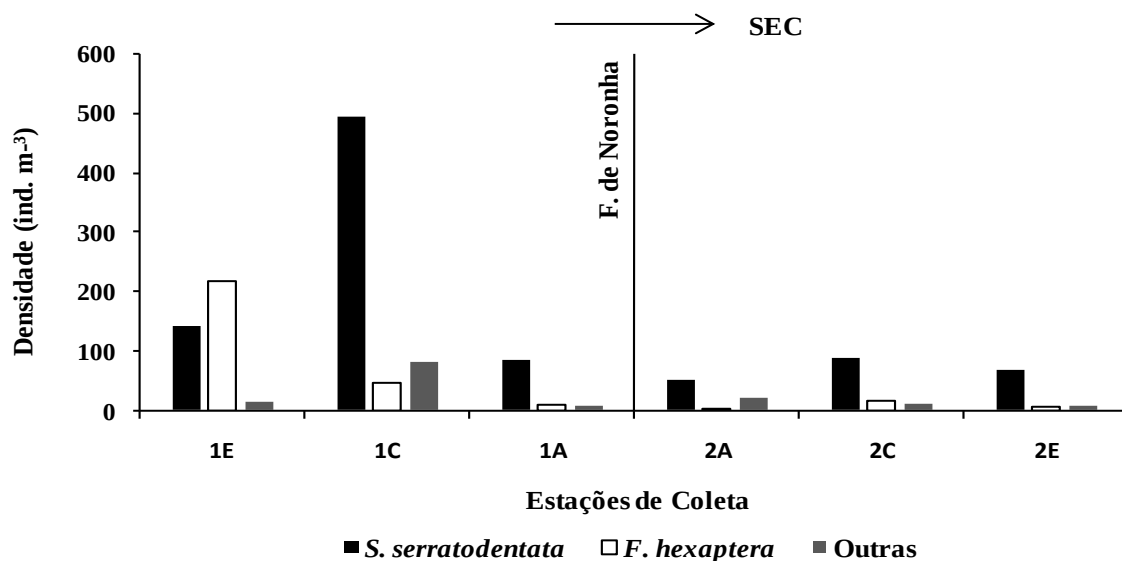


Figura 6. Densidade espacial de *Serratiasagitta serratodentata* e de *Flaccisagitta hexaptera* consideradas separadamente em Fernando de Noronha (NE, Brasil); os valores de *Pteriasagitta draco*, *Flaccisagitta enflata*, *Ferosagitta hispida* e *Flaccisagitta* spp. foram agrupados em “outras”. A seta acima indica a direção da corrente Sul Equatorial (SEC).

Quando suas densidades são consideradas de modo separado (Figura 7), vê-se que *P. draco* se destaca por valores extremamente elevados na estação 1C, enquanto mantém números reduzidos nos demais pontos de coleta ($1A > 1E$). Ainda nesta transecção, a espécie *Flaccisagitta* spp. ocorreu apenas em 1C, apresentando baixa densidade ($0,17 \text{ ind.m}^{-3}$); e, as espécies *F. enflata* e *F. hispida* distribuíram-se conforme o padrão descrito para suas densidades reunidas na transecção nordeste ($1C > 1E > 1A$).

Não foi observado um padrão claro na distribuição das espécies quanto à transecção sudoeste, contudo, o número mais elevado de organismos correspondeu a *F. enflata* e *P. draco*, que tiveram suas densidades reduzidas à medida que aumentava a distância de Fernando de Noronha, fato que deve ter refletido no padrão da densidade reunida destas espécies (Figura 6).

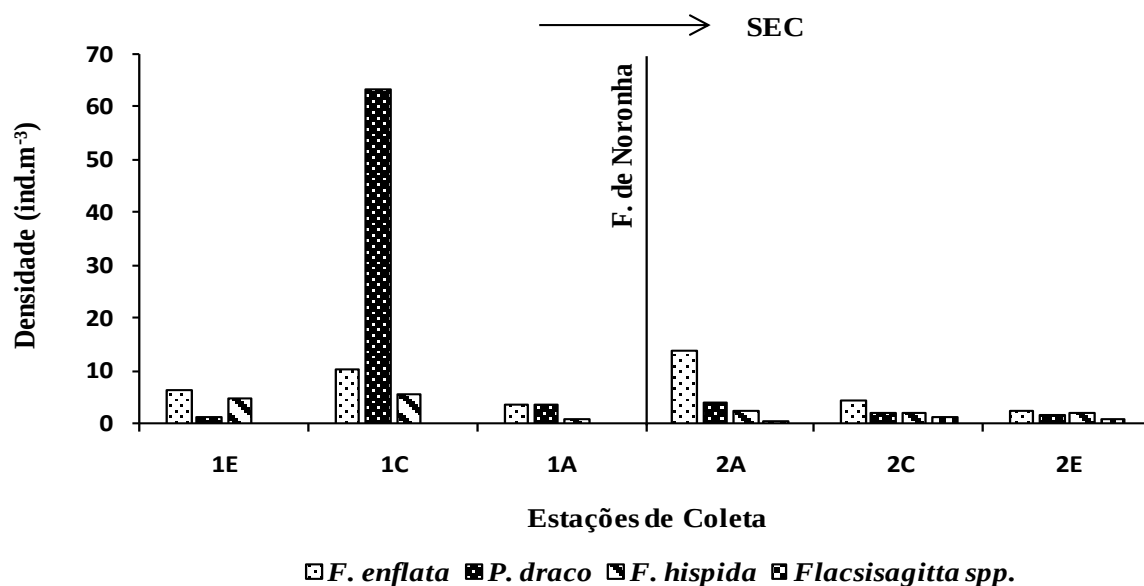


Figura 7. Densidade espacial das espécies pouco abundantes em Fernando de Noronha. A seta acima indica a direção da corrente Sul Equatorial (SEC).

Ao analisar separadamente a densidade dos Chaetognatha anterior e posteriormente ao arquipélago, o único que apresentou diferença foi *Flaccisagitta* spp. ($H= 3,85$, G.L.= 2, $p= 0,0495$), provavelmente pelo fato de não ter sido registrado em dois pontos da transecção nordeste (1A e 1E).

No mais, não foram observadas diferenças entre as transecções de amostragem ($U= 138$, G.L.= 17, $p= 0,223$), como confirmado pela Análise de Similaridade (ANOSIM) ao demonstrar que as estações de ambas as transecções são bastante semelhantes entre si ($R= 0,033$, $p= 0,321$) (Figura 8).

Quando testadas de modo separado, as estações da transecção nordeste ($H= 1,76$, G.L.=5, $p= 0,41$) e sudoeste ($H= 0,25$, G.L.= 5, $p= 0,88$) também não são diferentes. Tais dados foram comprovados pelo Escalonamento Multidimensional (MDS), que evidenciou uma maior similaridade entre as amostras noturnas para a densidade das espécies (Figura 9).

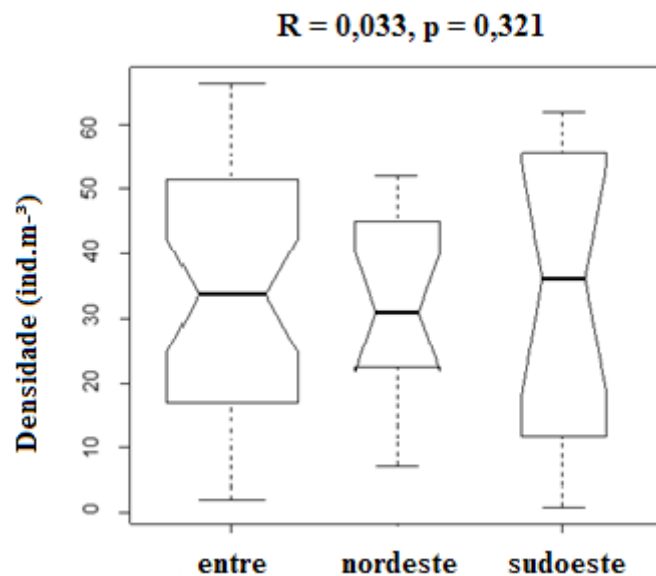


Figura 8. Análise de Similaridade (ANOSIM) entre a densidade das espécies nas transecções de amostragem (entre) e estações da transecção nordeste e sudoeste analisadas separadamente (Fernando de Noronha, NE - Brasil).

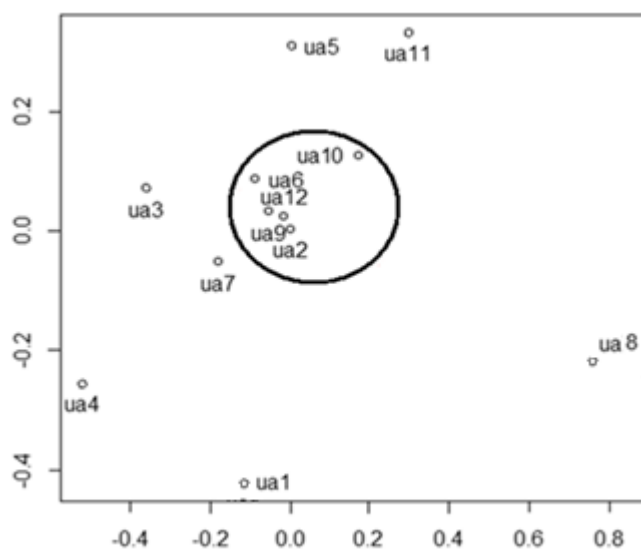


Figura 9. Escalonamento Multidimensional (MDS) entre a densidade das espécies dos diferentes pontos de coleta em Fernando de Noronha (NE, Brasil). **Unidades amostrais:** ua1 (1E diurno); ua2 (1E noturno); ua3 (1C diurno); ua4 (1C noturno); ua5 (1A diurno); ua6 (1A noturno); ua7 (2A diurno); ua8 (2A noturno); ua9 (2C diurno); ua10 (2C noturno); ua11 (2E diurno); ua12 (2E noturno).

4. RESULTADOS CAPÍTULO II

4.1 Abundância Total

A espécie *S. serratodentata* esteve representada por um total de 1467 organismos, dos quais 973 foram classificados como adultos e 494 como juvenis, correspondendo respectivamente, a 66,33 e 33,67% desta população. Quando comparada a esta espécie, *F. hexaptera* apresentou reduzidos valores de abundância: dos 266 organismos coletados, 232 foram considerados adultos (87,21% da população) e apenas 34 em estágio juvenil (12,79%).

