

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

GABRIEL GONÇALVES

**ANÁLISE DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA NA REGIÃO DA REBIO
DO ARVOREDO (~27.3°S, ~48.4°O), COM ÊNFASE EM CHAETOGNATHA
EM RELAÇÃO A ESTRUTURA OCEANOGRÁFICA DA ZONA EUFÓTICA.**

Florianópolis

2018

Gabriel Gonçalves

**ANÁLISE DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA NA REGIÃO DA REBIO
DO ARVOREDO (~27.3°S, ~48.4°O), COM ÊNFASE EM CHAETOGNATHA
EM RELAÇÃO A ESTRUTURA OCEANOGRÁFICA DA ZONA EUFÓTICA.**

Trabalho de Conclusão de Curso
de Graduação em Oceanografia do
Centro de Ciências Físicas e
Matemáticas da Universidade Federal de
Santa Catarina, como requisito de
obtenção do título de Bacharel em
Oceanografia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Andrea
Santarosa Freire

Florianópolis

2018

Gabriel Gonçalves

**ANÁLISE DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA NA REGIÃO DA REBIO
DO ARVOREDO (~27.3°S, ~48.4°O), COM ÊNFASE EM CHAETOGNATHA
EM RELAÇÃO A ESTRUTURA OCEANOGRÁFICA DA ZONA EUFÓTICA.**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do
Título de Bacharel em Oceanografia e aprovado em sua forma final pelo Programa de
Graduação em Oceanografia

Florianópolis, ____ de _____ de 2018.

Prof.^a Dr.^a Juliana Leonel

Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Andrea Santarosa Freire

Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Pós-Dr. Luis Carlos Pinto Macedo-Soares

Universidade Federal de Santa Catarina

Pós-Dr.^a Andrea Green Koettker

Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Uma das partes mais importantes do trabalho é saber agradecer, pois na vida a gente não chega em lugar nenhum sozinho, então chegou a hora de agradecer a todos que contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Aos meus pais, Adriana e Valmor, que trabalharam muito (quando eu digo muito, é muito mesmo) para dar uma educação de qualidade a mim e meu irmão, não deixando faltar absolutamente nada. Este trabalho é dedicado a vocês. Agradeço também ao meu irmão mais velho, Gustavo, que sempre foi um exemplo para mim, sempre quis ser tão dedicado e tão inteligente quanto ele.

A minha família, que sempre torceu por mim e me deu carinho e apoio, todos são muito especiais para mim. Menção honrosa a Sophia, minha prima que está sempre junto comigo haha.

Aos grandes amigos que a Geografia me deu, Filipe e Luiz, desde 2011 rindo como se não houvesse amanhã. Também agradeço aos amigos que a Oceanografia me deu, e foram vários, Vitor, Diego, Renan, Yudi, Peneira, Marquinhos, Pedro, Vandi, Babi, Natasha, Bella (venceu o cálculo comigo haha), Camila, Gandra e Fernanda vocês deixaram minha graduação um pouco mais fácil e divertida. Importante lembrar dos meus amigos dos tempos da escola, Renan, Neiva, Rodrigo, Felipe e José.

Ao Laboratório de Crustáceos e Plâncton (LCP), que me proporcionou oportunidades que quase ninguém tem na graduação, como participar do Projeto MAArE. Agradeço também as duas pessoas mais espetaculares que conheci no LCP e admiro desde o primeiro dia, Andrea minha orientadora que me ensinou muita coisa com a maior paciência e que é responsável por tudo que já citei acima e ainda faltam palavras para descrever o quanto ela já fez por mim, e Charles, a definição de mestre e aprendiz das estórias se aplica a nós, é claro que além de ter sido meu mestre, se tornou um grande amigo.

E ao pessoal do LCP, não esqueci de vocês haha. Babi, Déa, Érica, Luis e Manú, que me ensinaram muito, Marina que agradeço até hoje por me ajudar a limpar a amostra que derrubei no chão, Lucas M. o rei das planilhas e parceiro de piadas ruins haha, Amanda que não está mais no lab, mas ainda é parceira dos estudos e sempre dá

uns bons conselhos haha, Flora, Renaly, Thais e Lucas P. que também foram demais, e é claro, os novatos Renan, Isis, Vanessa, Mariana e Malú, espero que continuem.

Às oportunidades de trabalho:

PIBIC/UFSC que me agradeceu com duas bolsas de iniciação científica, dando a oportunidade de aprender ainda mais.

Ao Projeto de Monitoramento da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (MAArE), que contribuiu muito para minha formação como oceanógrafo, aprendendo várias funções embarcado e no laboratório. E também disponibilizou dados para que eu pudesse usar neste TCC.

É isso, deixo o meu muito obrigado a todos. É um ciclo que termina e outro que começa, e com certeza estarei aqui para agradecer de novo.

“ Que homem é um homem se não tentar criar um mundo melhor? ”

(Balian, Kingdom of Heaven, 2005)

RESUMO

O zooplâncton é composto de organismos holoplanctônicos, sendo os Copepoda dominantes, seguidos dos carnívoros Chaetognata e dos detritívoros Larvacea, e também de organismos meroplanctônicos como as larvas de invertebrados e peixes. Este trabalho objetiva analisar a comunidade zooplanctônica na região da REBIO do Arvoredo em relação à variabilidade da estrutura físico-química da zona eufótica. Dentro do Projeto MAArE foram realizadas 11 estações oceanográficas na plataforma central rasa de Santa Catarina, no verão e no inverno de 2014. Foi utilizado um CTD e garrafas de Van Dorn para amostragem de dados oceanográficos. O zooplâncton foi amostrado por arrastos horizontais, com rede cilíndrico-cônica de 200 µm e posteriormente subamostrado e quantificado. A Análise dos Componentes Principais (PCA), descreveu a variação sazonal, sendo verão com águas quentes, estratificadas, salinas e oligotróficas, em oposição ao inverno com águas homogêneas, alta concentração de clorofila e silicatos. Os Copepoda formaram 99 % do plâncton na costa no verão. Já os Chaetognatha e as larvas de crustáceos foram importantes na região de profundidade intermediária. O pequeno detritívoro Larvacea foi abundante na plataforma. No inverno, os Copepoda ocorreram em toda a região. Outro microcrustáceo (Cladocera) substituíram os Larvacea na plataforma. A identificação, determinação da fase de vida e biometria de Chaetognatha, realizada com o ZooScan, indicou a dominância de *Flaccisagitta enflata* e *Ferosagitta hispida* (as maiores espécies) em 2014. *Sagitta friderici* e *Sagitta tenuis* também ocorreram no verão e no inverno. *Sagitta bipunctata*, *Mesosagitta minima* e *Krohnitta subtilis* apenas no inverno. Ocorreram muitos indivíduos em estágios jovens de Chaetognatha durante todo 2014, mostrando a estabilidade da população e reprodução durante o verão e o inverno. Assembleias destes carnívoros ocuparam a Água Subtropical de Plataforma (ASTP), sofrendo influência de intrusão da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e aportes terrígenos no inverno. A variabilidade espaço-temporal dos grupos zooplanctônicos revela a existência de diferentes cadeias pelágicas no entorno da REBIO.

Palavras-Chave: Chaetognatha, Zona Eufótica, REBIO do Arvoredo, Zooplâncton.

ABSTRACT

The zooplankton is composed of holoplanktonic organisms, being the Copepoda dominant, followed by the carnivores Chaetognata and the detritivores Larvacea, and also of meroplanktonic organisms like the larvae of invertebrates and fish. This work aims to analyze the planktonic communities in the surroundings of the Arvoredo Marine Protected Area (REBIO Arvoredo) in relation to the variability of the oceanographic structure of the euphotic zone. Within the MAArE Project, 11 oceanographic stations were carried out on the shallow central shelf of Santa Catarina, in the summer and winter of 2014. The CTD and water bottles of Van Dorn were used for sampling oceanographic data. The zooplankton was sampled by horizontal hauls, with a 200 μm cylindrical-conical net and further sub-sampled and quantified. The Principal Component Analysis (PCA), described the seasonal variation, being summer with warm, stratified, saline and oligotrophic waters, opposed to winter with homogeneous waters, high chlorophyll concentration and silicates. Copepoda were 99% of the plankton on the coast in the summer. On the other hand, the Chaetognatha and larvae of crustaceans were important in the intermediate region. The small and detritivores Larvacea were abundant on the shelf. In winter, Copepoda occurred throughout the region. Other microcrustaceans (Cladocera) replaced the Larvacea on the shelf. The identification, life stage and biometry of chaetognaths, performed with the ZooScan, indicated the dominance of *Flaccisagitta enflata* and *Ferosagitta hispida* (the largest species) in 2014, *Sagitta Friderici* and *Sagitta tenuis* also occurred in both seasons. *Sagitta bipunctata*, *Minimum mesosagitta* and *Krohnitta subtilis* only in winter. Chaetognatha were in young stages throughout 2014, showing the population stability and reproduction during summer and winter. Assemblages of these carnivores occupied the Subtropical Shelf Water (STSW), under the South Atlantic Central Water (SACW) intrusion effect in summer and terrigenous input in the winter. The spatio-temporal variability of the zooplankton groups revealed the existence of different pelagic chains in the vicinity of REBIO.

Keywords: Chaetognatha, Euphotic Zone, REBIO of Arvoredo, Zooplankton.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização das estações oceanográficas do Projeto MAARE no setor norte adjacente a Ilha de Santa Catarina com isóbatas, sendo que a área pontilhada representa a delimitação da REBIO Arvoredo. (Fonte: MAARE 2017). A estação #11 foi amostrada no verão e a #12 no inverno. 18

Figura 2: Diagrama TS do verão (linha em vermelho) e do inverno (linha em azul) de 2014, indicando as massas d'água presentes na região. ASTP=Água Subtropical de Plataforma; ACAS=Água central do Atlântico Sul; PRT=Pluma do Rio Tijuca; CN=Água do Canal Norte. 22

Figura 3: Contribuição (%) dos principais grupos de zooplâncton nas estações costeiras (<20 m), intermediárias (25- 45 m) e isóbata de 50m (> 50 m) no verão e inverno de 2014. 24

Figura 4: Análise dos Componentes Principais (PCA). Os vetores representam ambientais e os pontos em vermelho e azul são as estações oceanográficas do verão e inverno respectivamente. v = verão, i = inverno, número da estação, S = superfície, M = meio e F = fundo. DO = Oxigênio Dissolvido, Temp = temperatura, ZEUp = zona eufótica proporcional, MSI = material em suspensão inorgânico, Sal = salinidade, Nitr = nitrato, Fosf = fosfato, MSO = material em suspensão orgânico, Cla = clorofila – a e Amon = amônio. 28

Figura 5: Resultado do Escalonamento Multidimensional não-Métrico (nMDS) utilizando os táxons de zooplâncton (exceto Copepoda) para verificar similaridade entre as estações oceanográficas, no verão e inverno de 2014. Chae: Chaetognatha; LvPx: Larva de Peixe; OvPx: Ovo de Peixe; Larv: Larvacea; LDS: Larva de Decapoda e Stomatopoda; Clad: Cladocera. 29

Figura 6: Abundância total (ind/ m³) das espécies de Chaetognatha no estágio juvenil no verão e inverno de 2014 no entorno da REBIO do Arvoredo. 33

Figura 7: Abundância total (ind/ m³) das espécies de Chaetognatha no estágio adulto no verão e inverno de 2014 no entorno da REBIO do Arvoredo. 34

Figura 8: Resultado do Escalonamento Multidimensional não-Métrico (nMDS) utilizando os estágios juvenil e adulto dos espécimes de quetognatos para verificar similaridade entre as estações oceanográficas, no verão e inverno de 2014. enf: *F. enflata* adulto; hisp: *F. hispida* adulto; frid: *S. friderici* adulto; tenu: *S. tenuis* adulto; bipu: *S. bipunctata* adulto; mini: *M. minima* adulto; subt: *K. subtilis* adulto; sag: *Sagitta*

<i>spp.</i> ; N.ID: juvenis não identificados. Todos com a letra J são os estágios juvenis de cada espécie.	36
Figura 9: Abundância média das sub-regiões, costa (#10, #11 e #12, #08, #02) centro (#14, #06, #18, #15) e Iso50 (#04, #16, #22) do verão e inverno de 2014 no entorno da REBIO do Arvoredo.	38
Figura 10: Distribuição de frequência do comprimento dos quetognatos (mm/m ³) na costa (#10, #11, #12, #08 e #02), durante o verão e o inverno de 2014. V: verão; I: inverno. Observem as diferenças entre as escalas.	40
Figura 11: Distribuição de frequência do comprimento dos quetognatos (mm/m ³) no centro (#14, #06, #18 e #15), durante o verão e o inverno de 2014. V: verão; I: inverno. Observem as diferenças entre as escalas.	42
Figura 12: Distribuição de frequência do comprimento dos quetognatos (mm/m ³) na Iso50 (#04, #16 e #22), durante o verão e o inverno de 2014. V: verão; I: inverno. Observem as diferenças entre as escalas.	43
Figura 13: Biomassa média (mg/m ³) e abundância média (ind/m ³) de <i>F. enflata</i> e <i>F. hispida</i> , as duas espécies mais abundantes no entorno da REBIO Arvoredo em 2014.	45
Figura 14: Abundância de a) <i>F. enflata</i> , b) <i>F. hispida</i> , c) <i>S. friderici</i> e d) <i>S. tenuis</i> relação as massas d'água durante o verão e o inverno, respectivamente.	49
Figura 15: Abundância de a) <i>S. bipunctata</i> , b) <i>M. minima</i> e c) <i>K. subtilis</i> em relação as massas d'água do inverno.	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Abundância média dos principais grupos do zooplâncton no ano de 2014. AR (%) = Abundância Relativa; FO (%) = Frequência de Ocorrência.	25
Tabela 2: Comparativo de abundância relativa (AR - %) dos principais grupos do zooplâncton, entre trabalhos, em relação ao verão e o inverno.	26
Tabela 3: Correlação de Spearman para Chaetognatha e Copepoda com os demais grupos do zooplâncton no ano de 2014. OBS: <i>ns</i> são as correlações não significativas, onde $p > 0,05$	27
Tabela 4: Espécies de Chaetognatha registradas no entorno da REBIO do Arvoredo no verão e no inverno de 2014. Adquirido [11, 07, 2018], a partir do banco de dados online Integrated Taxonomic Information System, http://www.itis.gov	31
Tabela 5: Abundância média (ind./ m ³) de Chaetognatha no entorno da REBIO Arvoredo em 2014. AR (%) = Abundância Relativa; FO (%) = Frequência de Ocorrência.	35

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
1.1.	OBJETIVOS	17
	OBJETIVO GERAL	17
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
2.	METODOLOGIA.....	17
2.1	ATIVIDADE DE CAMPO.....	17
2.2	PROCESSAMENTO DE AMOSTRAS	19
2.3	PROCESSAMENTO DE DADOS	20
2.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	20
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
3.1	COMPOSIÇÃO DO ZOOPLÂNCTON.....	21
3.2	COMPOSIÇÃO DE CHAETOGNATHA.....	30
4.	CONCLUSÃO.....	52
5.	REFERÊNCIAS	53

1. INTRODUÇÃO

Os organismos zooplancônicos constituem um elo fundamental na transferência de energia produzida pelo bacterioplâncton, protoplâncton e fitoplâncton para os demais níveis tróficos, tendo também importante papel na produção de detritos e ciclos biogeoquímicos. Por estas razões, a informação sobre a abundância e distribuição espaço/temporal do zooplâncton é essencial para compreender a dinâmica das comunidades marinhas. A estrutura trófica do plâncton é determinada principalmente pela hidrodinâmica e as características nutricionais da coluna de água (Guenther et al., 2008). Influências locais do clima e fenômenos oceanográficos regionais são os principais determinantes das variações sazonais da comunidade zooplancônica nas regiões tropicais e subtropicais (Nybakken e Bertness, 2005).