4.2 Densidade

4.2.1 Densidade por período

As duas espécies analisadas apresentaram comportamentos distintos em sua distribuição na coluna d'água: ambos os estágios de *S. serratodentata* foram mais encontrados no período noturno, enquanto que adultos de *F. hexaptera* demonstraram valores mais elevados durante o dia. Os juvenis desta espécie estiveram bem distribuídos durante os dois períodos amostrais, com densidade um pouco mais elevada no período noturno (Figura 1).

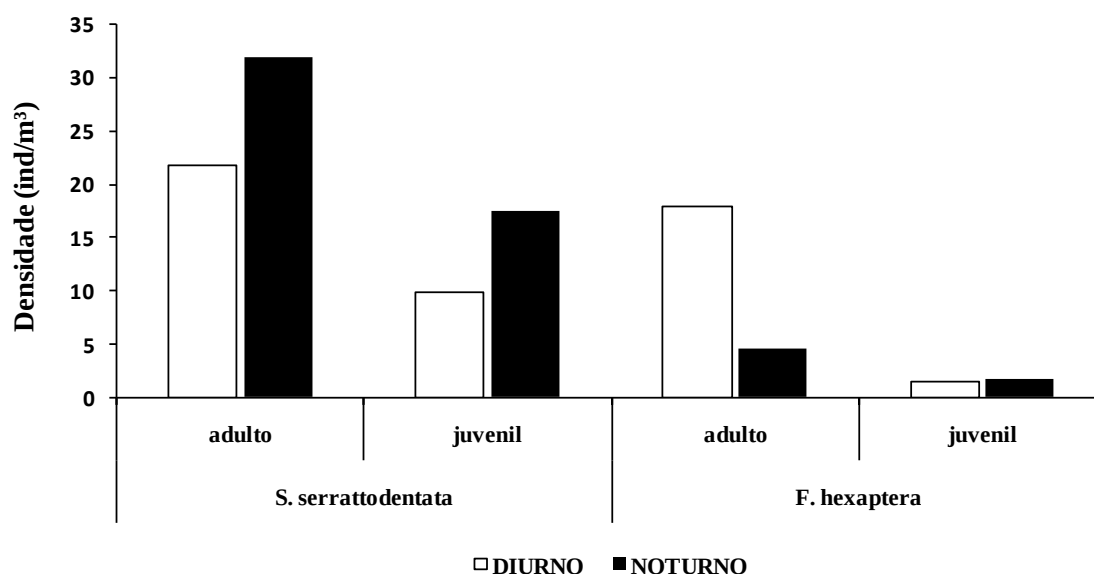


Figura 1. Densidade dos estágios de desenvolvimento de *S. serratodentata* e *F. hexaptera* em Fernando de Noronha (NE, Brasil) segundo o período de amostragem.

4.2.2 Densidade por estação de coleta

Os indivíduos adultos de *S. serratodentata* apresentaram uma densidade média mais elevada na transecção nordeste ($40,53 \pm 39,39 \text{ ind.m}^{-3}$) quando comparada a sudoeste ($12,12 \pm 0,45 \text{ ind.m}^{-3}$). Na primeira, a estação 1C reuniu o maior número de organismos ($84,89 \text{ ind.m}^{-3}$), seguida pela 1E ($27,06 \text{ ind.m}^{-3}$) e 1A ($9,64 \text{ ind.m}^{-3}$). Na transecção sudoeste, a densidade deste estágio não formou um padrão de distribuição, sendo observados valores reduzidos e próximos entre si independentemente do fator distância (Figura 2).

O comportamento dos juvenis foi em parte semelhante ao observado para os adultos. Sua densidade média mais elevada ocorreu na transecção nordeste ($19,32 \pm 16,61 \text{ ind.m}^{-3}$), com a estação 1C demonstrando o valor mais alto ($38,41 \text{ ind.m}^{-3}$), seguida pela 1A ($11,45 \text{ ind.m}^{-3}$) e 1E ($8,10 \text{ ind.m}^{-3}$). Este mesmo padrão - embora menos evidente - foi obtido para as estações da transecção sudoeste ($2C > 2A > 2E$).

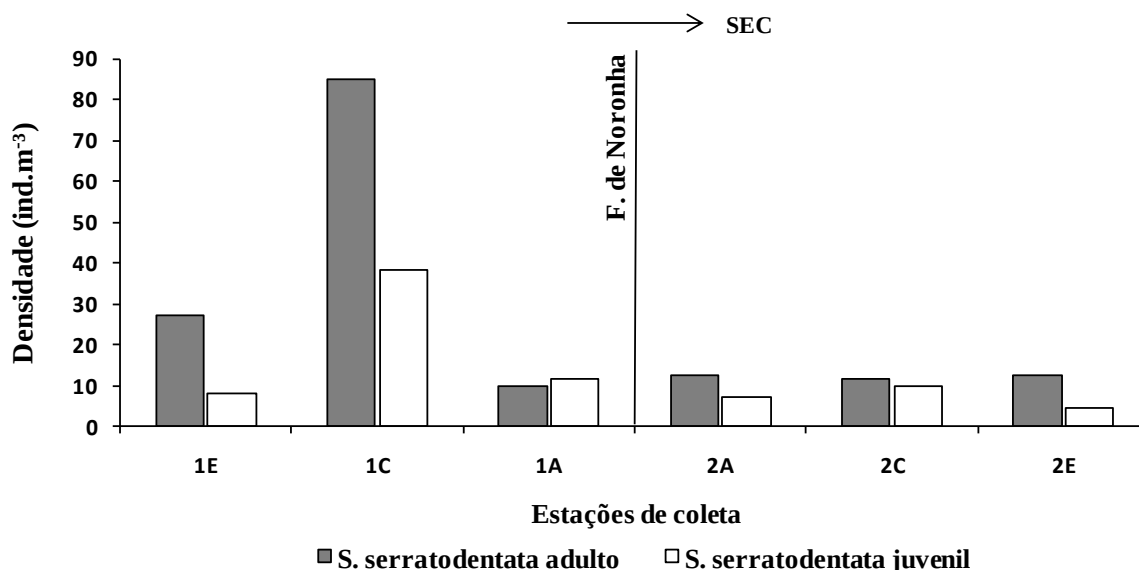


Figura 2. Densidade dos estágios de desenvolvimento de *S. serratodentata* segundo as estações de coleta em Fernando de Noronha (NE, Brasil). A seta acima indica a direção da corrente Sul Equatorial (SEC).

A Figura 3 apresenta a variação espacial de *F. hexaptera*. A densidade média dos espécimes adultos foi mais elevada na transecção nordeste ($20,81 \pm 27,34 \text{ ind.m}^{-3}$), que demonstrou um claro padrão de aumento dos valores proporcionalmente à distância do arquipélago ($1A < 1C < 1E$). A transecção sudoeste não evidenciou nenhum padrão, pelo fato de este estágio ter se mantido sempre em números reduzidos ($1,28 \pm 0,045 \text{ ind.m}^{-3}$).

Os juvenis desta espécie apresentaram valores similares entre todas as estações amostrais ($1,60 \pm 1,22 \text{ ind.m}^{-3}$). Dentre estas, a densidade mais elevada correspondeu à estação 1C ($3,08 \text{ ind.m}^{-3}$), enquanto que a estação 2A foi o ponto que reuniu o menor valor para este parâmetro ($0,34 \text{ ind.m}^{-3}$).

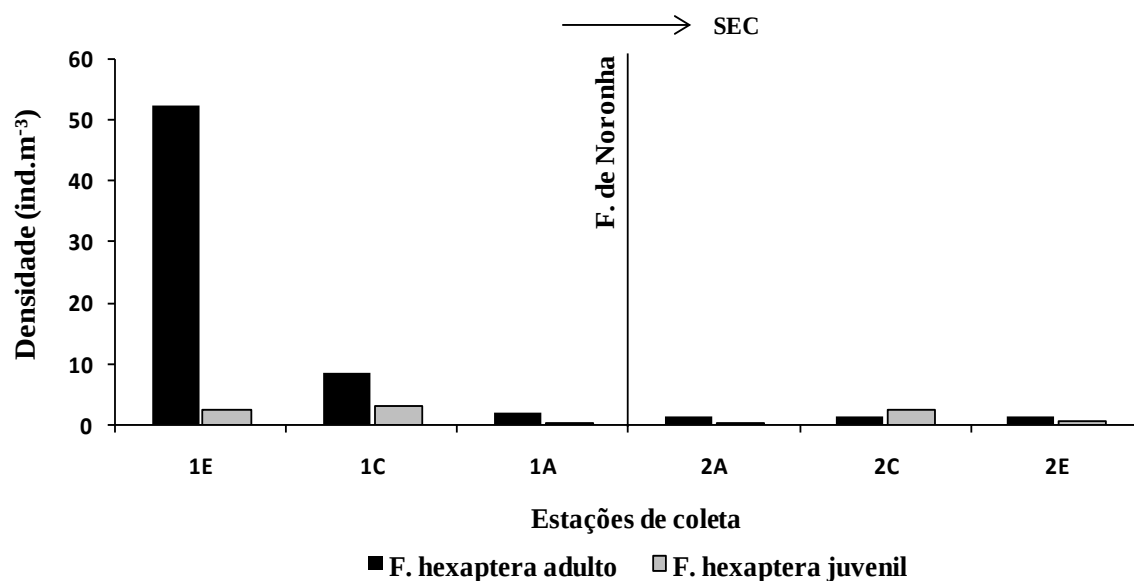


Figura 3. Densidade dos estágios de desenvolvimento de *F. hexaptera* segundo as estações de coleta em Fernando de Noronha (NE, Brasil). A seta acima indica a direção da corrente Sul Equatorial (SEC).

4.3 Biomassa

4.3.1 Biomassa Média

A biomassa de *S. serratodentata* em Fernando de Noronha constituiu uma média de 126,61 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ($\pm 145 \mu\text{g.m}^{-3}$), com os indivíduos adultos contribuindo com 205,47 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ($\pm 168,96 \mu\text{g.m}^{-3}$) e os juvenis com 47,75 ($\pm 43 \mu\text{g.m}^{-3}$)

F. hexaptera apresentou uma média de 80,69 ($\pm 336,84 \mu\text{g.m}^{-3}$), correspondente a 150,32 ($\pm 464,57 \mu\text{g.m}^{-3}$) para os adultos e 4,73 ($\pm 6,34 \mu\text{g.m}^{-3}$) para os juvenis.

4.3.2 Biomassa por período

O período diurno reuniu os maiores valores deste parâmetro para *S. serratodentata* ($133,98 \pm 168,93 \mu\text{g.m}^{-3}$) e *F. hexaptera* ($142,87 \pm 466,89 \mu\text{g.m}^{-3}$), em relação ao período noturno (*S. serratodentata* = $119,24 \pm 123,73 \mu\text{g.m}^{-3}$; *F. hexaptera* = $12,86 \pm 11,53 \mu\text{g.m}^{-3}$). Ao serem comparados, o conjunto de dados de cada espécie não foram diferentes entre si ($U = 67$, $p = 0,38$ e $U = 60$, $p = 0,36$, respectivamente).

Como reflexo de sua biomassa total, os adultos de *S. serratodentata* demonstraram uma biomassa mais elevada durante o dia, fato que também foi observado para os espécimes adultos de *F. hexaptera* com uma ampla diferença entre os períodos (Figura 4). Quando comparados, ambos os conjuntos de dados não apresentaram diferenças ($U = 17$, $p = 0,43$ e $U = 14$, $p = 0,26$, respectivamente).

A biomassa média calculada para os juvenis de *S. serratodentata* foi mais elevada no período noturno, enquanto que os valores obtidos para *F. hexaptera* mostraram-se muito próximos entre si (Figura 4). Para ambos os conjuntos de dados não foram verificadas diferenças ($U= 0,14$, $p= 0,26$ e $U= 14$, $p= 0,29$, respectivamente).

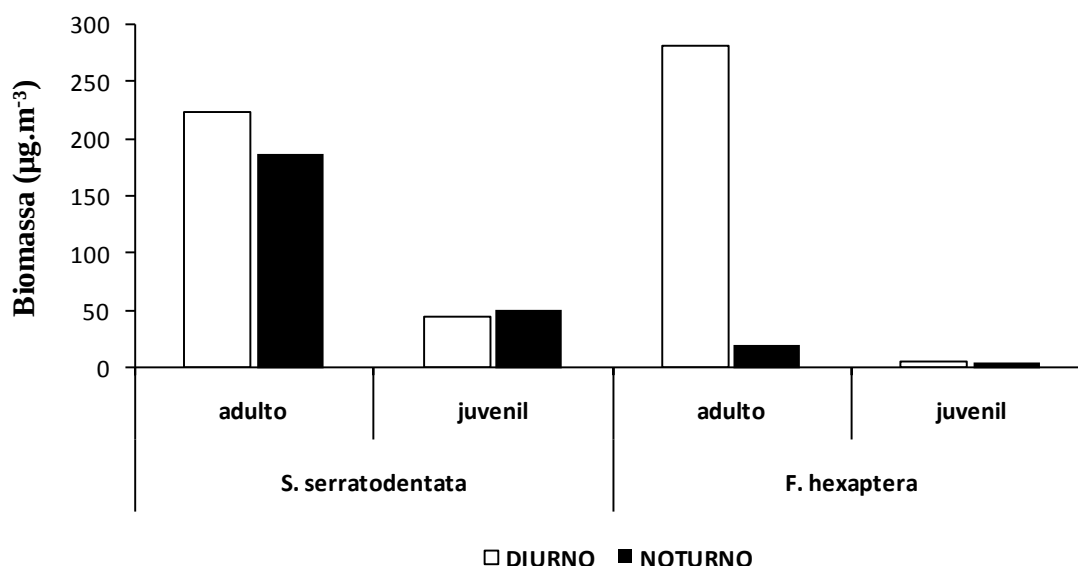


Figura 4. Biomassa média dos estágios de desenvolvimento de *S. serratodentata* e *F. hexaptera* em Fernando de Noronha (NE, Brasil) segundo o período de amostragem.

4.3.3 Biomassa por transecção amostral

S. serratodentata apresentou maior biomassa média na transecção nordeste ($181,13 \pm 182,70 \mu\text{g.m}^{-3}$) em relação a sudoeste ($72,09 \pm 64,03 \mu\text{g.m}^{-3}$), assim como *F. hexaptera* (nordeste= $159,53 \pm 486,24 \mu\text{g.m}^{-3}$; sudoeste= $8,42 \pm 8,7 \mu\text{g.m}^{-3}$). Quando comparados, apenas o primeiro conjunto de dados foi diferente entre si ($U= 41$, $p= 0,04$ e $U= 46$, $p= 0,11$, respectivamente) (Figura 5a).

Como observado anteriormente, a biomassa estimada para os estágios de desenvolvimento refletiu o comportamento das espécies como um todo: a média obtida pelos indivíduos adultos de *S. serratodentata* foi maior na transecção nordeste ($295,19 \pm 198,57 \mu\text{g.m}^{-3}$), do que na sudoeste ($115,74 \pm 63,69 \mu\text{g.m}^{-3}$); O mesmo padrão tendo sido observado para os adultos de *F. hexaptera*, com ampla distância entre seus valores médios: nordeste ($286,02 \pm 656,18 \mu\text{g.m}^{-3}$) e sudoeste ($14,61 \pm 7,83 \mu\text{g.m}^{-3}$). Apenas os dados da primeira espécie foram determinados como diferentes entre si ($U= 6$, $p= 0,03$ e $U= 6$, $p= 0,21$, respectivamente) (Figura 5b).

Quanto aos juvenis, os valores deste parâmetro mostraram-se mais reduzidos para *S. serratodentata* (nordeste= $67,07 \pm 52,74 \mu\text{g.m}^{-3}$; sudoeste= $28,44 \pm 19,78 \mu\text{g.m}^{-3}$) e *F. hexaptera* (nordeste= $7,74 \pm 7,94 \mu\text{g.m}^{-3}$; sudoeste= $2,22 \pm 3,65 \mu\text{g.m}^{-3}$), não ocorrendo diferenças entre ambos os conjuntos de dados ($U= 9$, $p= 0,08$ e $U= 8$, $p= 0,10$, respectivamente).

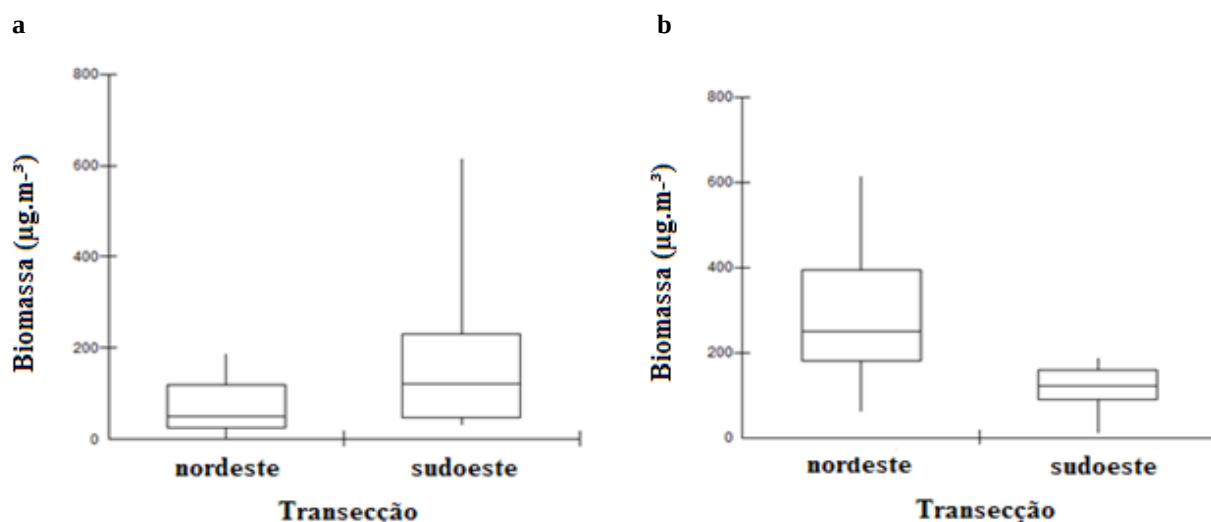


Figura 5. Box-plot (mediana e quartis) representando a biomassa ($\mu\text{g.m}^{-3}$) entre as transecções amostrais (nordeste/sudoeste) para a espécie *S. serratodentata* (a) e para os adultos desta mesma espécie (b), em Fernando de Noronha (NE, Brasil).

4.3.4 Biomassa por estação de coleta

Quando consideradas de modo separado, a biomassa média dos espécimes adultos de *S. serratodentata* foi superior em todas as estações amostrais, com a estação 1C apresentando o valor mais elevado ($520,83 \pm 130,13 \mu\text{g.m}^{-3}$) e a 2A o valor mínimo ($90,18 \pm 112,69 \mu\text{g.m}^{-3}$) (Figura 6). A biomassa média calculada para os adultos de *F. hexaptera* foi igualmente superior à biomassa observada para os juvenis, com o valor máximo de $829,16 \mu\text{g.m}^{-3}$ na estação 1C ($\pm 1125,99 \mu\text{g.m}^{-3}$) e o mínimo de $9,02 \mu\text{g.m}^{-3}$ em 2E ($\pm 6,01 \mu\text{g.m}^{-3}$) (Figura 7).

O estágio juvenil de *S. serratodentata* apresentou uma maior biomassa na estação 1C ($122,45 \pm 67,17 \mu\text{g.m}^{-3}$), enquanto que em 2E foi observado o menor valor dentre os pontos de coleta ($20,52 \pm 13,43 \mu\text{g.m}^{-3}$) (Figura 6). A estação C da transecção nordeste também reuniu a biomassa mais elevada para os juvenis de *F. hexaptera* ($19,35 \mu\text{g.m}^{-3}$), enquanto que 2C apresentou o menor valor deste parâmetro ($0,55 \pm 0,03 \mu\text{g.m}^{-3}$) (Figura 7).

A comparação estatística entre as estações de cada transecção não demonstrou diferenças entre os respectivos conjuntos de dados (Tabela 2).