Em ambientes marinhos, os Copepoda compreendem mais de 70% da abundância e biomassa de mesozooplâncton (Nielsen e Kicrboe, 1994; Leandro et al., 2007; Dias et al. 2014) e são os principais consumidores primários e produtores secundários nesses sistemas (Chisholm e Roff, 1990; Miyashita et al. 2009; Dias et al. 2014). Segundo Fernandes et al. (2005), Chaetognatha desempenham um papel importante na transferência de energia para níveis tróficos marinhos, sendo predadores ativos. Sua dieta inclui uma variedade de organismos pelágicos, principalmente Copepoda, mas também predam larvas de peixe de valor comercial afetando assim o zooplâncton e comunidades de ictioplâncton (Casanova, 1999). Larvacea são um dos organismos mais frequentes do zooplâncton, embora raramente sejam dominantes em termos de biomassa (Hopcroft e Roff, 1995; Choe e Deibel, 2008; Vega-Pérez et al. 2011), se alimentam basicamente de pico-nanoplâncton, bem como de pequenas diatomáceas, bactérias e detritos. Durante a alimentação utilizam a “casa”, secretada pelo epitélio glandular do tronco, que possui filtros internos para concentrar as partículas antes de serem selecionadas e ingeridas. A neve marinha produzida por estes organismos representa uma importante fonte de carbono para as camadas mais profundas (Vega-Pérez et al., 2011). Organismos meroplancônicos, com fase adulta pelágica ou demersal, como as larvas de crustáceos, moluscos e peixes, de importância ecológica e/ou pesqueira, também são importantes componentes do zooplâncton.

Processos oceanográficos locais como a extensão da pluma do Rio Tijucas (RT), aporte das águas do Canal Norte da Ilha de Santa Catarina, e regionais como ressurgência de águas frias na plataforma ou expansão da Pluma do Rio da Prata (APP) influenciam a costa e plataforma central de Santa Catarina (MAArE, 2017 b). Nessa região localiza-se a Reserva Biológica Marinha (REBIO) do Arvoredo, abrigando rica diversidade marinha tropical e subtropical. A região é influenciada por duas massas d'água, uma fria e de baixa salinidade, a Água Subantártica de Plataforma (ASAP) e outra quente e salina, a Água Subtropical de Plataforma (ASTP) (Piola et al., 2000), formada pela mistura da Água Tropical (AT) da Corrente do Brasil (CB) e águas de aportes terrígenos. Segundo Möller et al. (2008), no verão a ASTP resulta da interação entre a AT e a Água Central do Atlântico Sul (ACAS).

Devido a sua associação com massas d'água e ao curto ciclo de vida de seus organismos, o zooplâncton é um bom indicador das características ambientais e mudanças em pequena escala espacial e temporal (Richardson, 2008). A distribuição das massas e correntes de água constitui a base para a interpretação dos padrões de distribuição do plâncton (Berasategui et al., 2006). Tal relação foi usada para estudar a distribuição de Copepoda nas águas do nordeste brasileiro (Dias e Bonecker, 2009), e a distribuição de Copepoda e Cladocera na Plataforma Continental em Santa Catarina (Domingos Nunes e Resgalla Jr., 2012). Espécies de Larvacea também podem ser utilizadas como indicadoras de massas de água (Forneris, 1965; Hsiao et al., 2011; Carvalho e Bonecker, 2016). Em geral, a distribuição de Chaetognatha é limitada pelas propriedades das massas de água devido à sua sensibilidade às variações de temperatura e salinidade (Vega-Pérez e Schinke 2011). Assim, algumas espécies são consideradas boas indicadoras de massas de água, contribuindo juntamente com outros organismos para delimitar regiões biogeográficas marinhas (Alvariño 1969, Boltovskoy 1981b, Vega-Pérez e Schinke 2011). As características oceanográficas também podem influenciar aspectos da ecologia de Chaetognatha, tais como crescimento, desenvolvimento sexual e taxa de alimentação (McLaren 1963, Feigenbaum 1982, Souza et al., 2014).

Recentes avanços tecnológicos no processamento de imagens de amostras planctônicas, como o desenvolvimento do ZooScan, tornaram possível identificar ou quantificar automaticamente e semi-automaticamente a composição das assembleias de plâncton (Benfield et al., 2007). O ZooScan e software associados permite detectar,

enumerar, medir e classificar os objetos digitalizados como vários táxons zooplanctônicos. (Gorsky et al., 2010). Esta ferramenta foi utilizada de forma pioneira no presente trabalho para a biometria de Chaetognatha e estimativa de biomassa, para associar esses parâmetros aos fatores ambientais no entorno da REBIO Arvoredo além da distribuição e composição de espécies.

1.1. OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Este trabalho objetiva analisar a variabilidade da comunidade zooplanctônica, com ênfase em Chaetognatha, na região da REBIO do Arvoredo em relação às massas d'água da zona eufótica, no verão e inverno de 2014.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a variação da comunidade zooplânctonica no verão e inverno, em relação às características da coluna d'água na zona eufótica e às massas d'água da região da REBIO do Arvoredo.
- Analisar a variação espaço temporal das espécies de Chaetognatha em relação aos fatores ambientais em torno da REBIO do Arvoredo;
- Analisar a variação de tamanho e biomassa de espécies abundantes de Chaetognatha em relação aos fatores ambientais em torno da REBIO do Arvoredo.

2. METODOLOGIA

2.1 ATIVIDADE DE CAMPO

O trabalho utilizou dados adquiridos nas campanhas oceanográficas do Projeto MAArE (FAPEU/ Petrobras), em março/abril (verão) e julho/agosto (inverno) de 2014. Foram realizadas 11 estações oceanográficas na área de estudo, delimitada pela saída norte do Canal da Ilha de Santa Catarina, Baía das Tijucas, Península de Porto Belo, passando pela REBIO Arvoredo (Calhau de São Pedro e Ilha Deserta) e isóbata de 50 m (Iso50) (~ 27°10' - 27°22' S, ~ 48° 36' - 48° 18' W) (Fig. 1). Foi utilizado um perfilador

do tipo CTD para caracterização de temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido ao longo da coluna de água e garrafas de Van Dorn para amostragem de água na superfície, na profundidade do pico de fluorescência ou da termoclina e no fundo. A profundidade da zona eufótica foi calculada a partir da leitura do disco de Secchi ($2,7 \times$ profundidade registrada pelo disco). O dado de zona eufótica utilizado foi o proporcional, que é a porcentagem que a zona eufótica atinge na coluna d'água, de acordo com a profundidade local. A partir das amostras de água, foram obtidos dados da concentração de clorofila, material em suspensão (MSI = Material Inorgânico em Suspensão e MSO = Material Orgânico em Suspensão) e nutrientes que foram disponibilizados pelo Projeto MAARE. O zooplâncton foi amostrado por arrastos horizontais durante 3 minutos, com rede cilíndrico-cônica de $200 \mu\text{m}$ e diâmetro de boca de 50 cm , com fluxômetro acoplado.

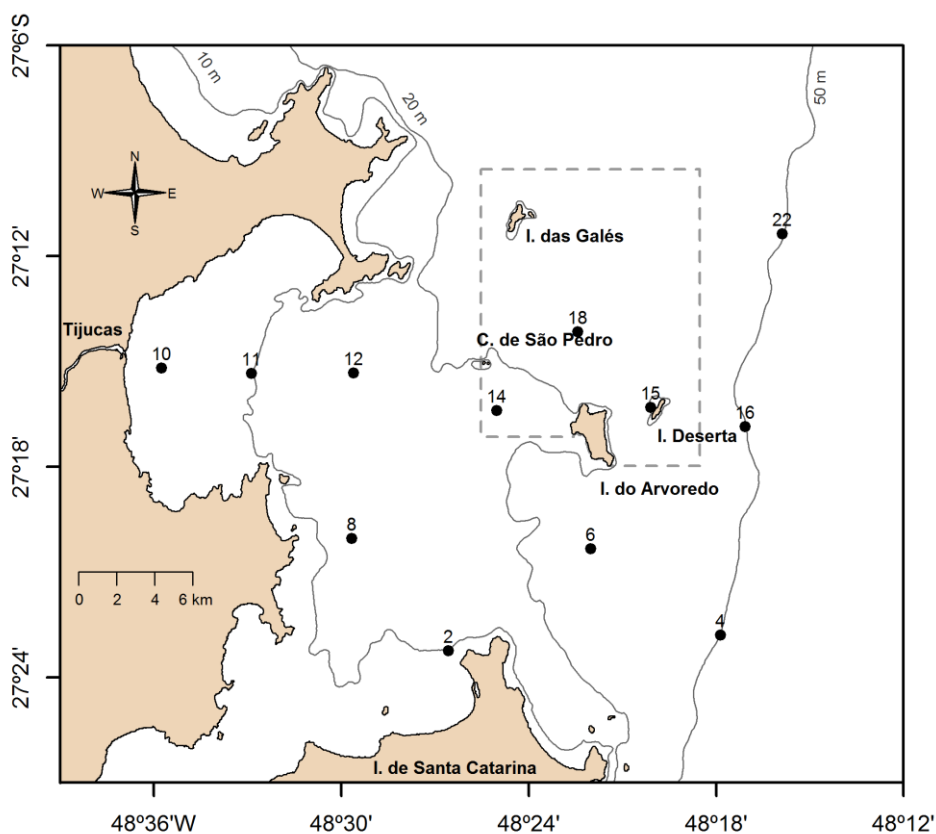


Figura 1: Localização das estações oceanográficas do Projeto MAARE no setor norte adjacente a Ilha de Santa Catarina com isóbatas, sendo que a área pontilhada representa a delimitação da REBIO Arvoredo. (Fonte: MAARE 2017 b). A estação #11 foi amostrada no verão e a #12 no inverno.

2.2 PROCESSAMENTO DE AMOSTRAS

Os táxons Copepoda, Cladocera, Chaetognatha e Larvacea, serão tratados no texto como copépodes, cladóceros, quetognatos e larváceos, respectivamente.

No Laboratório de Crustáceos e Plâncton (ECZ/CCB) o zooplâncton foi subamostrado com o uso do fracionador de Folsom e os grandes grupos taxonômicos foram quantificados padronizando seus valores em ind/m³. Os quetonatos foram triados e a identificação de espécies foi feita de acordo com Alvariño (1969), Boltovskoy (1981) e Casanova (1999) gerando informações sobre composição específica e fase de vida (juvenil e adulta). Os quetognatos muito pequenos foram identificados como juvenis de *Sagitta* spp., e os ainda menores, que foram quantificados, mas não triados foram classificados como juvenis não identificados (N/ID).

Foi utilizado o ZooScan (ZSCA04) para uma análise de tamanho dos quetognatos identificados, gerando um total de 22 amostras digitalizadas. Para esta etapa, houve um período de treinamento com a doutoranda Érica Caroline Becker, do Programa de Pós-Graduação em Ecologia da UFSC, na utilização do ZooScan e da plataforma EcoTaxa (Picheral et al, 2017). No treinamento foram utilizadas amostras de copépodes do Projeto MCT II - Cruzeiro do Sul e posteriormente as amostras de quetonatos do Projeto MAArE foram digitalizadas. Após o embasamento para o reconhecimento de organismos em diversos planos corporais e sua biometria, gerou-se um banco de dados a ser transferido para o EcoTaxa. O EcoTaxa (<http://ecotaxa.obs-uvfr.fr>) é uma ferramenta para a classificação taxonômica de imagens, que comporta todas as imagens geradas pelo ZooScan.

O trabalho no ZooScan, consiste, resumidamente, em colocar amostra de zooplâncton no scanner e no computador utilizar programas complexos (ImageJ e Zooprocess), para escanear a amostra. A imagem gerada será dividida na quantidade de organismos que tiverem na amostra (Ex: uma amostra com 200 organismos gera 200 novas imagens individuais de cada organismo). Depois de geradas as imagens, elas são transferidas para o EcoTaxa, que tem a opção de gerar uma tabela com o tamanho do organismo presente em cada imagem na unidade de medida de pixels.

2.3 PROCESSAMENTO DE DADOS

A caracterização das massas de água foi realizada pelos índices termohalinos (Möller et al., 2008) e diagramas TS, produzido no programa Ocean Data View (ODV) (Schlitzer, 2015). Foram construídos também, diagramas TS-P, sendo P (plâncton) para as espécies de quetognatos. O TS-P, foi elaborado com o auxílio da linguagem de programação R, utilizando os pacotes, “gsw” (Kelley et al., 2015), “oce” (Kelley e Richards, 2016) e “plot3D” (Soetaert, 2016) para fazer um plot duplo com dados oceanográficos e dados de plâncton.

Histogramas foram construídos para analisar a abundância de grupos zooplancônicos e a variação de espécies de Quetognatos. A distribuição de frequência de seus tamanhos em pixels, obtida pela função feret (feret toma o eixo de maior comprimento do indivíduo, como válido), fornecida pelo EcoTaxa, convertidos para milímetros usando uma fórmula simples ($\text{feret} \times 0,01058 = \text{valor em milímetros}$), e a biomassa média das espécies mais abundantes no ano de 2014 também foram representadas por histogramas.

Para o cálculo da biomassa foram utilizadas duas equações que dependem do comprimento total gerado pelo ZooScan para *F. enflata* e *F. hispida*, encontradas em Melo (2015), descritas abaixo:

$$F. \textit{enflata}: Pc = 0,057 \times C^{2,83}$$

$$F. \textit{hispida}: Pc = 0,120 \times C^{3,28}$$

Onde Pc = peso do carbono (mg) e C = comprimento total

2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Análises de correlação de Spearman foram feitas entre a abundância total (ind/m^3) de quetognatos e alguns táxons para verificar a relação entre a ocorrência dos mesmos., utilizando as amostras de verão e inverno ($n=22$). Para tal foi utilizada a linguagem de programação R.

A Análise dos Componentes Principais (PCA) foi utilizada para descrever a variabilidade espaço temporal dos parâmetros oceanográficos (Legendre e Legendre, 2012). Assim como em (MAArE, 2017 a), para a elaboração da PCA, a matriz de

variáveis foi submetida à análise “Variance Inflation Factor” (VIF), que avalia a multicolinearidade entre as variáveis (Borcard et. al., 2011). Valores acima de 10 indicam alta redundância entre, assim foram escolhidas as variáveis de VIF menor. Para a PCA, foi utilizado o pacote “vegan” (Oksanen et al., 2015) padronizando com o argumento `scale=TRUE` e a matriz de correlação de Pearson. Tanto VIF como PCA foram feitos por meio da linguagem de programação R.