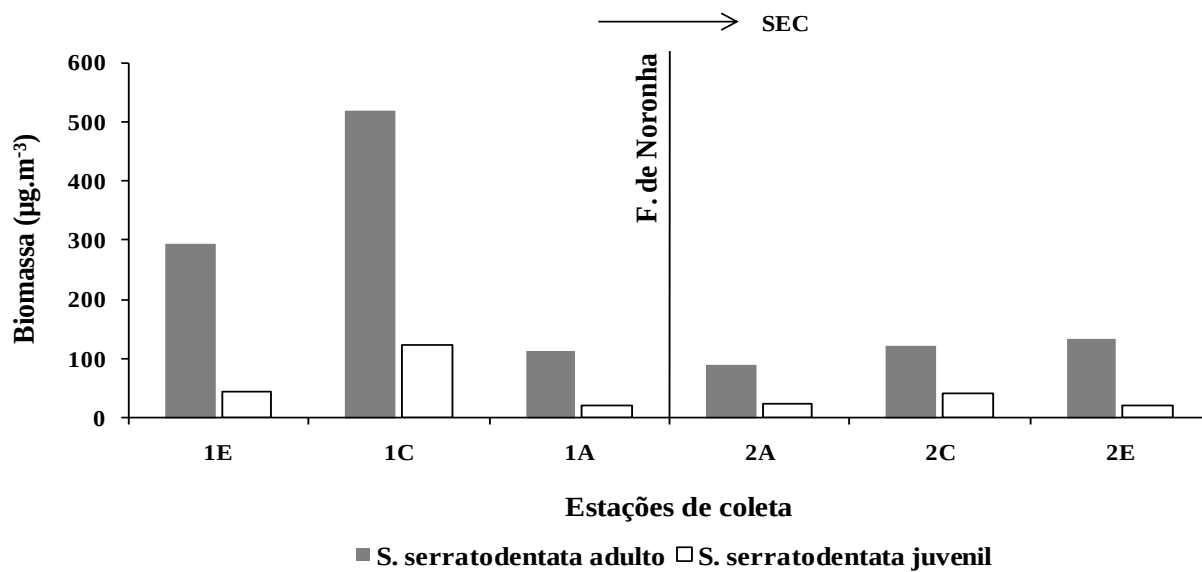


Figura 6. Biomassa média de *S. serratodentata* segundo o estágio de desenvolvimento (adultos e juvenis) e por estação de coleta em Fernando de Noronha (NE, Brasil). Os valores são apresentados em $\mu\text{g.m}^{-3}$.

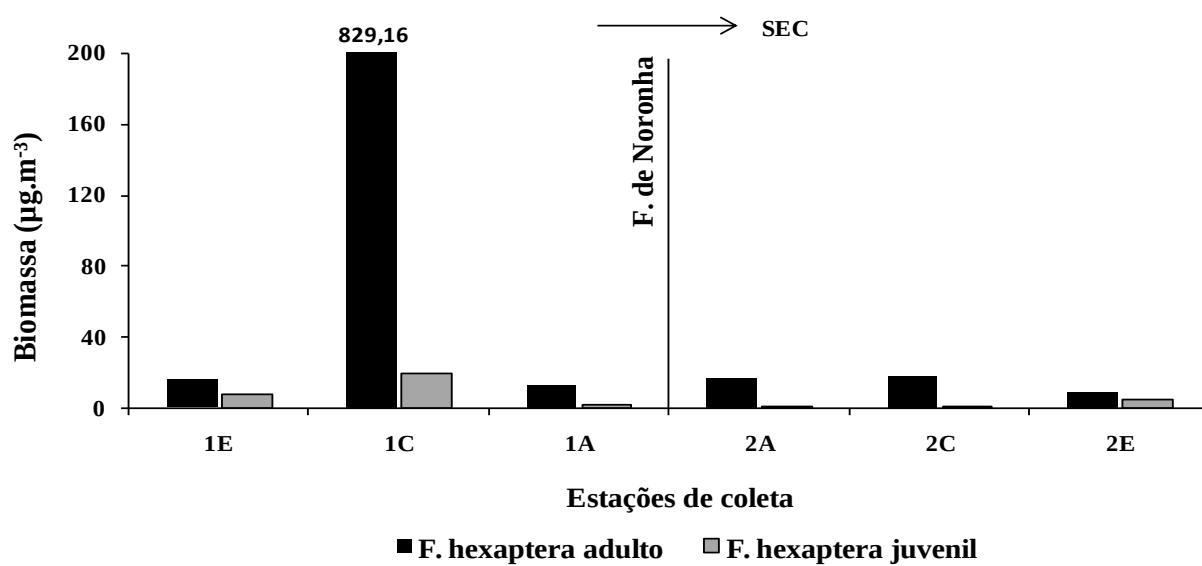


Figura 7. Biomassa média de *F. hexaptera* segundo o estágio de desenvolvimento (adultos e juvenis) e por estação de coleta em Fernando de Noronha (NE, Brasil). Os valores são apresentados em $\mu\text{g.m}^{-3}$.

Tabela 2. Níveis de significância (“p”) obtidos através da comparação entre as estações de cada transecção amostral. O símbolo (-) indica a ausência do teste devido a um número inferior de amostras necessário para sua realização.

Estágio de Desenvolvimento	TRANSECÇÃO	
	nordeste	sudoeste
<i>S. serratodentata</i> adultos	0,11	0,87
<i>F. hexaptera</i> adultos	0,18	0,57
<i>S. serratodentata</i> juvenis	0,16	0,65
<i>F. hexaptera</i> juvenis	-	0,65

4.4 Fator de condição

4.4.1 *S. serratodentata*

A espécie *S. serratodentata* apresentou alometria positiva para ambos os estágios de desenvolvimento ($b > 3$), indicando que esta espécie direciona grande parte de sua energia metabólica na produção de massa corpórea (Figura 8).

A curva resultante permitiu a divisão entre os estágios, com os juvenis demonstrando um tamanho médio de 2,34 mm ($\pm 0,22$ mm) para 2,02 μ g de biomassa ($\pm 0,57$ μ g), e os adultos com uma média de 4,57 mm ($\pm 0,17$ mm) para 17,67 μ g de biomassa ($\pm 2,29$ μ g). Entre estes valores foi observada uma zona de transição, na qual se encontravam tanto indivíduos juvenis quanto adultos ($3,60 \pm 0,46$ mm), o que deve corresponder ao estágio compreendido como “intermediário”, não tratado no presente estudo, mas descrito por outros autores na classificação de Chaetognatha (Almeida-Prado, 1968; Gusmão, 1986).

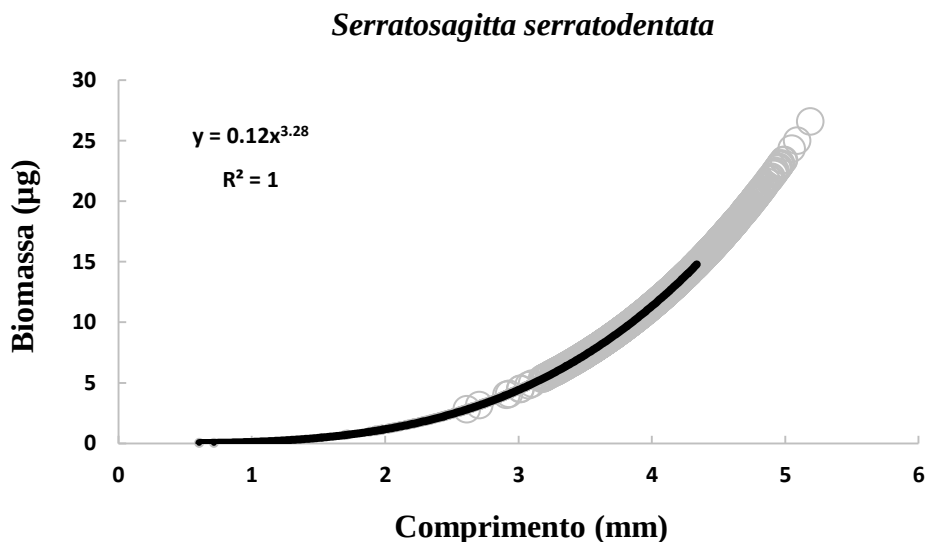


Figura 8. Curva de crescimento obtida para os estágios de desenvolvimento de *S. serratodentata* em Fernando de Noronha (NE, Brasil).

4.4.2 *F. hexaptera*

Diferente do observado para *S. serratodentata*, *F. hexaptera* apresentou alometria negativa para seus representantes adultos e juvenis ($b < 3$), significando que esta espécie em Fernando de Noronha, converte grande parte de sua energia para o crescimento.

A curva estabelecida demonstra o maior comprimento de *F. hexaptera* em relação à *S. serratodentata*, e a menor proporção de indivíduos com reduzido tamanho corporal (Figura 9). O estágio juvenil apresentou um tamanho médio de 2,69 mm ($\pm 0,34$ mm) para 0,97 µg de biomassa ($\pm 0,34$ µg), enquanto que para o estágio adulto foi obtida uma média de 8,16 mm ($\pm 1,18$ mm) para 22,85 µg de biomassa ($\pm 9,52$ µg). Uma zona de transição também foi observada para esta espécie, constituindo a provável porção de indivíduos em estágio intermediário (5,23 $\pm$ 0,77 mm).

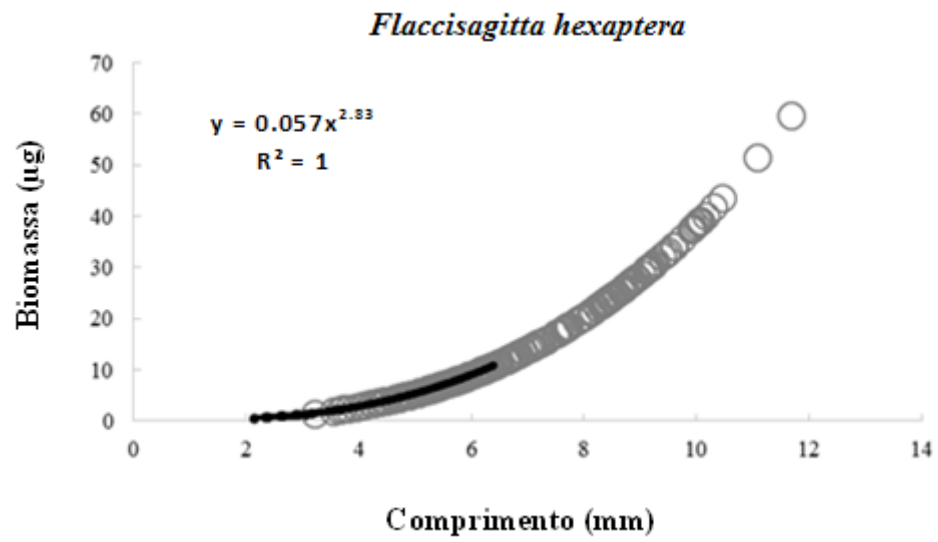


Figura 9. Curva de crescimento obtida para os estágios de desenvolvimento de *F. hexaptera* em Fernando de Noronha (NE, Brasil).

5. DISCUSSÃO

5.1 Capítulo I

5.1.1 Composição específica

Chaetognatha são invertebrados holoplanctônicos conhecidos como indicadores úteis de massas d'água e seus movimentos (Bieri, 1959; Alvariño, 1965; Pierrot-Bults & Nair, 1991), e que por se destacarem como excelentes consumidores secundários possuem um significativo papel dentro da comunidade zooplancônica (Reeve, 1970). Este estudo esteve representado por uma reduzida diversidade deste filo, concordando com estudos prévios que envolveram a área oceânica brasileira (Gusmão, 1986; Liang & Vega-Pérez, 2002; Souza et al., 2014). No presente trabalho, foram encontradas seis espécies em quatro gêneros: *Serratosagitta serratodentata*, *Flaccisagitta hexaptera*, *Flaccisagitta enflata*, *Flaccisagitta* spp., *Pterosagitta draco* e *Ferosagitta hispida*.

A espécie mais abundante foi *S. serratodentata*, considerada uma espécie epipelágica cosmopolita de todos os oceanos do mundo (Furnestin, 1953), euritérmica e estenohalina de elevadas faixas de salinidade (Vannucci & Hosoe, 1952; Almeida-Prado, 1961; Paranaguá, 1966). Em virtude de sua ampla distribuição espacial, estudos a citam como uma importante indicadora de massas de água tropicais (Almeida-Prado, 1961; Paranaguá, 1966; Neumann-Leitão, 2008), e de massas de água subtropicais (Dadon & Boltovskoy, 1982; Crelier & Daponte, 2004; Souza, 2014). Gusmão (1986), ao estudar a região nerítica e oceânica do nordeste do Brasil (Atlântico Tropical), descreve esta espécie como a mais bem distribuída e abundante, tendo sido considerada típica de águas quentes ou temperadas oceânicas juntamente com *P. draco*. O elevado número de espécimes de *S. serratodentata* em regiões insulares do Atlântico Tropical foi corroborado por Melo (2012), ao estudar a comunidade mesozooplancônica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo; E por Hosoe (1956) e Souza (2014), ao apresentarem esta espécie como a mais abundante no Arquipélago de Fernando de Noronha. Adicionalmente, foi muito encontrada nas águas superficiais do Atlântico Leste e do Mar do Sargaco (50 m), onde *F. enflata* foi também, abundante (Pierrot-Bults & Nair, 2010).

F. hexaptera é considerada por muitos autores como uma espécie de profundidade (Vannucci & Hosoe, 1952; Almeida-Prado, 1961; Paranaguá, 1966; Boltovskoy, 1981), encontrada essencialmente em estações oceânicas (Srinivasan, 1947; Gusmão, 1986; Hossfeld, 1996; Bohata, 2013) e relacionada a altas salinidades e águas quentes, assim como *S. serratodentata* e *P. draco* (Crelier & Daponte, 2004). Sund (1961) a considera cosmopolita em sua distribuição horizontal e predominante em camadas intermediárias, podendo ser utilizada como espécie indicadora de águas localizadas entre a superfície e maiores profundidades. Quando encontrada superficialmente, sua ocorrência é relacionada à ascensão de águas profundas (Gusmão, 1986) ou à altas taxas de salinidade (± 40), como observado por Venter (1969) ao estudar a distribuição do filo em relação aos parâmetros hidrológicos da Corrente de Benguela (região sudoeste africana). Alvariño (1964) pontuou esta espécie como a mais comum na região do Oceano

Índico coberto pela Expedição Monsoon (8° S a 42° S), e Souza (2014) a cita como dominante na Cadeia Norte do Brasil e no arquipélago de Fernando de Noronha.

As demais espécies apresentaram abundâncias reduzidas, mas com elevada frequência de ocorrência, exceto ao que se refere sobre *Flaccisagitta* spp., que ocorreu em apenas cinco do total de amostras obtidas.

Flaccisagitta enflata é caracterizada como uma espécie típica de águas quentes e temperadas superficiais, neríticas e oceânicas, frequentemente descrita como bem adaptada a uma larga faixa de temperatura e salinidade (Almeida-Prado, 1961), e que ocorre em ampla distribuição mundial (entre 40°N e 40°S), evidenciando seu caráter euritípico (Vannucci & Hosoe, 1952; Paranaguá, 1966). Esta foi a espécie mais abundante encontrada por Vannucci & Hosoe (1952) ao estudar amostras provenientes do Banco Jaseur e sobre a plataforma insular da ilha de Trindade; em águas de plataforma e costeiras do Cabo Frio a Montevideu (Almeida-Prado, 1961); a mais abundante junto à *Parasagitta friderici* em Cananéia e em Santos, São Paulo (Almeida-Prado, 1968); E a mais comum no Golfo e em águas oceânicas do México (Brinton et al., 1986); Embora tenha sido pouco abundante neste estudo, *F. enflata* é usualmente a espécie mais encontrada na costa e no oceano aberto do nordeste do Brasil (Boltovskoy, 1981; Boltovskoy, 1999; Gusmão, 1986; Neumann-Leitão et al., 1999; Liang & Vega-Pérez, 2002; Neumann-Leitão, 2008), tendo sido observada como a mais abundante e frequente por Souza (2014), ao estudar os bancos e ilhas oceânicas desta região.

P. draco é uma espécie epipelágica, encontrada com alta frequência em águas tropicais e subtropicais (Boltovskoy, 1999; Casanova, 1999) dos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico (Crelrier & Daponte, 2004). Por possuir uma maior distribuição e aparentemente ser mais bem adaptada em águas quentes e de altas salinidades, estudos anteriores a consideram como uma espécie oceânica (Almeida-Prado, 1961; Alvariño, 1965; Gusmão, 1986), mas que foi igualmente registrada em águas costeiras, como as do nordeste brasileiro (Boltovskoy, 1981; Neumann-Leitão et al., 2008). Nesta região, *P. draco* ocorreu exclusivamente em estações oceânicas no estudo desenvolvido por Gusmão (1986), e assim como *F. hexaptera* e *F. enflata*, apresentou maiores frequência e densidade em temperaturas e em salinidades acima de 27°C e 36 UPS, segundo Souza (2014). Pierrot-Bults & Nair (2010) ainda citam esta espécie como a mais numerosa nas águas superficiais do Atlântico Leste (0-50 m) e como a dominante em águas subsuperficiais do Mar do Sargasso (100-200 m).

F. hispida é uma espécie epipelágica típica de águas de plataforma, comumente registrada ao longo da costa brasileira (Almeida-Prado, 1961; Almeida-Prado, 1968; Gusmão, 1986; Liang & Vega-Pérez, 1994; Araújo & Ribeiro, 2005). Sua ocorrência é descrita como pouco frequente em águas oceânicas do Atlântico Sul (Almeida-Prado, 1961), o que foi corroborado por García-Díaz (2007) e por Melo (2012), ao analisarem a diversidade do zooplâncton no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Souza (2014) não registrou esta espécie em Fernando de Noronha, e Gusmão (1986) a considerou pouco frequente em estações oceânicas do nordeste brasileiro.

5.1.2 Variação diária

As espécies identificadas neste estudo foram separadas em dois grupos principais, com distribuição e maior densidade no período noturno (*S. serratodentata*, *P. draco*, *F. hispida* e *Flaccisagitta* spp.) e as que apresentaram densidades mais elevadas no período diurno (*F. hexaptera* e *F. inflata*). Este comportamento é tipicamente relatado na migração vertical diária de organismos zooplancctônicos (MVD), que se alimentam na camada superficial no período noturno e retornam para águas mais profundas durante o nascer do sol (Bougis, 1974; Haney, 1988; Pearre, 2003), como forma de evitar predadores (Zaret-Stuffern, 1976; Hays, 2003) e obter vantagens metabólicas (Previattelli et al., 2005).

O comportamento observado para *F. hexaptera* e *F. inflata* foi descrito por Alvaríño (1967) em San Diego (Califórnia), onde este autor registrou um maior número de exemplares de Chaetognatha no período diurno, ao avaliar os 100 primeiros metros da coluna d'água. Santos (2011) encontrou resultados semelhantes no banco submerso Condor (Sudoeste da Ilha do Faial, Açores), ao comprovar valores mais elevados na abundância deste filo durante os meses relacionados à maior diversidade de Copepoda, em uma mesma profundidade amostral (100 m).

A presença de *S. serratodentata* em maior número durante a noite provavelmente ocorreu como forma de evitar o encontro com *F. hexaptera*, capaz de agir como predadora da primeira espécie. Este fato foi verificado pela presença de indivíduos de *S. serratodentata* encontrados no interior do tubo digestivo de *F. hexaptera*, durante o procedimento de identificação taxonômica deste estudo. O canibalismo intra e interespecífico é considerado um fenômeno comum ao grupo (Vega-Pérez & Schinke, 2011).

Apesar de os valores de densidade para a maioria das espécies mostrarem-se superiores no período noturno, a Análise de Similaridade (ANOSIM) não apresentou diferenças entre a comunidade coletada durante o dia e a noite, indicando que a composição da mesma é homogênea na faixa de 0-150 m, independentemente do fotoperíodo. Terazaki (1996) também não constatou migração vertical para *F. inflata* e *P. draco* no Pacífico Equatorial Central, alegando que ambas as espécies foram encontradas ao longo de toda a coluna d'água acima da termoclina (150 m); Ainda Giesecke & González (2004) citaram a ausência de relação entre os períodos diurno e noturno quanto à disponibilidade de oxigênio, sem evidências de migração vertical para *F. inflata* e *Sagitta bierii*, na Baía de Mejillones (Chile). Melo et al (2012), apesar de ter registrado um número mais elevado de Chaetognatha durante a noite no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Atlântico Sul Equatorial, Brasil), também não constatou diferenças entre o fotoperíodo, atribuindo a este fato uma provável intensidade de forçantes físicas sobre a comunidade zooplancctônica, durante o período de estudo.

Segundo Genin et al (1988, 1994) a MVD do zooplâncton pode ser pouco notada devido a um aumento da pressão da predação por peixes residentes em regiões de ilhas e montes submarinos, o que deve ser verdadeiro para Chaetognatha, já que as espécies são fonte direta de alimento para este grupo (Alvaríño, 1985; Rogers, 1994).

5.1.3 Variação espacial

O oceano Atlântico Equatorial compreende um complexo sistema de correntes e contracorrentes que fluem principalmente na direção Leste-Oeste, ocasionando trocas de massa e de energia em diferentes níveis da coluna d'água (Araújo & Cintra, 2009). Dentre estas, a corrente Sul Equatorial (SEC) geralmente exerce influência principal sobre Fernando de Noronha (Rodrigues, 2007).