O Escalonamento Multidimensional não-Métrico (nMDS) foi realizado para analisar a variabilidade espaço-temporal das assembleias zooplacntônicas. A análise nMDS foi realizada sem os copépodes, pois seus valores são muito altos e se sobressaem aos outros grupos, prejudicando a análise (MAArE, 2017 a). Foi utilizado a linguagem de programação R, com o pacote “vegan” (Oksanen et al., 2015)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 COMPOSIÇÃO DO ZOOPLÂNCTON

As condições oceanográficas, a abundância e distribuição espacial do zooplâncton foram muito diferentes no verão e inverno, (Fig. 3). O diagrama TS do verão mostrou a ocorrência da Água Subtropical de Plataforma (ASTP), com índices termohalinos de salinidade entre 33,5 e 35,3 e temperatura $> 18,5$ °C, por toda a região (Fig. 2). Na isóbata de 50 m (Iso50) houve a intrusão da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), com salinidade $> 35,3$ e temperatura $< 18,5$ °C, e também Água Tropical (AT) (Fig. 2), assim como em (Möller et al., 2008). A Água Costeira (AC) é decorrente da mistura entre águas aporte continental e águas de plataforma, caracterizada por valores de salinidade baixos (Pereira et. al., 2009). A AC atuante na região e observada no TS foi denominada Pluma do Rio Tijucas (PRT) e Água do Canal Norte da Ilha Santa Catarina (CN), correspondendo à origem do aporte continental.

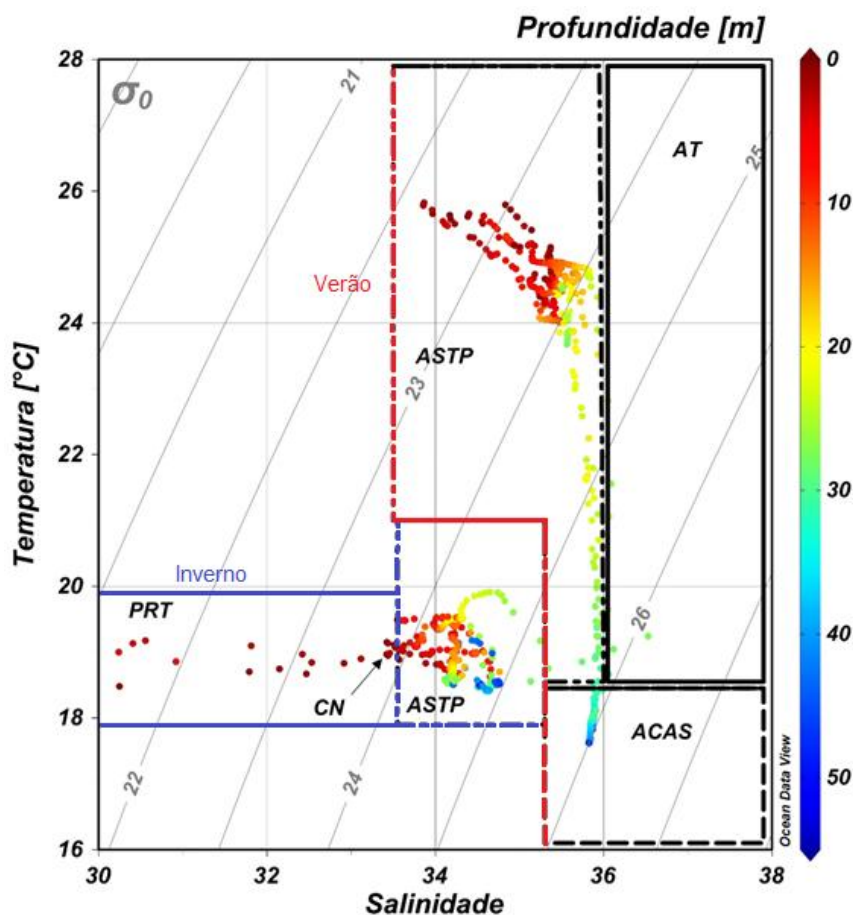
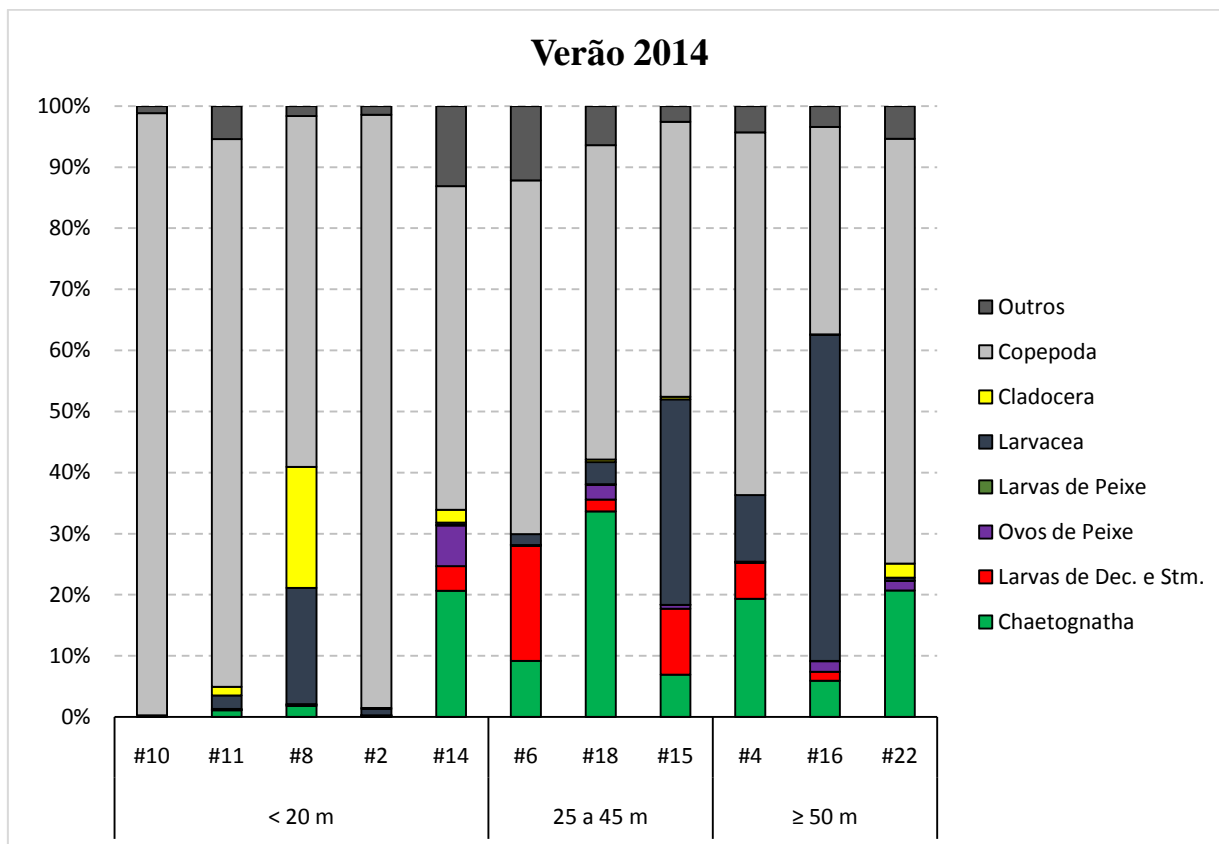


Figura 2: Diagrama TS do verão (linha em vermelho) e do inverno (linha em azul) de 2014, indicando as massas d'água presentes na região. ASTP=Água Subtropical de Plataforma; ACAS=Água central do Atlântico Sul; PRT=Pluma do Rio Tijucas; CN=Água do Canal Norte.

No verão, o máximo aproximado de 78.000 copépodes/m³ foi obtido em águas menos salinas, na foz do RT (#10), correspondendo a 90 % do zooplâncton (Fig. 3). Copépodes foram os organismos dominantes (Tab. 1). As maiores concentrações de quetognatos (332 ind/m³) e larváceos (1.617 ind/m³) foram obtidas em direção à plataforma rasa, com a ASTP (Fig. 2), e ocorreram em média 130 ind/m³ de quetognatos e 328 ind/m³ de larváceos por toda a área (Tab. 1). Cladóceros, ovos e larvas de peixe e larvas de crustáceos apresentaram contribuições menores. A composição do zooplâncton determinou 3 regiões: costa (< 20 m) com dominância de copépodes (< 90 %); intermediária (25-45 m) e estação 14, com dominância de copépodes em torno de 55 % e maior proporção de quetognatos (20 a 40 %), e plataforma rasa (> 50 m) com

aumento da contribuição de larváceos (30 a 50 %), sendo até mais abundantes que copépodes na estação 16. (Fig. 3).



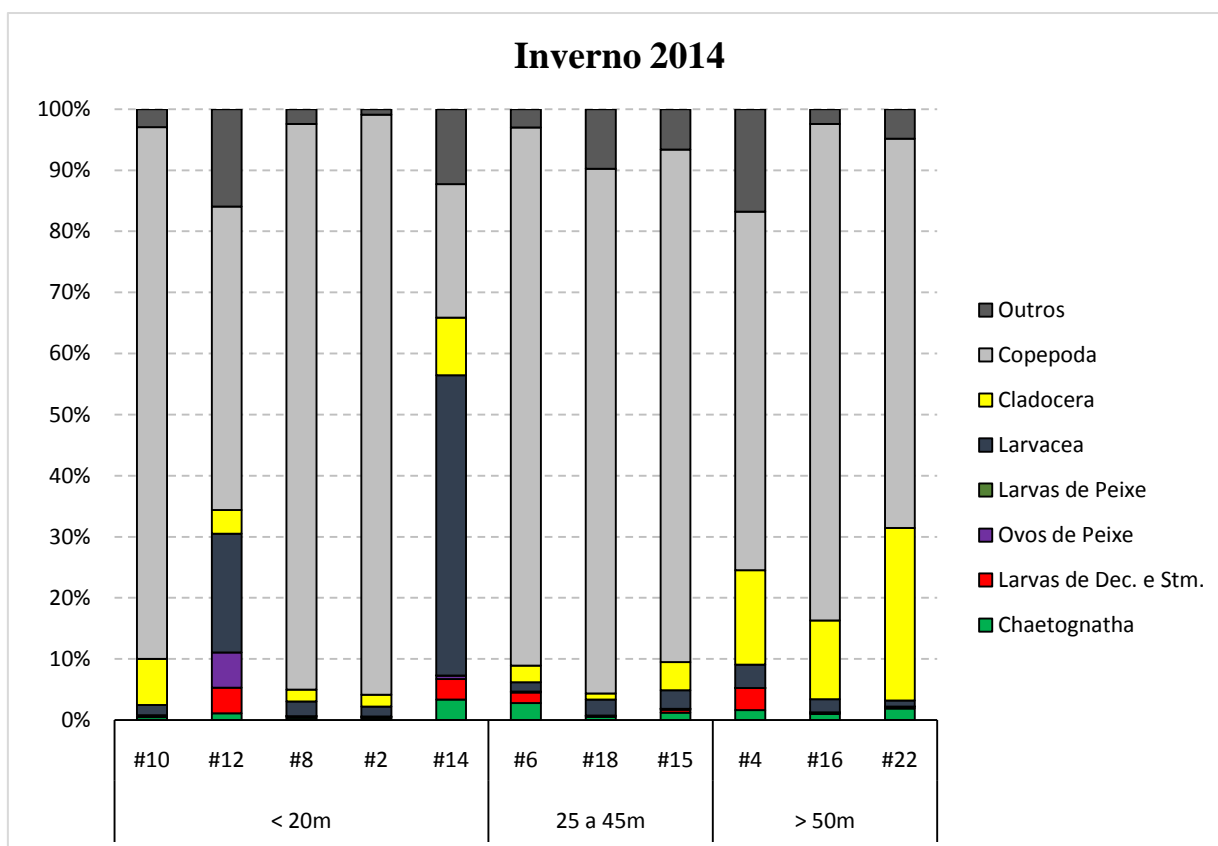


Figura 3: Contribuição (%) dos principais grupos de zooplâncton nas estações costeiras (<20 m), intermediárias (25- 45 m) e isóbata de 50m (> 50 m) no verão e inverno de 2014.

No inverno a coluna d'água esteve muito homogênea com temperaturas inferiores a 20 °C e salinidades inferiores a 35. A massa d'água predominante foi a ASTP (Fig. 2), sendo que águas com salinidades inferiores a 33 foram associadas ao Canal de Santa Catarina e Pluma do RT. Imagens de satélite fornecidas pelo Projeto MAArE (MAArE, 2017 b) evidenciaram a expansão da Pluma do Rio da Prata até a região.

No inverno de 2014, o máximo de copépodes (10.927 ind/m³) também foi registrado na foz do RT (estação 10), com dominância > 80% em toda a área (Tab. 1). Nas proximidades do Calhau de São Pedro (estação 14), no entanto, os larváceos foram dominantes (> 50 %, 968 ind/m³) (Fig. 3). Foi evidente a diminuição na abundância dos chaetognatos (máximo de 138,7 ind/m³) em relação ao verão, com um máximo pontual também no Calhau de São Pedro e na #06 (Fig. 3). Cladóceros destacaram-se no

inverno, especialmente na Iso50 (>30%) (Fig. 3). O TS do inverno mostrou a associação da ASTP com as maiores concentrações do zooplâncton.

Tabela 1: Abundância média dos principais grupos do zooplâncton no ano de 2014. AR (%) = Abundância Relativa; FO (%) = Frequência de Ocorrência.

Zooplâncton	Verão 2014				Inverno 2014			
	Abundância Média (ind/m ³)	Desvio padrão	AR (%)	FO (%)	Abundância Média (ind/m ³)	Desvio padrão	AR (%)	FO (%)
<i>Chaetognatha</i>	130.73	94.50	0.90	100.00	46.73	34.99	0.78	100.00
<i>Cladocera</i>	186.93	503.13	1.28	81.82	604.50	947.19	10.06	100.00
<i>Copepoda</i>	13.634.66	26.136.16	93.47	100.00	5.078.11	4.907.98	84.52	100.00
<i>Larvacea</i>	328.75	485.84	2.25	100.00	264.60	278.40	4.40	100.00
<i>Larvas de Decapoda</i>	67.55	80.07	0.46	90.91	43.50	36.61	0.72	100.00
<i>larvas de Peixe</i>	0.54	0.38	0.00	100.00	0.31	0.29	0.01	81.82
<i>Ovos de Peixe</i>	11.06	14.65	0.08	100.00	17.68	41.32	0.29	100.00
<i>Outros</i>	226.21	304.81	1.55	*	286.53	184.56	4.77	*
total	14.586.43	26.375.55	100.00	-	6007.841	5066.150202	100	-

* : não foi visto FO(%) para Outros

A dominância de copépodes no plâncton costeiro de SC também foi observada por Domingos Nunes e Resgalla Jr. (2012) e Becker et al. (2018) (Tab. 2). O Projeto MAARÉ no verão se mostrou semelhante a (Becker et al., 2018) nos valores de abundância relativa, já (Domingos Nunes e Resgalla Jr., 2012) teve uma AR de copépodes menor, e outros táxons com AR maior (Tab. 2). Já no inverno a comparação é apenas com (Domingos Nunes e Resgalla Jr., 2012), que continua com AR menor (Tab. 2). Estas diferenças podem ser explicadas pelo fato de a amostragem destes autores terem incluído também a região oceânica, tendo uma dominância menor de copépodes.

Tabela 2: Comparativo de abundância relativa (AR - %) dos principais grupos do zooplâncton, entre trabalhos, em relação ao verão e o inverno.