Embora não tenha sido observado um único padrão na distribuição das espécies para cada transecção de amostragem, a densidade foi mais elevada na transecção nordeste, situada anteriormente ao arquipélago e sujeita à influência de chegada da corrente. Nesta transecção, a metade das espécies (*S. serratodentata*, *F. enflata* e *F. hispida*) apresentou o mesmo comportamento, concentrando-se em números mais elevados na estação 1C e em menor densidade na estação mais próxima ao relevo (1A). *P. draco*, apesar de seguir outra ordem de distribuição ($1C > 1A > 1E$), apresentou picos de densidade na estação intermediária, com valores reduzidos nos outros pontos de coleta.

Não há evidências de que a interação fluxo-topografia entre a SEC e Fernando de Noronha origine ressurgências no seu entorno (Travassos et al., 1999), o que pode estar associado a ausência de um efeito ilha claro sobre a variação espacial dos Chaetognatha na região. Este fenômeno descreve alterações topográficas do fluxo oceânico pela presença de ilhas e montes submarinos no seu curso, ocasionando agregações de organismos próximas a estas formações (Doty & Oguri 1956; Caldeira et al., 2002).

Hamann et al (2004) citam que espécies com larvas planctônicas que dependem de habitats de ilhas para completar seu ciclo de vida ocorrem em algum tipo de retenção nas águas mais próximas a este habitat, com destaque para as larvas de peixes. Contudo, este fato não corroborou as baixas densidades de Chaetognatha observadas para a estação 1A, já que o filo age tanto como predador como competidor de alimento com o ictioplâncton (Baier & Purcell, 1997). Outros fatores, tais como a predação por níveis tróficos superiores, poderiam estar agindo de forma mais intensa sobre as espécies neste ponto, o que levaria a maiores concentrações da comunidade em locais mais afastados do arquipélago.

Também é importante destacar que com densidades menores de *F. hexaptera*, o número de indivíduos de *S. serratodentata* foi mais elevado, o que pode reforçar a idéia da relação predador-presa entre estas duas espécies.

Na transecção sudoeste não houve picos de densidade, a espécie *S. serratodentata* foi dominante em todas as estações ($1C > 1E > 1A$), e as espécies pouco abundantes apresentaram, de maneira geral, uma redução de valores com o aumento da distância do arquipélago (com a redução de influência da corrente).

Com exceção de *Flaccisagitta* spp., os testes realizados não apontaram diferenças entre as transecções de amostragem e entre as estações de coleta, indicando que a composição de espécies de Chaetognatha em Fernando de Noronha também é homogênea quando analisada anterior ou posteriormente ao arquipélago. Lira et al (2014) observaram o mesmo para a densidade e biomassa do zoonêuston analisada antes e depois de Fernando de Noronha, e atribuiu este fato principalmente, a prováveis turbilhões em mesoescala originados em proximidade de ilhas, os quais perturbam qualquer possível formação de gradientes contínuos de espécies.

5.2 Capítulo II

Trabalhos que envolvem a avaliação dos estágios de desenvolvimento de Chaetognatha geralmente não fazem uso de um mesmo critério de classificação (Almeida-Prado, 1968; Alvariño, 1969; Reeve, 1970; Zo, 1973; Kehayias, 1999), havendo relativa predominância de estudos voltados para áreas costeiras (Liang & Vega-Pérez, 1994; Resgalla Jr., 2010; Mendes et al., 2012). Registros com este enfoque para *S. serratodentata* e *F. hexaptera* podem ser considerados raros.

A densidade total por período apresentada pelos estágios de desenvolvimento refletiu, de maneira geral, a abundância observada para as espécies, onde indivíduos adultos e juvenis de *S. serratodentata* foram coletados em maior número durante o período noturno, enquanto que grande parte da população de *F. hexaptera* (adultos) concentrou-se durante o período diurno na camada de 0-150 m.

A área de chegada da SEC (transecção nordeste) reuniu a maior densidade de organismos de ambas as espécies nos diferentes estágios de desenvolvimento. A distribuição dos adultos de *S. serratodentata* apresentou um padrão geral de maior densidade na estação intermediária (1C) seguida da estação mais distante do arquipélago. Adultos de *F. hexaptera* apresentaram um padrão diferente, decrescendo da estação mais distante (1E) em direção à mais próxima de Fernando de Noronha. Estes padrões de distribuição nesta transecção ficaram estabelecidos para estas espécies, uma vez que o estágio adulto dominou com mais de 65% no total das amostras.

A transecção sudoeste, por outro lado, apresentou menores densidades, com distribuição quantitativa similar entre os estágios de desenvolvimento de cada espécie. Detaca-se, que, apenas os juvenis de *F. hexaptera* seguiram o comportamento descrito para a espécie ($2C > 2E > 2A$).

Estudos apontam que estágios juvenis de Chaetognatha frequentemente sobrepõem-se aos estágios adultos, independentemente da época do ano e do local de estudo (Alvariño, 1963; Reeve, 1970; Liang & Vega-Pérez, 2001; 2002). Contudo, os resultados encontrados não corroboram este fato, já que a abundância dos adultos de ambas as espécies foi muito superior à observada para os juvenis. Possivelmente, esta ocorrência se deva ao tamanho das malhas utilizadas (500 e 300 μ m), uma vez que o predomínio de juvenis deva ocorrer em redes com malhas um pouco mais reduzidas.

5.2.1 Biomassa

O uso do equipamento ZooScan é descrito como bastante eficiente para a estimativa dos espectros de tamanho e biomassa do zooplâncton, pois fornece dados precisos acerca do tamanho corporal dos organismos, parâmetro diretamente associado a uma variedade de estudos ecológicos (Gorsky et al., 2010).

Valores de biomassa frequentemente refletem as condições nutricionais e a importância do nicho trófico das espécies (Omori & Ikeda, 1992), e Reeve (1970) sugere que a maior parte da energia convertida em biomassa por Copepoda é transferida aos altos níveis tróficos através de Chaetognatha. Assim, variações na quantidade de carbono fornecidas pelas espécies deste filo podem ainda afetar outros organismos, principalmente peixes que delas se alimentam (Cavalieri, 1963; Daponte et al., 2011).

Embora *F. hexaptera* seja uma espécie de maior tamanho corporal, *S. serratodentata* esteve representada por um número muito maior de organismos, o que provavelmente contribuiu com valores mais elevados de biomassa. Os adultos de ambas as espécies apresentaram valores superiores no período diurno, estando este fato diretamente relacionado com a densidade de *F. hexaptera*, mas não com a densidade de *S. Serratodentata* (maior densidade à noite), o que leva a supor que os indivíduos adultos de maior peso preferem a coluna d'água superficial durante o dia. A densidade dos juvenis confirmou a biomassa obtida para este estágio, quando foi mais elevada no período noturno para *S. Serratodentata*, e demonstrou valores semelhantes entre os períodos de amostragem para *F. hexaptera*. A falta de diferenças na biomassa entre juvenis e entre adultos de cada espécie, evidencia contudo, que este parâmetro é homogêneo ao longo da coluna d'água amostral, independentemente do fotoperíodo. Lira et al (2014) ao comparar a biomassa do zoonêuston de Fernando de Noronha entre o dia e a noite, registrou valores significativamente mais elevados no período noturno, com importante contribuição de Chaetognatha, observado como o segundo filo mais abundante da comunidade. Estes autores sugerem uma forte MVD local como responsável por este fato.

A biomassa média mais elevada também foi registrada na transecção nordeste para todos os estágios de desenvolvimento. Os dados das duas espécies evidenciaram características distintas, uma vez que *F. hexaptera* não apresentou influência do arquipélago sobre os dois estágios de desenvolvimento; enquanto que a biomassa dos adultos de *S. serratodentata* demonstrou redução após FN, sofrendo efeito deletério na passagem da corrente Sul Equatorial. Por outro lado, diferenças não foram constatadas entre as estações de cada transecção, indicando que a proporção de carbono dos estágios também é homogênea ao longo das transecções, independentemente da distância do arquipélago.

Mesmo não tendo observado um padrão claro na biomassa do mesozooplâncton, Melo et al (2012) descrevem para a região próxima à presentemente estudada, uma progressiva redução de valores com o aumento da distância do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, considerando este fato como um forte indicador do efeito ilha na região, sobre a influência da corrente Sul Equatorial.

5.2.3 Fator de condição

Curvas de crescimento são de grande importância no estudo da estrutura populacional de uma espécie, pois sua interpretação pode determinar a relação existente entre o comprimento e o estágio de desenvolvimento dos organismos (Santos, 1978), bem como fornecer dados referentes ao tamanho máximo atingido e sua taxa de crescimento no ambiente em questão (Valenti et al. 1987).

As curvas geradas para as duas espécies em foco deste estudo demonstraram que enquanto *S. serratodentata* investe na produção de massa corpórea, *F. hexaptera* direciona a maior parte de sua energia no aumento do tamanho corporal. Este parâmetro, bem como a biomassa atingida por espécies de Chaetognatha dependem diretamente da temperatura das massas d'água (Russel, 1932; Boltovskoy, 1975, Pearre Jr., 1991) e da disponibilidade de alimento no ambiente, especialmente Copepoda (Pearre Jr. 1991; Resgalla Jr. 2010). Dentro deste contexto, estas duas espécies são favorecidas no seu tamanho e biomassa pelas elevadas temperaturas da SEC e abundância de Copepoda em Fernando de Noronha, apresentado

como o filo dominante nesta região do Atlântico Tropical (Cavalcanti & Lazarrábal, 2004; Diaz et al., 2009; Melo et al., 2012).

Por tudo que foi visto neste estudo, sugere-se a continuação de pesquisas em Fernando de Noronha, como forma de avaliar por meio de novas metodologias, a interação das espécies de Chaetognatha com a hidrologia da região, fornecendo novos dados acerca deste relevante grupo do zooplâncton.

6. CONCLUSÕES

1. Foram encontradas seis espécies de Chaetognatha no arquipélago de Fernando de Noronha, confirmando a reduzida diversidade deste filo para a área oceânica sob influência da Corrente Sul Equatorial.
2. Registrou-se a presença de *S. serratodentata* no conteúdo estomacal de *F. hexaptera*, evidenciando a relação predador-presa entre estas duas espécies.
3. Os valores de densidade e biomassa não revelaram um padrão de distribuição indicativo do efeito ilha em Fernando de Noronha.
4. O fator de condição de *S. serratodentata* foi distinto ao de *F. hexaptera*, constatando-se que estas espécies estão sujeitas à influência das temperaturas da massa d'água dominante, bem como à disponibilidade de alimento local.

7. REFERÊNCIAS

- Almeida-Prado, M. S., 1961. Distribuição dos Chaetognatha no atlântico sul ocidental. Boletim do Instituto Oceanográfico, 11(4): 15-49.
- Almeida-Prado, M. S., 1968. Distribution and annual occurrence of Chaetognatha off Cananéia and Santos coast (São Paulo, Brazil). Boletim do Instituto Oceanográfico 17(1): 33-55.
- Alvariño, A., 1963. Quetognatos epiplanctónicos del Mar de Cortés. Revista Sociedad Mexicana de Historia Natural 24: 97-203.
- Alvariño, A., 1964. The Chaetognatha of the Monsoon Expedition in the Indian Ocean. Pacific Science 16: 1-13.
- Alvariño A., 1965. Chaetognaths. Oceanography and Marine Biology. Annual Review 3: 115-194.
- Alvariño, A., 1967. Bathymetric distribution of Chaetognatha, Siphonophorae, Medusae, and Ctenophora e off San Diego, California. Pacific Science 21: 475-482.
- Alvariño, A., 1969. Los quetognatos del Atlántico: distribución y notas esenciales de sistemática. Instituto Español de Oceanografía, Madrid, 289 pp.
- Alvariño, A., 1985. Predation in the plankton realm, mainly with reference to fish larvae. Investigacion marina, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) 2: 1-122.
- Araújo, H. M. P. & V. A. Ribeiro, 2005. Distribuição das espécies de Chaetognatha na plataforma continental de Sergipe e Alagoas. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology 9(1): 19-23.
- Araújo, M. & M. Cintra, 2009. Modelagem matemática da circulação oceânica na região equatorial do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. In: Viana, D. L. et al. O arquipélago de São Pedro e São Paulo: 10 anos de estação científica, SECIRM, 106-113.
- Baier, C. T. & J. E. Purcell, 1997. Trophic interactions of chaetognaths, larval fish, and zooplankton in the South Atlantic Bight. Marine Ecology Progress Series 146: 43-53.
- Ball, E. E. & D. J. Miller, 2006. Phylogeny: The continuing classificatory conundrum of chaetognaths. Current Biology 16(15): 593-596.
- Batistella, M., 1993. Cartografia ecológica do Arquipélago de Fernando de Noronha. IB-USP, São Paulo.
- Batistella, M., 1996. Espécies vegetais dominantes do arquipélago de Fernando de Noronha: grupos ecológicos e repartição espacial. Acta Botanica Brasilica 10(2): 223-235.
- Becker, H., 2001. Hidrologia dos bancos e ilhas oceânicas do nordeste do Brasil. Uma contribuição ao programa REVIZEE. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 175 pp.
- Bieri R., 1959. The distribution of the planktonic Chaetognatha in the Pacific and their relationship to the water masses. Limnology and Oceanography 4: 1-28.
- Bohata, K. & R. Koppelman, 2013. Chaetognatha of the Namibian Upwelling Region: Taxonomy, Distribution and Trophic Position. PlosOne 8(1): e53839.
- Boltovskoy, D., 1975. Some biometrical, ecological, morphological and distributional aspects of Chaetognatha. Hydrobiologia 46(4): 515-534.
- Boltovskoy, D., 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Mar del Plata: INIDEP, 936 pp.
- Boltovskoy D., 1999. South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden, 936 pp.
- Bone Q., H. Kapp & A. C. Pierrot-Bults, 1991. Introduction and relationship of the group. In: Bone Q. et al. (Eds), The Biology of Chaetognaths, Oxford University Press, Oxford, p. 1-4.

- Bougis P., 1974. Ecologie du plankton marin. Tome II—Le zooplancton. Collection D'e'cologie. Paris: Masson et Cie, 196 pp.
- Brandão, M. C., A. G. Koettker, A. S. Freire, 2012. Abundance and composition of decapod larvae at Saint Paul's Rocks (equatorial Atlantic). *Marine Ecology* 34(2):171–185.
- Brinton, E., A. Fleminger, D. Siegel-Causey, 1986. The temperate and tropical planktonic biotas of the Gulf of California. *CalCOFI Rep* 27: 228-266.
- Caldeira, R. M. A., S. Groom, P. Miller, D. Pilgrim & N. P. Nezlin, 2002. Sea-surface signatures of the island mass effect phenomena around Madeira Island, Northeast Atlantic. *Remote Sensing of Environment* 80: 336–360.
- Casanova J. P., 1999. Chaetognatha. In: Boltovskoy D. (Ed), *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden.
- Cavalcanti, E. A. H. & M. E. L. Larrazábal, 2004. Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (segunda expedição oceanográfica– REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). *Revista Brasileira de Zoologia* 21(3): 467-475.
- Cavaliere F., 1963. Nota preliminary sobre *Sagitta* (Chaetognatha) del litoral Atlantico Argentino. Presencia de *Sagitta friderici* Ritter-Zahony em el plankton eulitoral. *Physis* 24: 223–236.
- Cheney, J., 1985. Spatial and temporal abundance patterns of oceanic chaetognaths in the western North Atlantic 1. Hydrographic and seasonal abundance patterns. *Deep-Sea Research* 32(9A): 1041-1059.
- Creliev, A. M. & M. C. Daponte, 2004. Chaetognatha of the Brazil-Malvinas (Falkland) confluence: distribution and associations. *Iheringia Série Zoologia* 94(4): 403-412.
- Dadon, J. R. & D. Boltovskoy, 1982. Zooplanktonic recurrent groups (Pteropoda, Euphausiacea, Chaetognatha) in the Southwestern Atlantic Ocean. *Physis* 41(100): 63-83.
- Daponte, M. C., J. A. Calcagno, M. J. Acevedo-Luque, P. Martos, L. Machinandiarena & G. B. Esnal, 2011. Composition, density, and biomass of Salpidae and Chaetognatha in the southwestern Atlantic ocean (34.5° S–39° S). *Bulletin of Marine Science* 87(3): 437-461.
- Díaz, X. F. G., L. M. O. Gusmão, S. Neumann-Leitão, Biodiversidade e dinâmica espaço - temporal do zooplâncton. In: Viana, D. L.; Hazin, F. H. V.; Souza, M. A. C. (Orgs.). *O arquipélago de São Pedro e São Paulo: 10 anos de Estação Científica*. Brasília: SECIRM, 2009. p. 128-137.
- Doty, M. S. & M. Oguri, 1956. The island mass effect. *Journal du Conseil* 22(1): 33-37.
- Ekau, W. & B. Knoppers, 1999. An introduction to the pelagic system of the North-East Brazilian shelf. *Archive of Fishery and Marine Research* 47(2/3): 113-132.
- Furnestin, M. L., 1953. Sur quelques Chaetognathes d'Israel. *Bulletin of the Research Council of Israel* 2(4): 411-414.
- García-Díaz, X. F., 2007. Zooplâncton do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Dissertação (Mestrado em Oceanografia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 99 pp.
- Garrison, T., 2010. *Fundamentos de oceanografia*. São Paulo: Cengage Learning, 426 pp.
- Genin, A., L. Haury & P. Greenblatt, 1988. Interactions of migrating zooplankton with shallow topography: predation by rockfishes and intensification of patchiness. *Deep-Sea Research* 35: 151-175.
- Genin, A., C. Greene, L. Haury, P. Wiebe, G. Gal, S. Kaartvedt, E. Meir, C. Fey & J. Dawson, 1994. Zooplankton patch dynamics: daily gap formation over abrupt topography. *Deep-Sea Research* 41: 941-951.
- Giesecke, R. & H. E. González, 2004. Feeding of *Sagitta enflata* and vertical distribution of chaetognaths in relation to low oxygen concentrations. *Journal of Plankton Research* 26(4): 475-486.

- Gorsky, G., M. D. Ohman, M. Picheral, S. Gasparini, L. Stemann, J. B. Romagnan & F. Prejger, 2010. Digital zooplankton image analysis using the ZooScan integrated system. *Journal of Plankton Research* 32(3): 285-303.
- Gross, M. G & E. Gross, 1996. *Oceanography a view of earth*. Printice hall, New Jersey, 472 pp.
- Gusmão, L. M. O., 1986. Chaetognaths planctônicas de províncias nerítica e oceânica do Nordeste do Brasil (04° 00' 00" – 08° 00' 00") latitude sul. Dissertação (Mestrado em Oceanografia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 192 pp.
- Hamann, I. M., G. W. Boehlert & C. D. Wilson, 2004. Effects of steep topography on the flow and stratification near Palmyra Atoll. *Ocean Dynamics* 54 (3-4): 460-473.
- Haney, J. F., 1988. Diel patterns of zooplankton behaviour. *Bulletin of Marine Science* 43: 583–603.
- Hays, G. C., 2003. A review of adaptative significance and ecosystem consequences of zooplankton diel vertical migrations. *Hydrobiologia* 503: 163-170.
- Hosoe, K., 1956. Chaetognaths from the Isles of Fernando de Noronha. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Hossfeld, B., 1996. Distribution and biomass of arrow worms (Chaetognaths) in Golfo de Nicoya and Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biologia Tropical* 44: 157-172.
- Johnson, W. S. & S. M. Allen, 2005. Chaetognaths. *In: Zooplankton of the Atlantic and Gulf Coasts: A guide to their Identification and Ecology*. Baltimore MD: The Johns Hopkins University Press, United States of America.
- Kehayias, G., C. Koutsikopoulos; N. Fragopoulou & J. Lykakis, 1999. A single maturity classification key for five common Mediterranean chaetognath species. *Marine Biological Association of the United Kingdom* 79: 1137-1138.
- Liang, T. H. & L. A. Vega-Pérez, 1994. Studies on chaetognaths off Ubatuba region, Brazil: I. distribution and abundance. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 42(1-2): 73-84.
- Liang, T. H. & L. A. Vega-Pérez, 2001. Diversity, abundance, and biomass of epipelagic chaetognath off South Atlantic Western sector, from Cabo Frio (23° S, 42° W) to São Pedro and São Paulo Rocks (01° N, 29° W). *Oceanides* 16(1): 34-48.
- Liang, T. H. & L. A. Vega-Pérez, 2002. Distribution, abundance and biomass of Chaetognaths off São Sebastião region, Brazil in February 1994. *Revista Brasileira de Oceanografia* 50: 01-12.
- Lira, S. M. A., I. A. Teixeira, C. D. M. Lima, G. S. Santos, S. Neumann-Leitão & R. Schawamborn, 2014. Spatial and Nycthemeral distribution of the zooneuston of Fernando de Noronha, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography* 62(1): 35-45.
- Longhurst, A. R. & D. Pauly, 1987. *Ecology of Tropical Oceans*. Academic Press, San Diego, 407 pp.
- Lopes R. M., 2007. Marine zooplankton studies in Brazil - A brief evaluation and perspectives. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 79: 369-379.
- Lenz, J. 2000. Introduction. *In: Harris R., Wiebe P., Lenz, J., Skoljoldal H. R., Huntley, M. ICES zooplankton methodology manual*, 193–221.
- Marcolin, C. D. R., S. Schultes, G. A. Jackson & R. M. Lopes, 2013. Plankton and seston size spectra estimated by the LOPC and ZooScan in the Abrolhos Bank ecosystem (SE Atlantic). *Continental Shelf Research* 70: 74-87.
- Marques, F. A., M. R. Ribeiro, S. M. B. Bittar, A. N. Tavares-Filho & J. F. W. F. Lima, 2007. Caracterização e classificação de Neossolos da ilha de Fernando de Noronha (PE). *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 31(6): 1553-1562.