Zooplâncton	Verão		
	MAArE	Domingos Nunes e Resgalla jr. Becker et al.	
	AR (%)	AR (%)	AR (%)
<i>Chaetognatha</i>	0,90	3,41	2,02
<i>Cladocera</i>	1,28	12,47	2,48
<i>Copepoda</i>	93,47	60,38	89,93
<i>Larvacea</i>	2,25	2,45	1,05
<i>Larvas de Decapoda</i>	0,46	4,15	
		Inverno	
<i>Chaetognatha</i>	0,78	8,18	
<i>Cladocera</i>	10,06	3,99	
<i>Copepoda</i>	84,52	71,94	
<i>Larvacea</i>	4,40	0,68	
<i>Larvas de Decapoda</i>	0,72	5,12	

Apenas as correlações entre a abundância (ind/m³) de Copepoda-Cladocera, Copepoda-Ovos de Peixe e Chaetognatha-Larvas de Peixe foram significativas (Tab. 3). Isto pode ter ocorrido pelo fato de o N amostral ser pequeno. A correlação entre quetonatos e larvas de peixe justifica-se pelo hábito carnívoro, disputando alimento no plâncton e também por predação mútua (Liang e Vega-Pérez, 2011). Copépodes e cladóceros ocorrem em grande quantidade em regiões costeiras (Domingos Nunes e Resgalla Jr., 2012). A correlação entre copépodes e ovos de peixe pode ser explicada pela estratégia de desova de peixes em situações com disponibilidade de alimento para as larvas (Beccara, 2017), que no caso, são copépodes, mas como é uma correlação negativa há mais ovos de peixe onde a abundância de copépodes diminui.

Tabela 3: Correlação de Spearman para Chaetognatha e Copepoda com os demais grupos do zooplâncton no ano de 2014. OBS: *ns* são as correlações não significativas, onde $p > 0,05$. $n=22$

Grupos	rho	p	Significância
Copepoda-Chaetognatha	-0,18	0,43	<i>ns</i>
Copepoda-Cladocera	0,62	0,0023	
Copepoda-Larvacea	0,28	0,21	<i>ns</i>
Copepoda-Larvas de Decapoda	0,02	0,92	<i>ns</i>
Copepoda-Larvas de Peixe	0,05	0,83	<i>ns</i>
Copepoda-Ovos de Peixe	-0,54	0,01	
Chaetognatha-Cladocera	-0,20	0,38	<i>ns</i>
Chaetognatha-Larvacea	-0,08	0,74	<i>ns</i>
Chaetognatha-Larvas de Decapoda	0,39	0,0763	<i>ns</i>
Chaetognatha-Larvas de Peixe	0,56	0,0063	
Chaetognatha-Ovos de Peixe	0,23	0,30	<i>ns</i>

Na Análise dos Componentes Principais (PCA) (Fig. 4), o eixo 1 (28%) descreveu a variabilidade temporal, sendo verão com águas mais salinas, oligotróficas, zona eufótica profunda e temperaturas altas, em oposição ao inverno, destacando-se alta concentração de clorofila e silicatos nas proximidades do Calhau de São Pedro (estação 14). O eixo 2 (21%) descreveu a variabilidade vertical dos nutrientes. No inverno, houve elevada concentração de silicatos por toda a água superficial e nitratos e fosfatos no fundo, em direção à plataforma rasa. No verão, os máximos de nitratos e fosfatos foram à meia água da isóbata de 50 m (Iso50), associados à intrusão da ACAS. No inverno, nas estações costeiras e intermediárias houve alta concentração de silicatos. Essa sazonalidade da estrutura oceanográfica repete-se ao longo dos anos 2014-2016 (Bordin et al., 2018), sugerindo repetição na estrutura da comunidade zooplânctônica. Assim, os resultados desse trabalho podem ser utilizados para caracterizar a variabilidade da comunidade zooplanctônica na região.

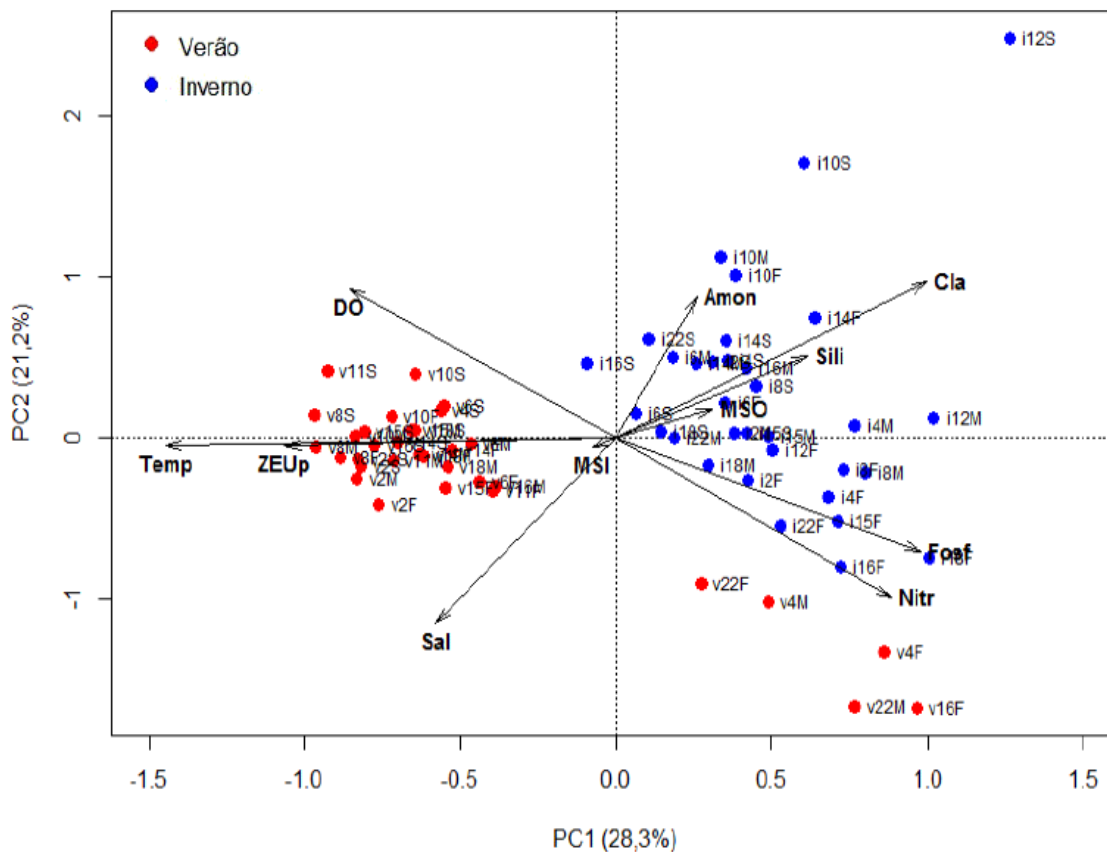


Figura 4: Análise dos Componentes Principais (PCA). Os vetores representam ambientais e os pontos em vermelho e azul são as estações oceanográficas do verão e inverno respectivamente. v = verão, i = inverno, número da estação, S = superfície, M = meio e F = fundo. DO = Oxigênio Dissolvido, Temp = temperatura, ZEUp = zona eufótica proporcional, MSI = material em suspensão inorgânico, Sal = salinidade, Nitr = nitrato, Fosf = fosfato, MSO = material em suspensão orgânico, Cla = clorofila – a e Amon = amônio.

A análise nMDS sem considerar copépodes (Fig. 5) reforçou a variabilidade temporal da contribuição dos grupos de zooplâncton observados na Fig. 3. No verão, ovos e larvas de peixe e quetonatos concentram-se das estações intermediárias até a Iso50. Cladóceros destaca-se no inverno, e o nMDS evidencia a sua importância em toda a região. O nMDS mostra também a importância de larváceos no inverno.

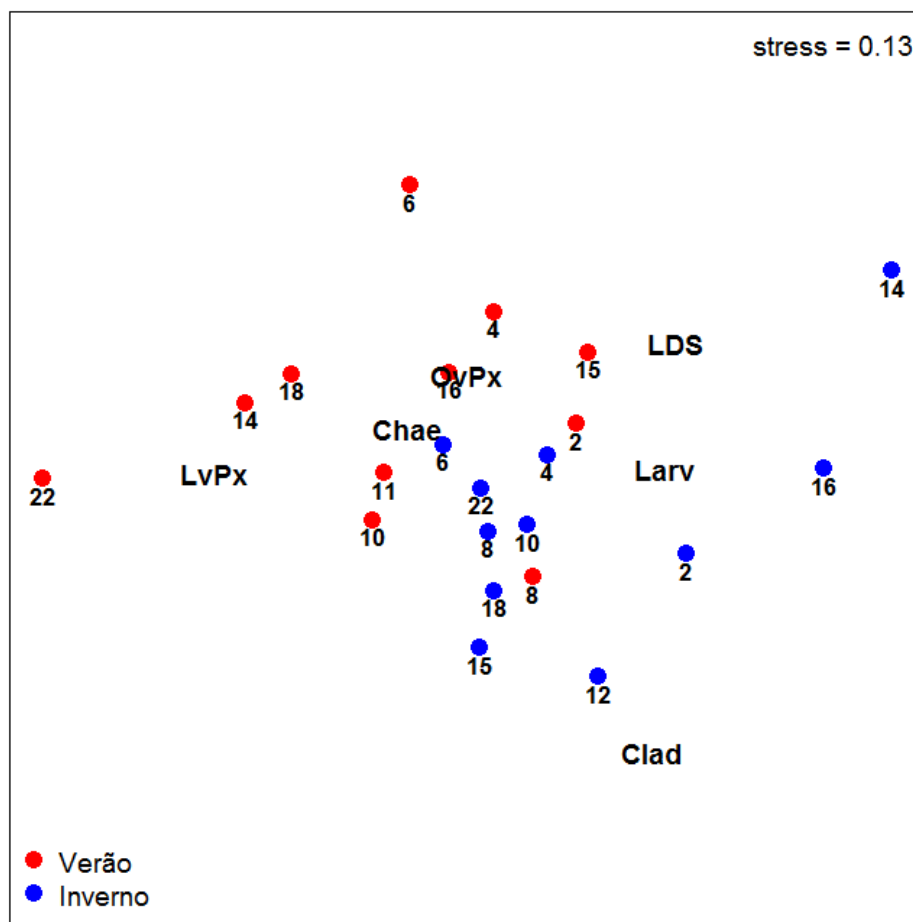


Figura 5: Resultado do Escalonamento Multidimensional não-Métrico (nMDS) utilizando os táxons de zooplâncton (exceto Copepoda) para verificar similaridade entre as estações oceanográficas, no verão e inverno de 2014. Chae: Chaetognatha; LvPx: Larva de Peixe; OvPx: Ovo de Peixe; Larv: Larvacea; LDS: Larva de Decapoda e Stomatopoda; Clad: Cladocera.

A variabilidade do zooplâncton no verão e inverno foi associada a variabilidade espacial das diferentes massas d'água. A foz do RT foi dominada por copépodes no verão e inverno, sendo a elevadíssima concentração de copépodes no verão possivelmente relacionada aos maiores aportes costeiros e rápida transformação/regeneração da matéria orgânica em produção primária e secundária (Bordin et. al., 2018). A alternância de quetognatos para larváceos e larvas de crustáceos em direção à plataforma pode estar associada à influência da intrusão da ACAS, com aumento da chuva de detritos e cadeias mais longas, privilegiando os detritívoros e carnívoros de topo de cadeia. A ACAS pode agir como evento fertilizador, proporcionando o desenvolvimento do fitoplâncton e consequentemente de herbívoros como copépodes (Agnelli, 2016), que podem atrair os carnívoros quetognatos, como já foi visto na costa de SC para o zooplâncton em geral com

(Resgalla Jr., 2011). O aumento de larváceos também ocorre devido ao aumento da concentração de nutrientes (Vega-Pérez, 2008).

Já no inverno, as diferentes propriedades da água (maior quantidade de material orgânico sem suspensão e silicatos, zona eufótica rasa) levaram à maior dominância de copépodes e a ocorrência dos cladóceros, que segundo Ramirez (1981) respondem a produção primária em águas costeiras. A homogeneidade das águas superficiais, refletiu na homogeneidade na distribuição dos copépodes, quetognatos, cladóceros e larváceos. Valores elevados de silicato, clorofila e larváceos próximo ao Calhau (estação 14) podem indicar influência conjunta dos aportes continentais locais e da APP. A passagem da pluma do rio da Prata na região já foi descrita por Castro et al. (2006), estando associada a elevados valores de clorofila (Carvalho et al., 2014). A passagem da APP no inverno pode explicar a substituição dos larváceos pelos cladóceros. A variabilidade do zooplâncton evidencia o dinamismo das águas próximas ao Calhau, com composição semelhante a plataforma rasa no verão e com dominância única de larváceos no inverno. Foi o único local onde esse detritívoro superou os cladóceros.

3.2 COMPOSIÇÃO DE CHAETOGNATHA

O Filo Chaetognatha possui 209 espécies registradas, sendo que no Brasil são 25 (Vega-Pérez e Schinke, 2011). Dentre as 18 espécies já registradas por Casanova (1999) para Santa Catarina, no presente trabalho foram registradas sete espécies, no verão e inverno de 2014 (Tab. 4), sendo elas: *Flaccisagitta enflata* (Grassi, 1881), *Ferosagitta hispida* (Conant, 1895), *Sagitta friderici* Ritter-Záhony, 1911, *Sagitta tenuis* Conant, 1896, *Sagitta bipunctata* Quoy & Gaimard, 1827, *Mesosagitta minima* (Grassi, 1881) e *Krohnitta subtilis* (Grassi, 1881).

Tabela 4: Espécies de Chaetognatha registradas no entorno da REBIO do Arvoredo no verão e no inverno de 2014. A partir do banco de dados online Integrated Taxonomic Information System, <http://www.itis.gov>.

Espécies de Chaetognatha	Verão	Inverno
<i>Flaccisagitta enflata</i> (Grassi, 1881)	x	x
<i>Ferosagitta hispida</i> (Conant, 1895)	x	x
<i>Sagitta friderici</i> Ritter-Záhony, 1911*	x	x
<i>Sagitta tenuis</i> Conant, 1896*	x	x
<i>Sagitta bipunctata</i> Quoy & Gaimard, 1827		x
<i>Mesosagitta minima</i> (Grassi, 1881)		x
<i>Krohnitta subtilis</i> (Grassi, 1881)		x

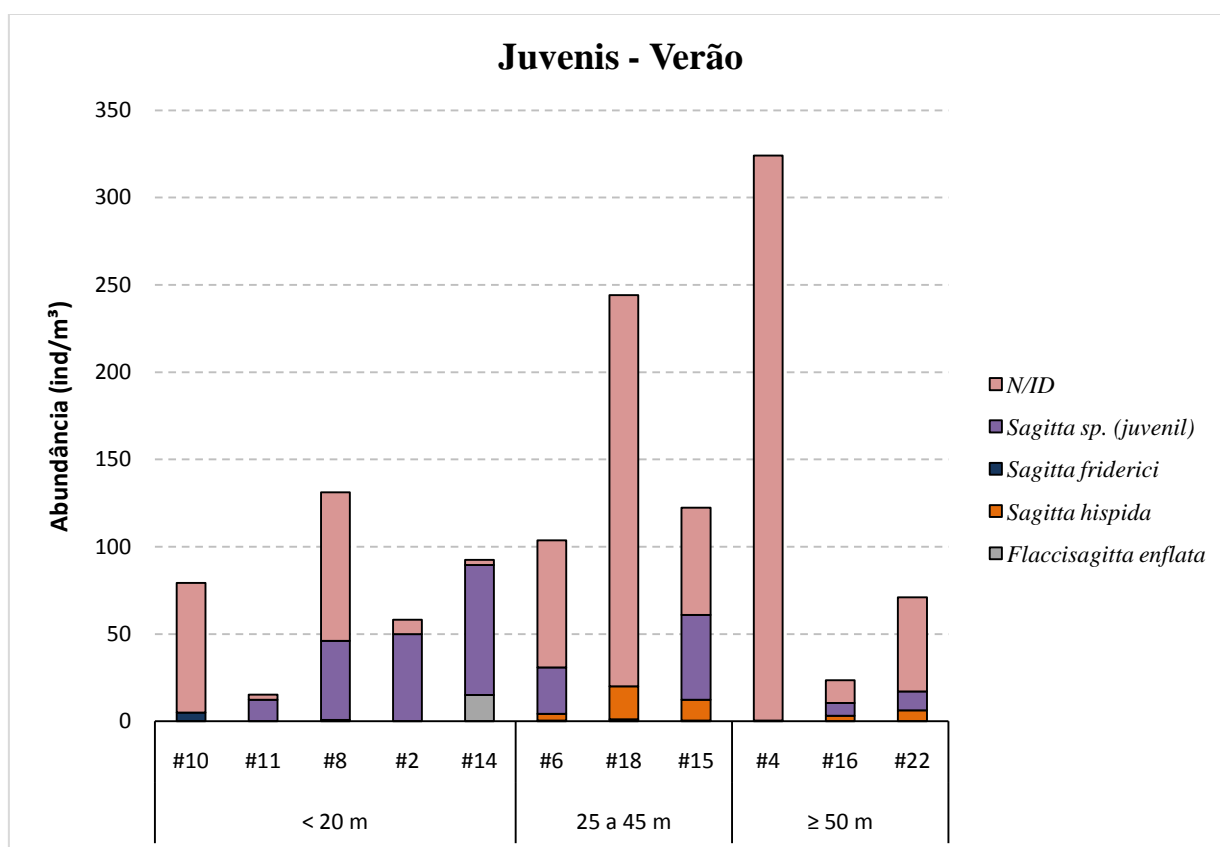
* Nome válido atualmente: *Parasagitta friderici* (Ritter-Záhony, 1911);
Parasagitta tenuis (Conant, 1896)

O verão apresentou maior abundância de juvenis que o inverno (Fig. 6). No verão, *Sagitta* spp e N/ID foram abundantes em toda a área, sendo que N/ID foi muito abundante principalmente na #18 e na #04. *F. hispida* foi importante nas estações intermediárias e na Iso50 e *S. friderici* e *F. enflata* apenas na #10 e na #14, respectivamente. Já no inverno, N/ID também foram dominantes, mas *F. enflata* foi homogeneamente abundante em toda a área. *Sagitta* spp. e *S. friderici* foram importantes e as outras espécies (*S. bipunctata*, *S. minima* e *K. subtilis*) tiveram pouca representatividade.

Os adultos também foram mais abundantes no verão (Fig. 7). O aumento da contribuição de chaetognatos no Calhau (#14) (Fig.2) ocorreu devido à abundância maior de *F. hispida* e *F. enflata*. Na costa houve dominância de *S. friderici* e as águas em direção a Iso50 foram dominadas por *F. hispida*. Houve aumento no número de espécies no inverno, especialmente em direção a Iso50 tendo o maior valor na #14 (Fig. 7). *F. enflata* foi dominante em toda a área e muito abundante no RT.

Juvenis foram muito mais abundantes que adultos em média, no verão (115,02 ind/m³ e 9,72 ind/m³) e inverno (46,47 ind/m³ e 7,24 ind/m³). Juvenis se alimentam principalmente de tintinídeos e rotíferos, e adultos principalmente de copépodes e náuplios de outros crustáceos (Ekblad, 2008). No verão, os ciliados compõem 40 % do microplâncton, enquanto no inverno o fitoplâncton compõe mais de 80 % (Menezes et al., 2018 a). Muitos autores (revistos em Liang e Vega-Pérez, 2011) registraram que independente da época do ano e do local, as populações de chaetognatos são constituídas

basicamente de estágios jovens, o que indica que a reprodução ocorre o ano todo. Várias hipóteses explicam a grande quantidade de quetognatos juvenis nas amostras de plâncton (Liang e Vega-Pérez, 1994) como o tipo de rede utilizada, profundidade de amostragem, migração vertical, reprodução e a mortalidade de adultos após o envelhecimento. Proporções maiores de juvenis foram associadas à ACAS e estratificação da coluna de água no verão (Liang e Vega-Pérez, 2002) em São Paulo, situação semelhante as condições oceanográficas do verão na REBIO Arvoredo.



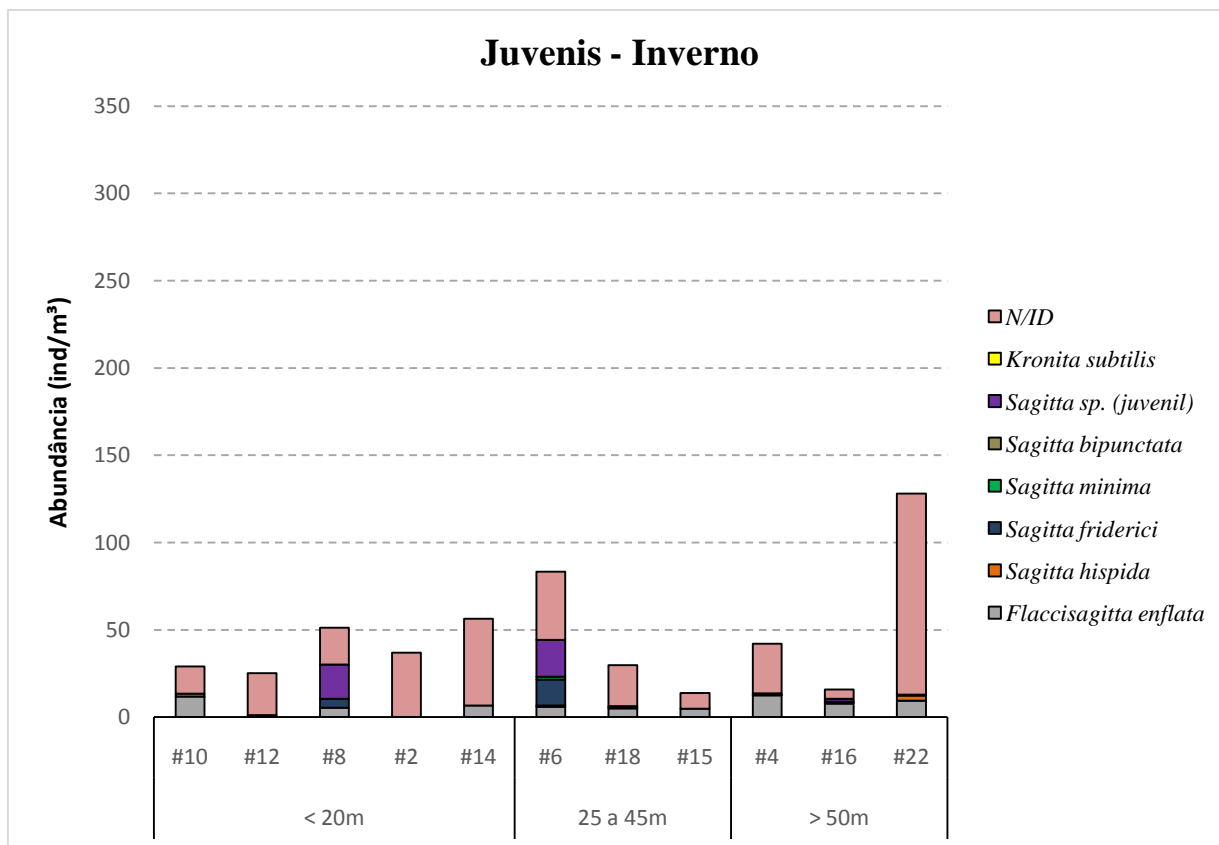
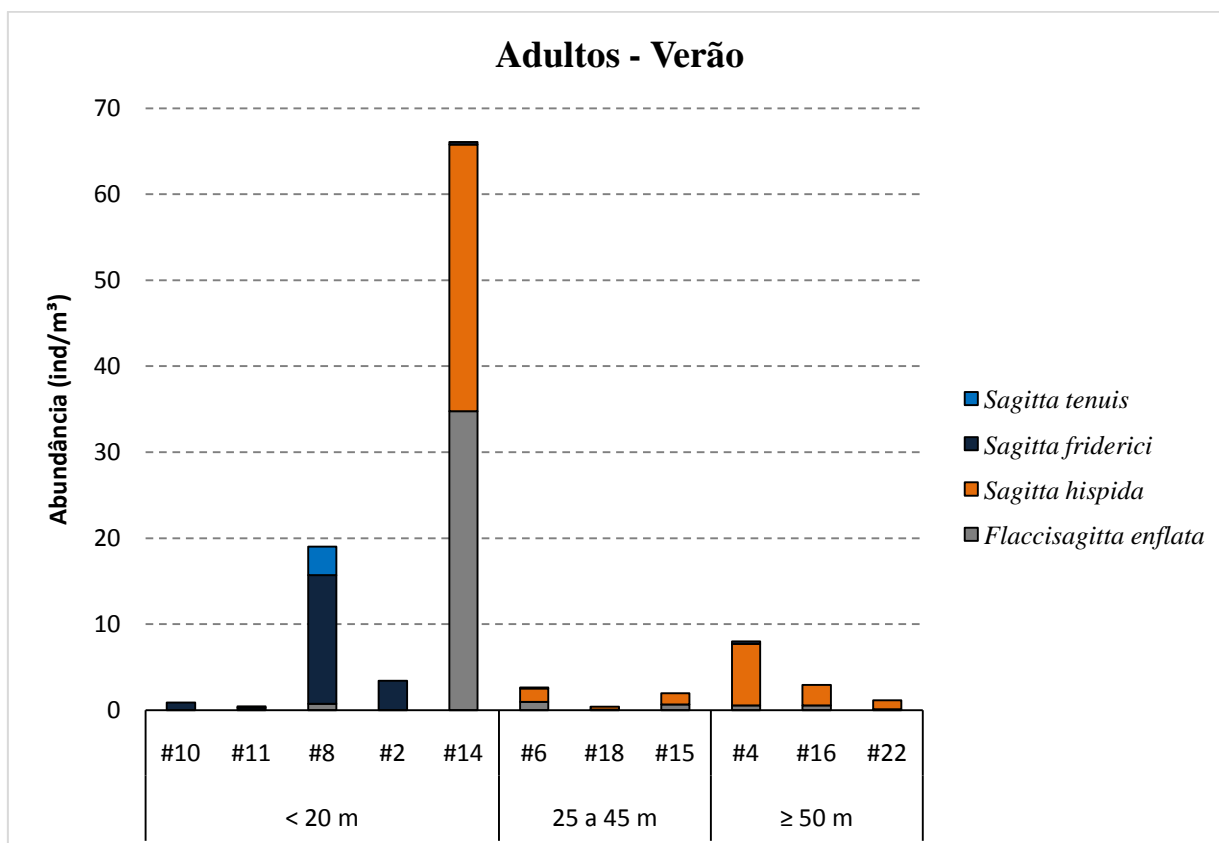


Figura 6: Abundância total (ind/ m³) das espécies de Chaetognatha no estágio juvenil no verão e inverno de 2014 no entorno da REBIO do Arvoredo.



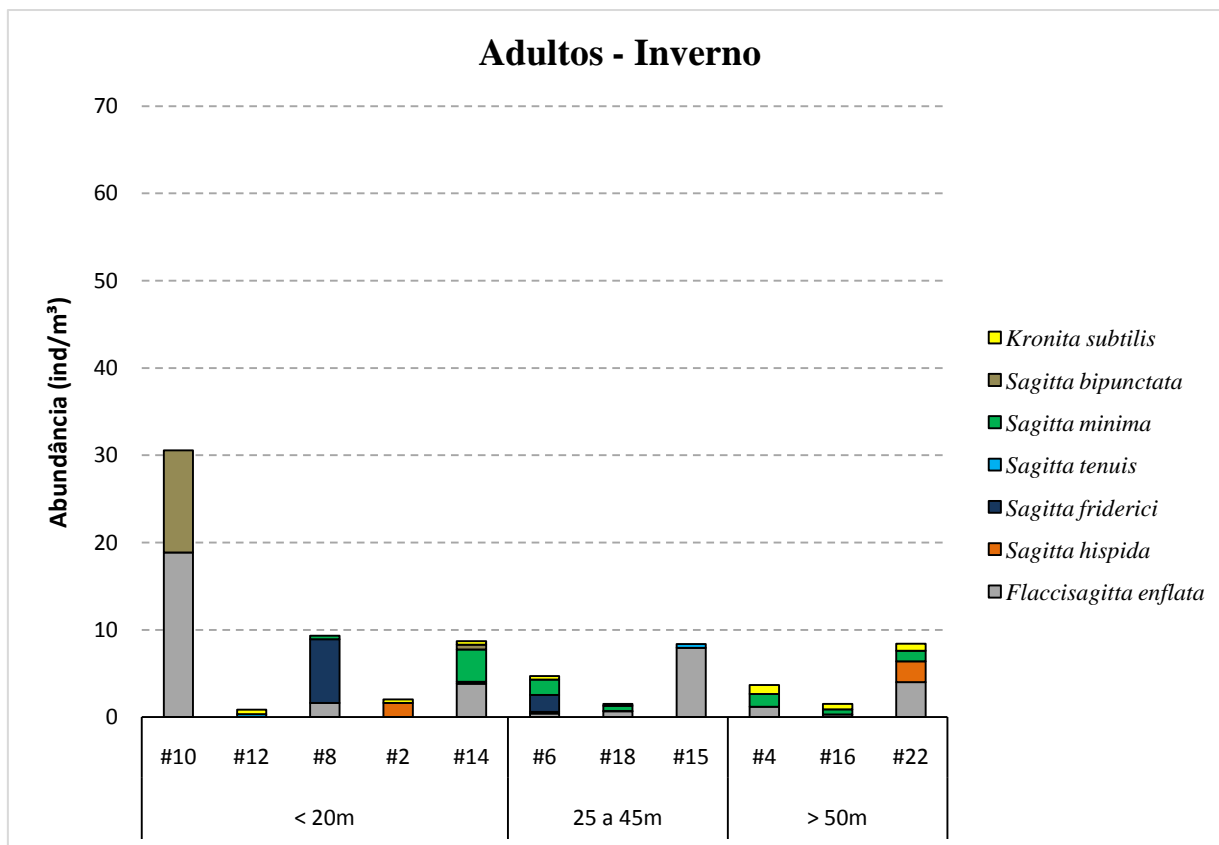


Figura 7: Abundância total (ind/ m³) das espécies de Chaetognatha no estágio adulto no verão e inverno de 2014 no entorno da REBIO do Arvoredo.

Analisando a composição das espécies excluindo *Sagitta spp.* e N/ID, o verão e o inverno tiveram abundância média similar (Tab. 5). As espécies mais abundantes na área foram *F. enflata* e *F. hispida*, assim como registrado em Becker et al. (2018) e Liang e Vega-Pérez (1994), *F. enflata* é abundante em águas costeiras e de plataforma no Atlântico Sul ocidental (Almeida-Prado, 1961) e apresentou dominância também de 60% em Ubatuba (Liang e Vega-Pérez, 1994). As espécies exclusivas do inverno ocorreram em toda a região (alta FO) apesar da baixa abundância (Tab. 5).