- McLelland, J. A. 1984. Observations on the chaetognaths distributions in the northeastern Gulf of Mexico during the summer of 1974. *Northeast Gulf Science* 7:49-59.
- Melo, P. A. M. C., X. F. G. Díaz, S. J. de Macedo & S. Neumann-Leitão, 2012. Diurnal and spatial variation of the mesozooplankton community in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Equatorial Atlantic. *Marine Biodiversity Records* 5:1-14.
- Mendes, F., G. M. D. Figueiredo & J. L. Valentin, 2012. Reproduction and structure of the population of the Chaetognath *Parasagitta friderici* in Guanabara Bay (Brazil) based on short term sampling. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 84 (1): 103-112.
- Mitraud, S. 2001. Uso Recreativo no Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha: um exemplo de planejamento e implementação. WWF – World Wild life Fund – Brasil, Brasília: 8, 100 pp.
- Neumann-Leitão, S., L. M. Gusmão, T. D. A. Silva, D. A. Nascimento-Vieira & A. P. Silva, 1999. Mesozooplankton biomass and diversity in coastal and oceanic waters off North-Eastern Brazil. *Archive of Fishery and Marine Research*, 47(2/3): 153-165.
- Neumann-Leitão S., E. M. E. Sant'anna, L. M. O. Gusmão, D. A. Nascimento-Vieira, M. N. Paranaguá & R. Schwamborn, 2008. Diversity and distribution of the mesozooplankton in the tropical Southwestern Atlantic. *Journal Plankton Research* 30(7): 795-805.
- Newell, G. E. & R. C. Newell, 1963. *Marine plankton: a practical guide*. Hutchinson Educational Editions, University of London, London.
- Omori, M & T. Ikeda, 1992. *Methods in marine zooplankton ecology*, John Mille & Sons, New York, 332 pp.
- Palma, S. & K. Kaiser, 1993. *Plancton marino de águas chilenas*. Ediciones Universitarias de Valparaiso, 151 pp.
- Paranaguá, M. N., 1966. Sobre o plâncton da região compreendida entre 3° Lat. S e 13° Lat. S, ao largo do Brasil. *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco* 5/6: 125-139.
- Pearre, S., 1980. Feeding by Chaetognatha: The relation of prey size to predator size in several species. *Marine Ecology Progress Series*. 3: 125-134.
- Pearre Jr. S., 1991. Growth and reproduction. *The biology of chaetognaths*. Oxford University Press, Oxford, 61-75.
- Pearre, S., 2003. Eat and run? The hunger/satiation hypothesis in vertical migration: history, evidence and consequences. *Biological Reviews* 78:1–79.
- Pereira, R. C. & A. Soares-Gomes, 2002. *Biologia marinha*. Interciência, Rio de Janeiro, 380 pp.
- Pierrot-Bults A. C. & V. R. Nair, 1991. Distribution patterns in Chaetognatha. *In*: Bone, Q. et al. (Eds), *The biology of Chaetognaths*, Oxford, Oxford University, Reino Unido.
- Pierrot-Bults, A. C. & V. R. Nair, 2010. Horizontal and vertical distribution of Chaetognatha in the upper 1000 m of the western Sargasso Sea and the Central and Southeast Atlantic. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 57(24): 2189-2198.
- Prevatielli, D., E. N. Santos-Silva & A. J. Darwich, 2005. Distribuição vertical do zooplâncton e sua relação com as variáveis ambientais. *Biotupé: meio físico, diversidade biológica e cultural* 1: 109-121.
- Reeve, M. R. 1970. The Biology of Chaetognatha I. Quantitative aspects of growth and egg production in *Sagitta hispida*. *In*: Steele, J. H. ed. *Marine food chains*. Oliver & Boyd, Edinburgh, p. 168-169.
- Reeve, M. R. & L. D. Baker, 1975. Production of two planktonic carnivores (chaetognath and ctenophore) in south Florida inshore waters. *Fishery Bulletin* 73(2): 238-248.
- Resgalla Jr. C., 2010. Parâmetros populacionais de *Sagitta friderici* ritter-záhony (chaetognatha) na zona de arrebentação da praia do cassino, sul do Brasil. *Atlântica* 32(2): 141-149.

- Roden, G. I., 1987. Effect of seamount and seamount Chains on ocean circulation and thermohaline structure. In: Boehlert GW (ed). Geophysical monograph, 43. American Geophysical Union, Washington DC, p. 335-354.
- Rodrigues, R. R., L. M. Rothstein & M. Wimbush, 2007. Seasonal variability of the South Equatorial Current bifurcation in the Atlantic Ocean: a numerical study. *Journal Physical Oceanography* 37(1): 16-30.
- Rodríguez-Sáenz, K. & A. Morales- Ramírez, 2012. Composición y distribución del mesozooplankton en una zona de afloramiento costero (Bahía Culebra, Costa Rica) durante La Niña 1999 y el 2000. *Revista de Biología Tropical* 60: 143-157.
- Roger, C., 1994. Relationships among yellow fin and skipjack tuna, their prey-fish and plankton in the tropical western Indian Ocean. *Fisheries Oceanography* 3(2): 133-141.
- Rogers, A. D., 1994. The biology of seamounts. *Advances in Marine Biology* 30: 305–350.
- Russel, F. S., 1932. On the biology of *Sagitta*. The breeding and growth of *Sagitta elegans* Verril in the Plymouth Area, 1930-31. *Journal Marine Biological Association United Kingdom* 18:131-145.
- Saltzman, J. & K. F. Wishner, 1997. Zooplankton ecology in the eastern tropical Pacific oxygen minimum zone above a seamount: 2. Vertical distribution of copepods. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 44(6): 931-954
- Santos, E. P. 1978. Dinâmica de populações aplicada a pesca e piscicultura. HUCITEC, EDUSP, São Paulo, 129 pp.
- Santos, M. S. V. 2011. Caracterização de comunidades planctônicas no banco submarino Condor (Sudoeste da Ilha do Faial, Açores): Associação dos principais padrões de distribuição com fatores ambientais subjacentes. Dissertação (Mestrado em Estudos Integrados dos Oceanos), Universidade dos Açores, Horta, 106 pp.
- Sazima, I & P. D. Haemig. 2006. Aves, mamíferos e répteis de Fernando de Noronha. *Ecologia-info* 17.
- Serafini, T. Z, G. B. França, J. M. Andriguetto - Filho, 2010. Ilhas oceânicas brasileiras: biodiversidade conhecida e sua relação com o histórico de uso e ocupação humana. *Revista da Gestão Costeira Integrada* 10(3): 281-301.
- Souza, C. S., J. A. G. Luz & P. Mafalda Junior, 2014. Relationship between spatial distribution of chaetognaths and hydrographic conditions around seamounts and islands of the tropical southwestern Atlantic. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 83(3): 1151-1165.
- Srinivasan, M. 1947. Distribution of Chaetognaths, with special reference to *Sagitta decipiens* as an indicator of upwelling along the west coast of India. *Journal Marine Association India* 16(1): 126-142.
- Sund, P. N., 1961. Some features of the autecology and distribution of chaetognatha in the Eastern Tropical Pacific. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin* 5(4): 305-340.
- Sziper, J. P., 1978. Feeding rate of the chaetognatha *Sagitta enflata* in nature. *Estuarine Coastal Marine Science* 7(6): 567-575.
- Terazaki, M., 1996. Vertical distribution of pelagic chaetognaths and feeding of *Sagitta enflata* in the Central Equatorial Pacific. *Journal of plankton research* 18(5): 673-682.
- Travassos, P., F. H. V. Hazin, Jr. Zagaglia, R. Advincula & J. Schober, 1999. Thermohaline structure around seamounts and islands off North-Eastern Brazil. *Archive of Fishery and Marine Research* 47 (2/3): 211-222.
- Valenti, W. C., J. T. C. De Mello & V. L. Lobão, 1987. Crescimento de *Macrobrachium acanthurus* (wiegman 1836) do Rio Ribeira do Iguape (Crustácea, Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Biologia* 47(3): 349-355.

- Vannucci, M. & K. Hosoe, 1952. Resultados científicos do cruzeiro do "Baependi" e do "Vega" à Ilha da Trindade: Chaetognatha. Boletim do Instituto Oceanográfico 3(1-2): 05-34.
- Vega-Pérez, L. A. & K. P. Schinke, 2011. Checklist do filo Chaetognatha do Estado de São Paulo, Brasil. Biota Neotropica 11(1): 1-10.
- Venter, G. E., 1969. The distribution of some chaetognaths and their relation to hydrological conditions, with special reference to the South West African region of the Benguela Current. Marine Research Laboratory 16: 1-73.
- Widmer, G. M., 2007. O título de patrimônio da humanidade e seus efeitos sobre o turismo em Fernando de Noronha. Tese (Doutorado em Ciências da Comunicação), Universidade de São Paulo, São Paulo, 225 pp.
- Zaret, T. M. & J. S. Stuffer, 1976. Vertical migration in zooplankton as a predator avoidance mechanism. Limnology and Oceanography 21: 804-813.
- Zo, Z, 1973. Breeding and Growth of the Chaetognath *Sagitta elegans* in Bedford Basin. Limnology and Oceanography 18(5): 750–756.