A abundância de espécies de chaetognatos está relacionada à presença do alimento, sendo coletados em áreas ricas em suas presas, os copépodes (Edmunds et al., 1983; Liang e Vega-Pérez, 1994). Apesar de não ter tido uma correlação significativa entre chaetognatos e copépodes (Tab. 3), nas amostras do verão e do inverno, os chaetognatos foram coletados em estações muito ricas em copépodes assim como em Vega-Pérez (1993) e Liang e Vega-Pérez (1994).

Tabela 5: Abundância média (ind./ m³) de Chaetognatha no entorno da REBIO Arvoredo em 2014. AR (%) = Abundância Relativa; FO (%) = Frequência de Ocorrência.

Chaetognatha	Verão 2014				Inverno 2014			
	Abundância média (ind/m ³)	Desvio padrão	AR (%)	FO (%)	Abundância média (ind/m ³)	Desvio padrão	AR (%)	FO (%)
<i>Flaccisagitta enflata</i>	5.13	14.83	32.43	72.73	9.89	8.24	60.18	90.91
<i>Sagitta hispida</i>	8.07	9.76	51.05	63.64	0.88	1.59	5.33	63.64
<i>Sagitta friderici</i>	2.30	4.61	14.54	63.64	2.68	6.03	16.29	18.18
<i>Sagitta Tenuis</i>	0.31	0.99	1.97	18.18	0.07	0.15	0.42	18.18
<i>Sagitta minima</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.23	1.36	7.47	63.64
<i>Sagitta bipunctata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.26	4.01	7.67	18.18
<i>Kronita subtilis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.41	2.66	72.73
total	15.81	22.57	100.00	-	16.43	12.08	100.00	-

A análise nMDS reforça a sazonalidade na composição dos quetonatos no verão e inverno (Fig.8). Os juvenis, *Sagitta spp.* e N/ID caracterizam o verão, o inverno tem maior número de espécies em toda a área. A ocorrência das fases de adulto e juvenil de cada espécie em geral está acoplada. O verão é marcado pela dominância de *S. friderici* na costa (#10, #11, #02, #08) e *F. hispida* em direção à plataforma rasa (da #14 a #22). No inverno *F. enflata* é dominante em toda a região, sendo mais importante na costa (#10), com diversidade de espécies em direção a plataforma rasa.

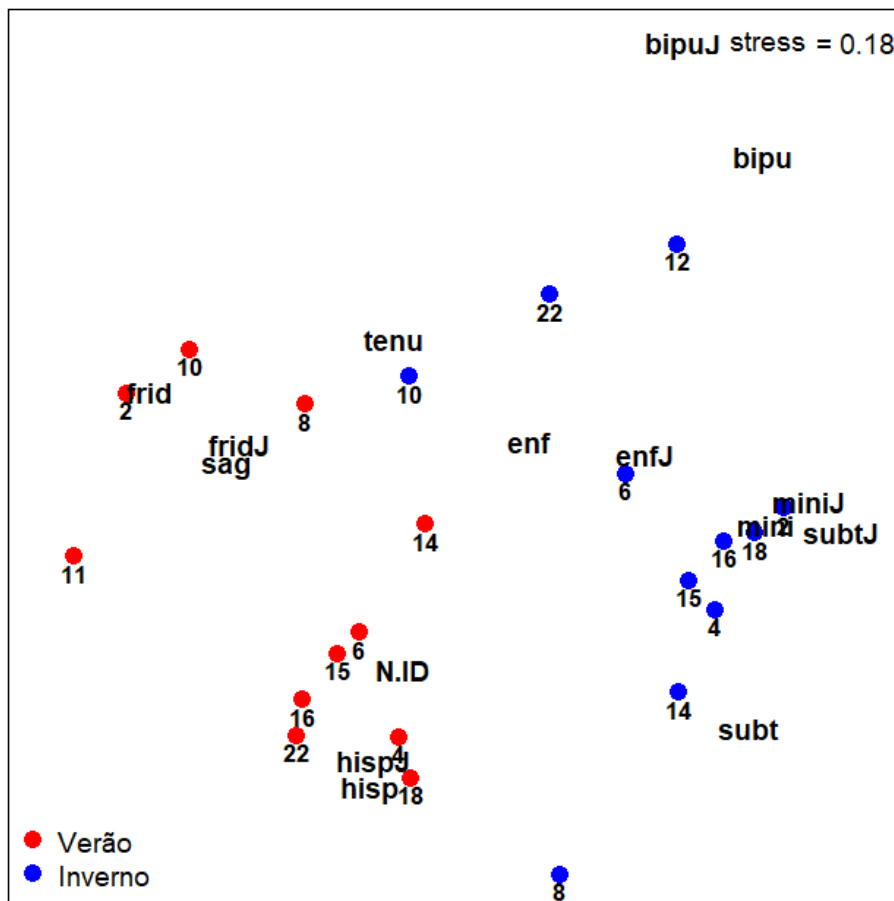
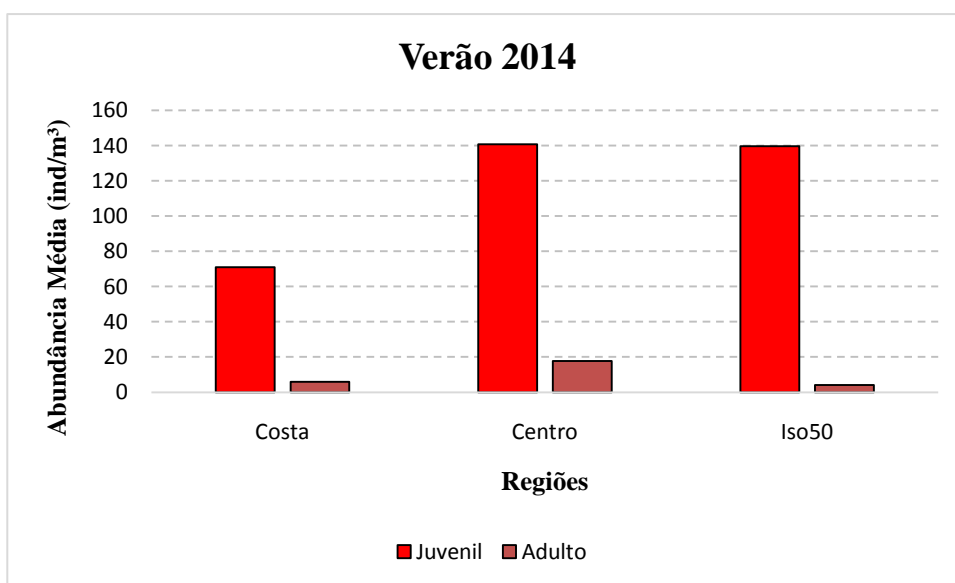


Figura 8: Resultado do Escalonamento Multidimensional não-Métrico (nMDS) utilizando os estágios juvenil e adulto dos espécimes de quetognatos para verificar similaridade entre as estações oceanográficas, no verão e inverno de 2014. enf: *F. enflata* adulto; hisp: *F. hispida* adulto; frid: *S. friderici* adulto; tenu: *S. tenuis* adulto; bipu: *S. bipunctata* adulto; mini: *M. minima* adulto; subt: *K. subtilis* adulto; sag: *Sagitta* spp.; N.ID: juvenis não identificados. Todos com a letra J são os estágios juvenis de cada espécie.

Assim como ocorre com os quetognatos e os grupos do plâncton em geral no presente trabalho, Agnelli (2016) observou na REBIO em 2014, que a comunidade de copépodes tem maior abundância no verão e maior diversidade de espécies no inverno. O verão é dividido em três regiões e o inverno mais homogêneo. Portanto, sugere-se que isto ocorre, uma vez que a estrutura trófica do plâncton é determinada principalmente pela hidrodinâmica e as características nutricionais da coluna de água (Guenther et al., 2008). E as influências locais do clima e fenômenos oceanográficos regionais são os principais determinantes das variações sazonais da comunidade zooplanctônica nas regiões tropicais e subtropicais (Nybakken e Bertness, 2005).

Uma vez que copépodes representa 90% do zooplâncton e tem uma grande importância na cadeia alimentar, é possível que algumas espécies de copépodes sejam espécies-chave na comunidade zooplanctonica. Espécies-chave desempenham um controle nas cadeias, ou seja, ao variarem ocasionam alterações em seus predadores e presas (Hunt e McKinnell, 2006). Trabalhos futuros podem verificar se algumas espécies de copépodes controlam a abundância de outros grupos zooplanctônicos.

Os resultados de biometria e biomassa foram analisados em relação à variação costa-plataforma rasa. Para facilitar a comparação com distribuição de adultos e juvenis, foram construídos histogramas de abundância por sub-região a partir dos resultados da identificação dos quetognatos no microscópio (Fig. 9). As estações foram divididas por sua profundidade local, mas devido às singularidades dos resultados na #14, ela foi agrupada na parte central. Além dos resultados comuns às Fig. 6 e 7 (maior abundância no verão, abundância semelhante de adultos e dominância de juvenis), a Fig. 9 mostra o aumento dos juvenis em direção à plataforma no verão e inverno.



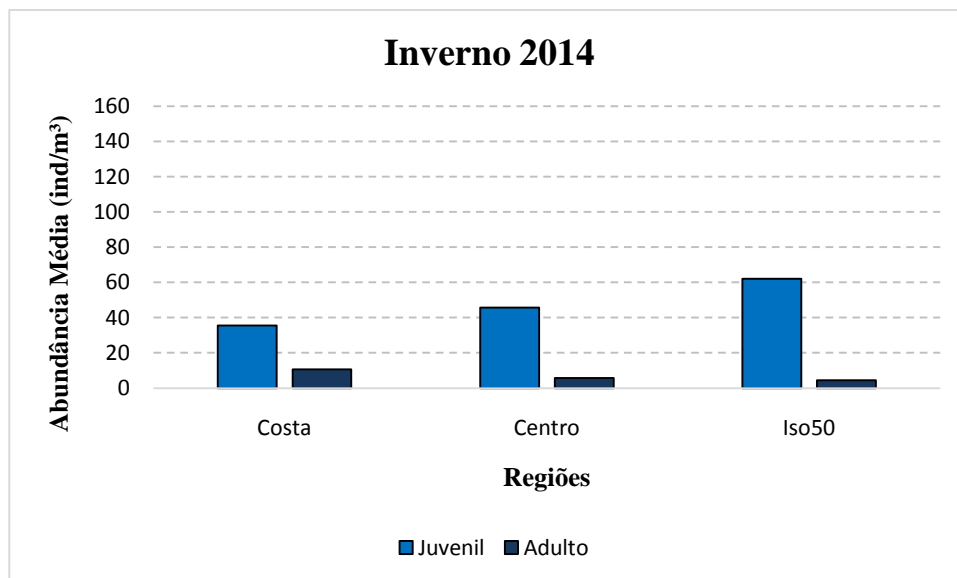


Figura 9: Abundância média das sub-regiões, costa (#10, #11 e #12, #08, #02) centro (#14, #06, #18, #15) e Iso50 (#04, #16, #22) do verão e inverno de 2014 no entorno da REBIO do Arvoredo.

A análise da biometria dos quetonatos indicou que a classe de tamanho mais frequente foi de 2 a 4 mm, sendo em média 409 ind/m³ no verão e 103 ind/m³ no inverno. Esta faixa de tamanho caracteriza os juvenis, conforme indicado pela identificação. Entre os adultos, a classe mais frequente foi de 8 a 12 mm, sendo os maiores indivíduos pertencentes a *F. enflata* (de 14 a 18 mm). O comprimento obtido para cada espécie foi semelhante a Almeida-Prado (1961), McLelland (1989) e Casanova (1999). A variação nas classes de tamanho nas sub-regiões (Fig. 10 a 12) está relacionada à abundância de juvenis no verão e ao número maior de espécies no inverno.

A costa teve mais variação de tamanho no inverno do que no verão, com indivíduos menores em maioria no verão (Fig. 10). A #10 apresentou a maior diferença sazonal, com muitos indivíduos pequenos no verão e quetonatos grandes (adultos) como maioria no inverno. Na #02 no verão ocorrem adultos de *S. friderici* de 6 a 8 mm, sendo substituídos por adultos de *F. hispida* 8 a 10 mm no inverno.

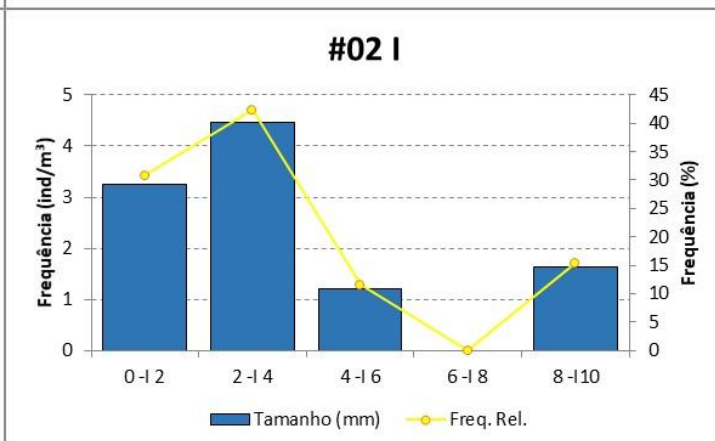
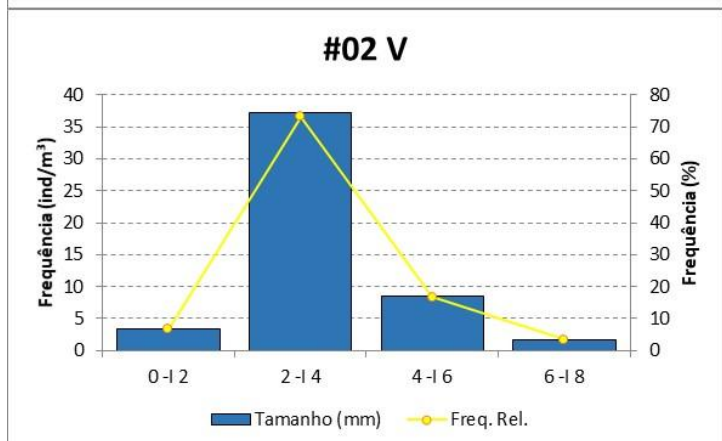
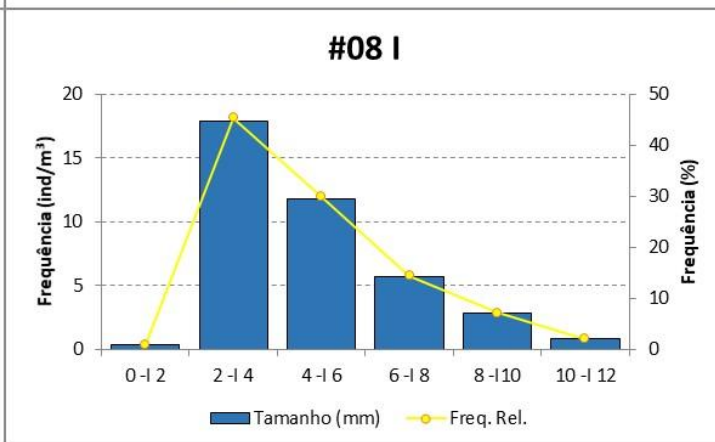
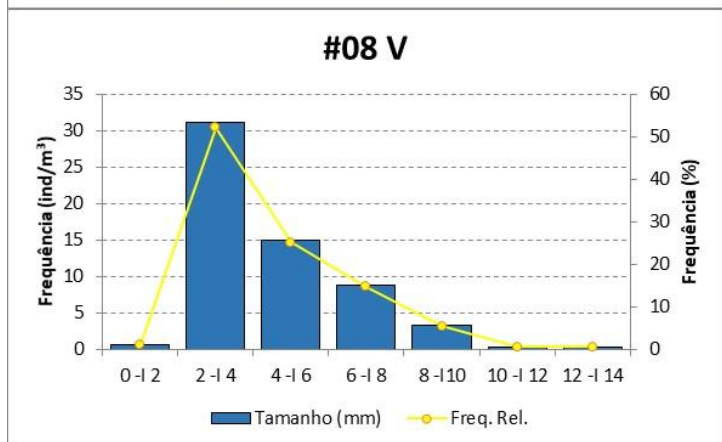
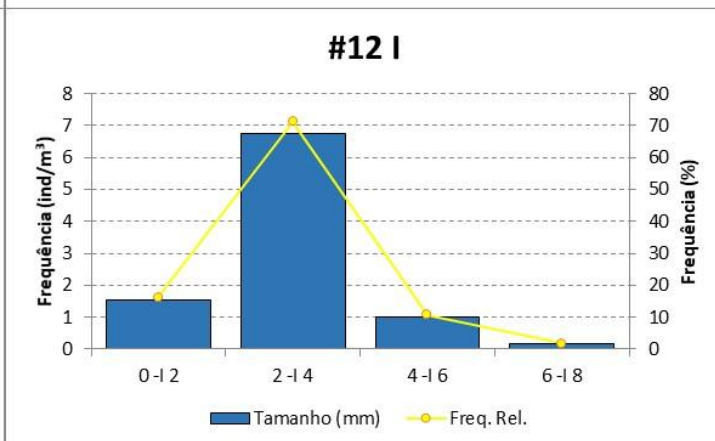
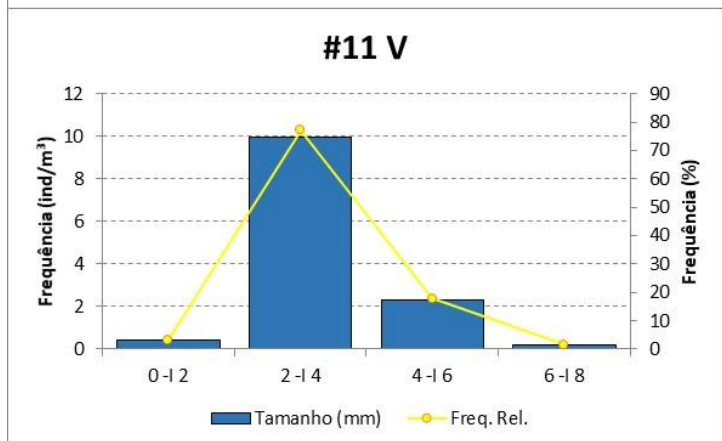
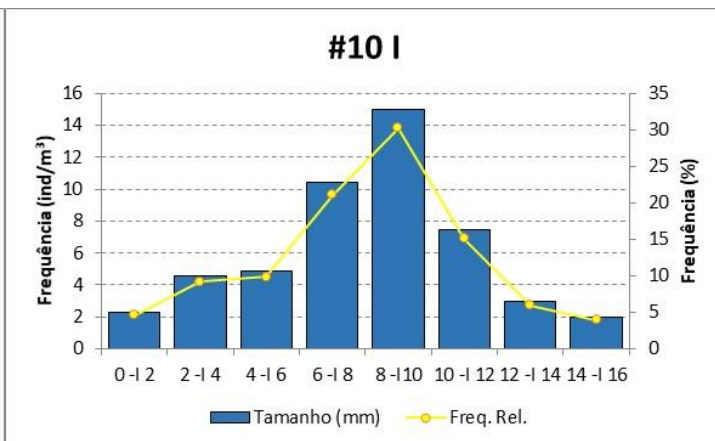
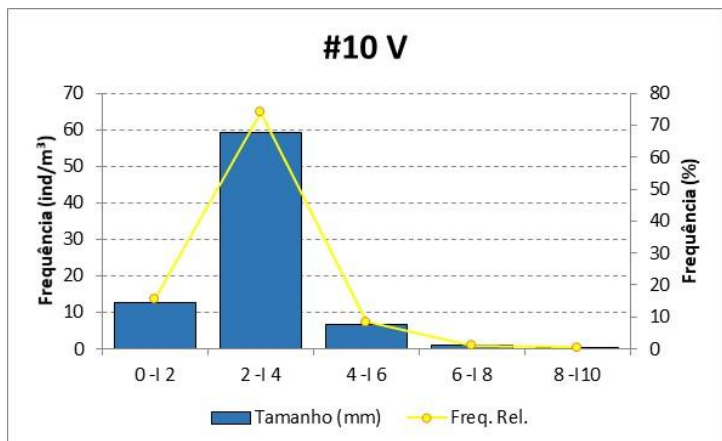


Figura 10: Distribuição de frequência do comprimento dos quetognatos (mm/m³) na costa (#10, #11, #12, #08 e #02), durante o verão e o inverno de 2014. V: verão; I: inverno. Observem as diferenças entre as escalas.

A região central (Fig. 11) tem uma tendência a concentrar quetognatos em classes de maior tamanho que a costa, atingindo dimensões maiores em quase todas as estações. *F. hispida* e *F. enflata* com 12 e 18 mm estão presentes na #14 no verão, enquanto *M. minima*, *S. bipunctata* e *F. enflata* são os maiores indivíduos do inverno. A grande diferença sazonal na biometria da #15 corresponde a presença de juvenis de *Sagitta spp.* no verão, para juvenis e adultos *F. enflata* no inverno.

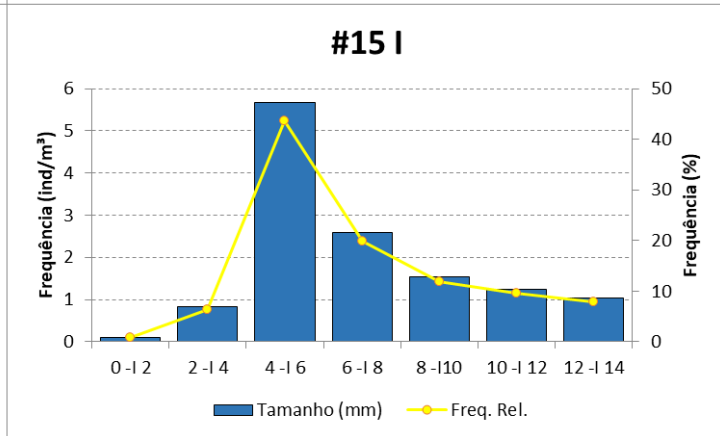
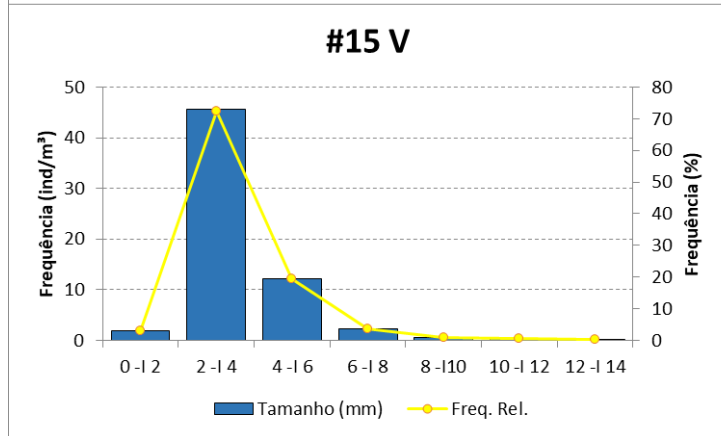
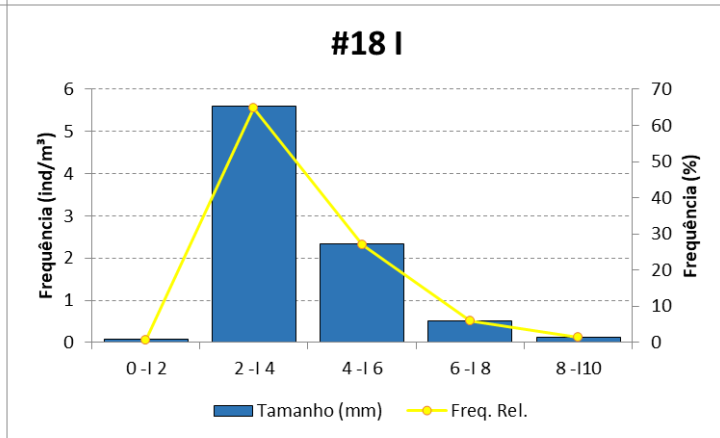
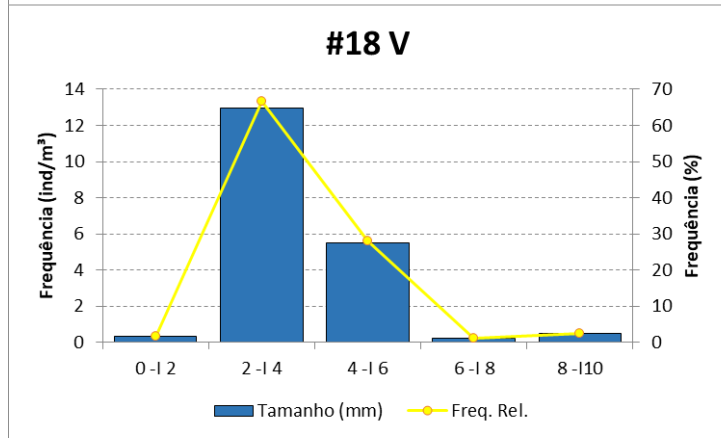
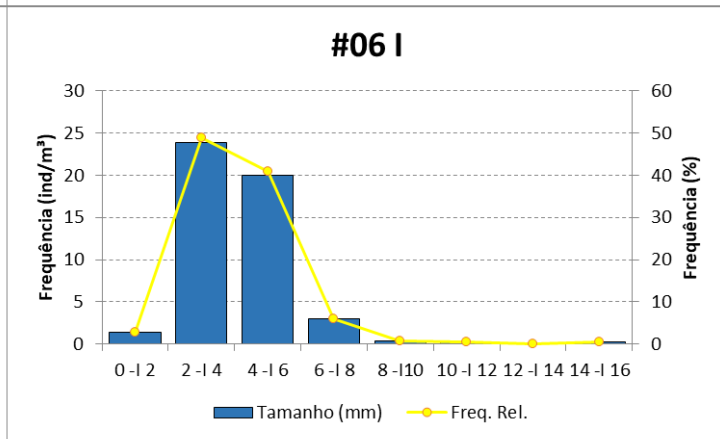
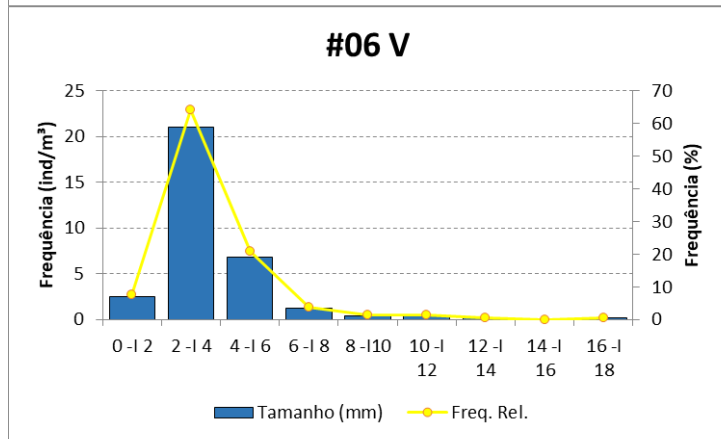
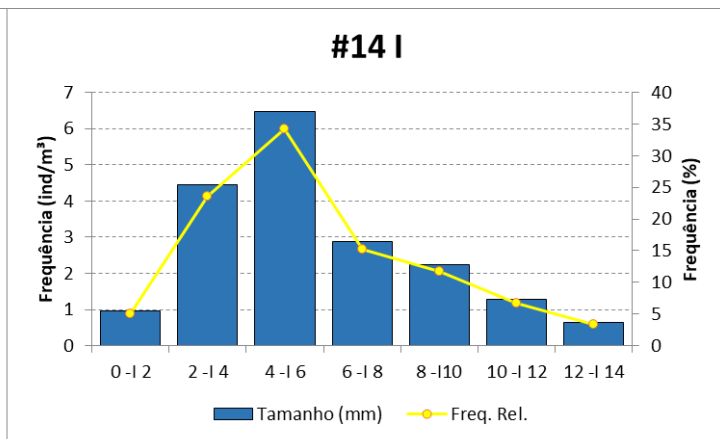
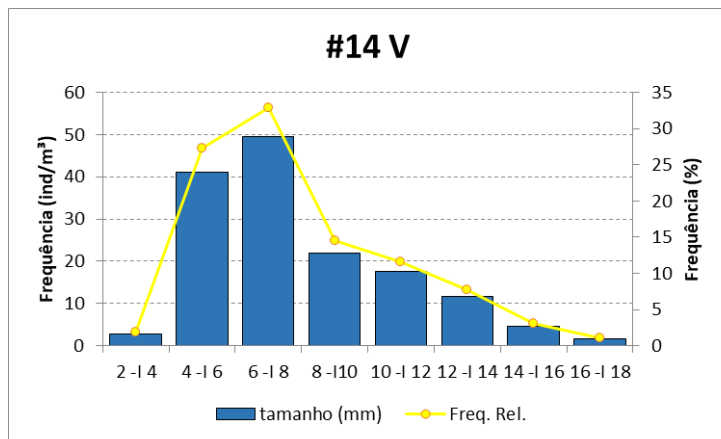


Figura 11: Distribuição de frequência do comprimento dos quetognatos (mm/m³) no centro (#14, #06, #18 e #15), durante o verão e o inverno de 2014. V: verão; I: inverno. Observem as diferenças entre as escalas.

Na isóbata de 50 m (Iso50) há uma tendência a indivíduos pequenos dominarem a área, havendo grande variação de tamanho, com exceção para a estação #4 no verão. Na #04 ocorreram picos de adultos de *F. hispida* (10 a 12 mm) e *F. enflata*, (12 e 16 mm). Na #16 e #22 as classes maiores se revezam entre adultos de *F. hispida* e *F. enflata* no verão e adultos de *M. minima*, *K. subtilis* e *F. enflata* no inverno.

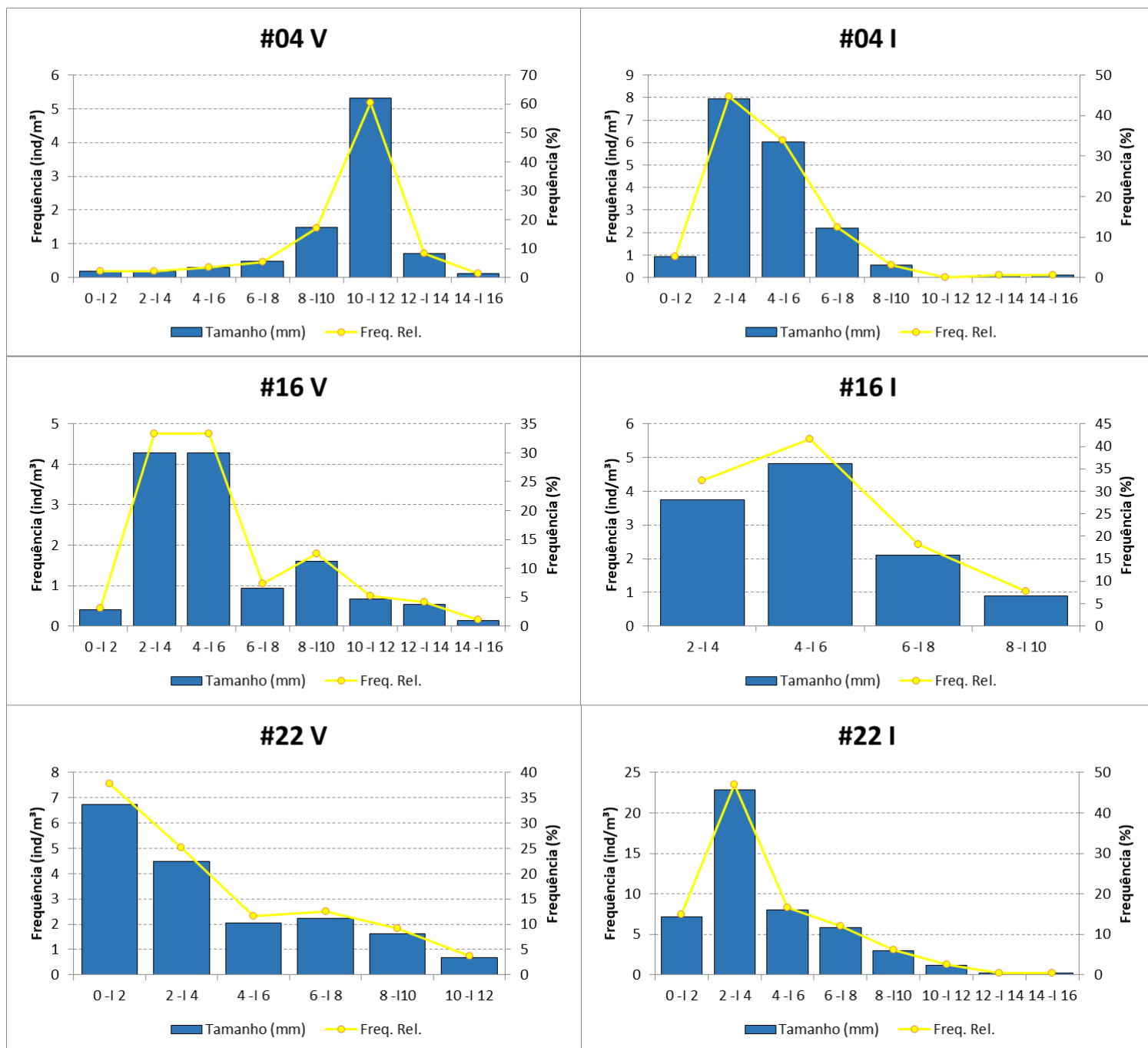


Figura 12: Distribuição de frequência do comprimento dos quetognatos (mm/m³) na Iso50 (#04, #16 e #22), durante o verão e o inverno de 2014. V: verão; I: inverno. Observem as diferenças entre as escalas.

Segundo Liang e Vega-Pérez (1994), a variação de comprimento dos quetognatos é relacionada há muito tempo com a temperatura das águas onde eles se desenvolvem, sendo que os de águas mais frias são maiores que os de águas mais quentes. Assim como seus resultados em Ubatuba, os resultados no entorno da REBIO Arvoredo mostram a tendência de quetognatos maiores no inverno. No presente trabalho, *F. hispida* foi a espécie com maior variação no comprimento total, sendo que os indivíduos maiores foram encontrados no verão e os menores no inverno. No caso dessa espécie, estudos em laboratório constataram indivíduos maiores associados a águas mais quentes (Alvariño, 1992).

A comparação entre a biomassa média e a abundância de *F. hispida* e *F. enflata* (Fig. 13), mostra como estudos de biomassa podem acrescentar novas interpretações ao funcionamento do ecossistema pelágico. Observa-se que a variabilidade da biomassa é menor do que da abundância, mostrando um maior equilíbrio sazonal. No inverno de 2014, apesar da abundância baixa de *F. hispida*, havia indivíduos muito grandes (Fig. 10 e 11), determinando uma biomassa muito alta na costa e média nas outras áreas. Nesse inverno, houve também maior riqueza de copépodes, ocorrência de copépodes de maior tamanho e com comportamento ativo de natação e predação, plâncton heterotrófico de maior tamanho, caracterizando uma cadeia de herbívoros (Menezes et al., 2018 b). A alta biomassa de *F. hispida* pode estar acoplada a essa mudança na composição de copépodes no inverno. No verão, *F. enflata* apresentou biomassa similar em toda área, apesar da elevada concentração de adultos de tamanho médio apenas na estação 14. A biomassa elevada na costa pode estar relacionada a indivíduos grandes presentes devido às concentrações muito elevadas de copépodes na estação 10. Já a alta abundância na estação 14 em 2014, co-ocorreu com a única situação onde copépodes onívoros (*Euterpina acutifrons*) e indicadores de ressurgência (*Ctenocalanus vanus*) foram relevantes em (Menezes et al., 2018 b). Melo (2015) calculou a biomassa para *S. serratodentata* e *F. hexaptera*, espécies mais abundantes no Arquipélago de Fernando de Noronha, encontrando valores uma ordem de grandeza inferior ao presente trabalho. Esse resultado justifica-se devido à natureza oceânica da amostragem, com menor quantidade de indivíduos, em relação à região costeira da REBIO Arvoredo.

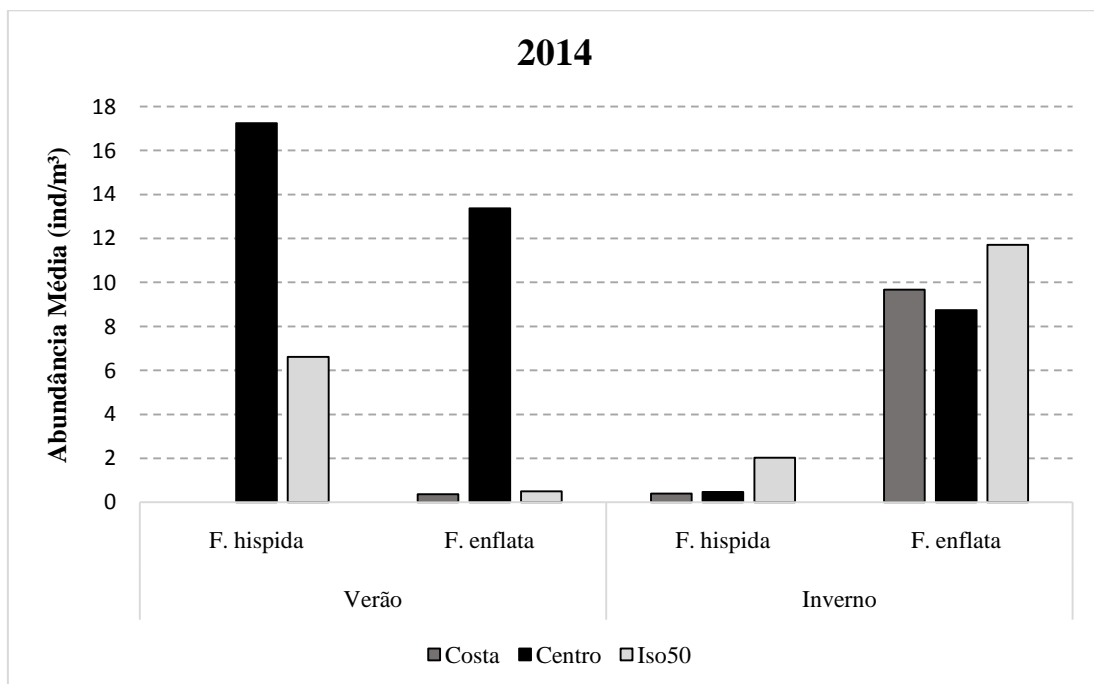
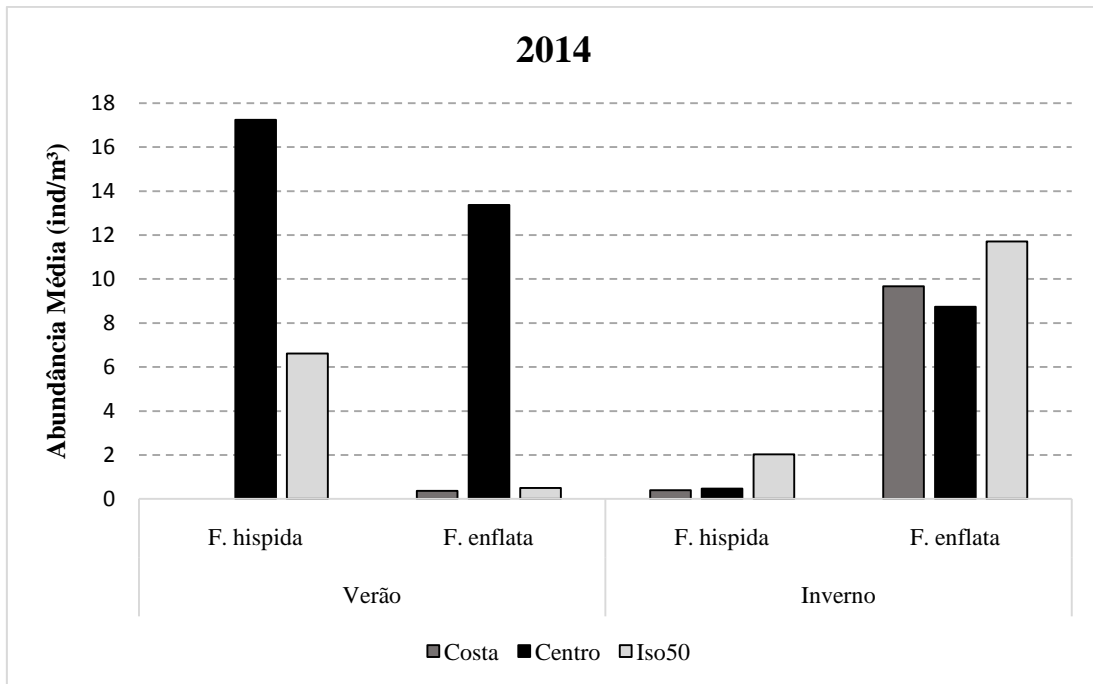


Figura 13: Biomassa média (mg/m³) e abundância média (ind/m³) de *F. enflata* e *F. hispida*, as duas espécies mais abundantes no entorno da REBIO Arvoredo em 2014.

A massa d'água associada as maiores concentrações de assembleias de Quetonatos no verão e no inverno, foi a ASTP (Figuras 14 e 15). As 7 espécies identificadas se distribuíram nesta massa d'água, sendo que sofre influência da AT e da ACAS no verão (Fig. 14 de A à D) e da PRT, CN e APP no inverno (Fig. 15 de A à C). A variação sazonal das espécies na região foi associada às massas d'água também em Liang e Vega-Pérez (1994).

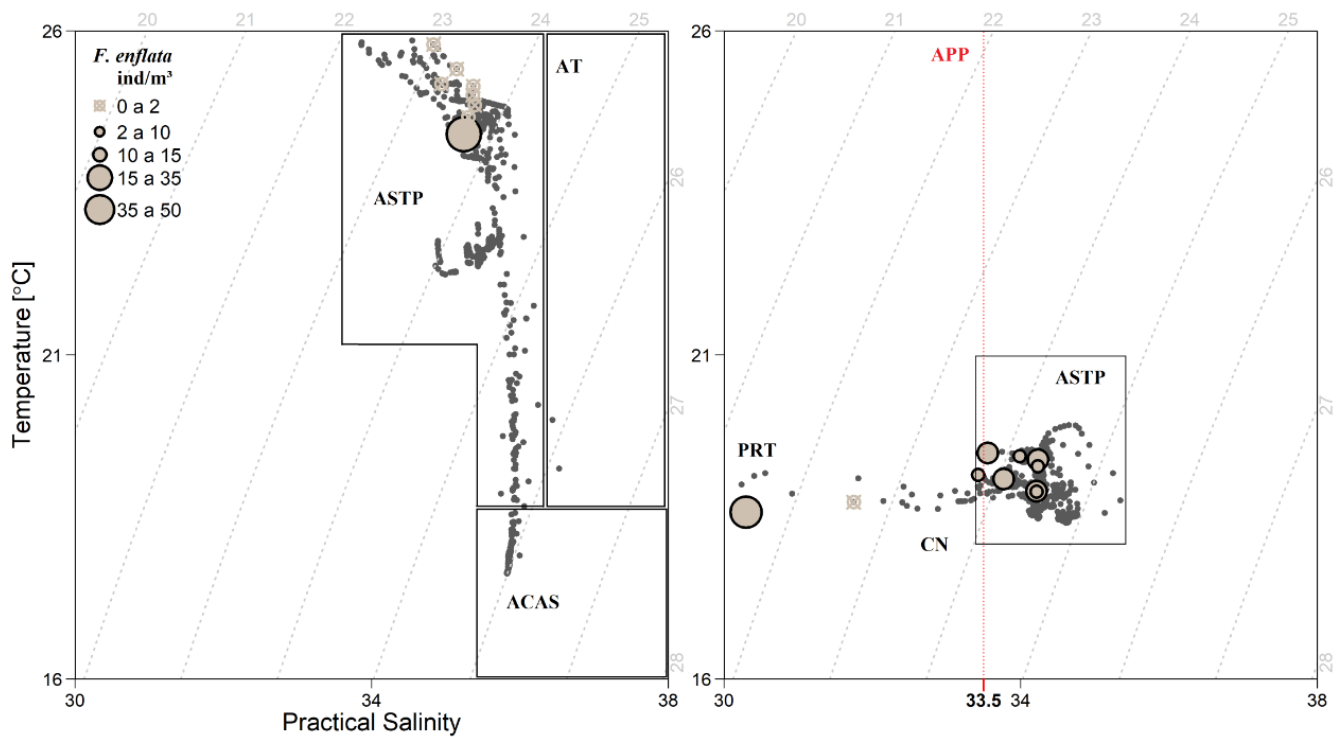
F. enflata ocorreu em toda a área, tendo um máximo na desembocadura do RT no inverno. Segundo Almeida-Prado (1961), esta espécie parece suportar grande variação de temperatura entre 18°C e 27°C, tendo uma preferência por águas entre 18°C e 21°C, o que pode explicar sua ocorrência no presente trabalho. No verão, as duas espécies mais abundantes (*F. enflata* e *F. hispida*) ocorreram na ASTP (Fig. 14A e B), mas *F. enflata* ocorreu em salinidade mais baixa, sugerindo a sua substituição por *F. hispida* em direção a plataforma. A alternância de dominância entre estas espécies no gradiente costa-plataforma em Santa Catarina foi registrada também em Becker et al. (2018). Estas espécies ocorrem nas águas quentes da AT e a ASTP (Casanova, 1999; Becker et al., 2018). *F. hispida* ocorre em maior quantidade no verão (Fig. 14B), devido a afinidade com águas quentes e salinas (Resgalla Jr. et al., 2008).

No verão, *S. friderici* e *S. tenuis*, foram dominantes na costa, onde a ASTP sofre influência de aportes continentais, vindos da PRT e da CN (Fig. 14C e D). *S. friderici*, é uma espécie costeira comum considerada como um indicador de águas de baixa salinidade (Liang et al., 2003). No presente trabalho, assim como em Liang e Vega-Pérez (2002), ambas as espécies mostraram mesmo padrão de distribuição, apesar das autoras afirmarem que *S. tenuis* ter sido associada com maior salinidade. Boltovskoy (1975b) considera estas espécies como sinónimas e Casanova (1999) considera isto eventualmente incorreto.

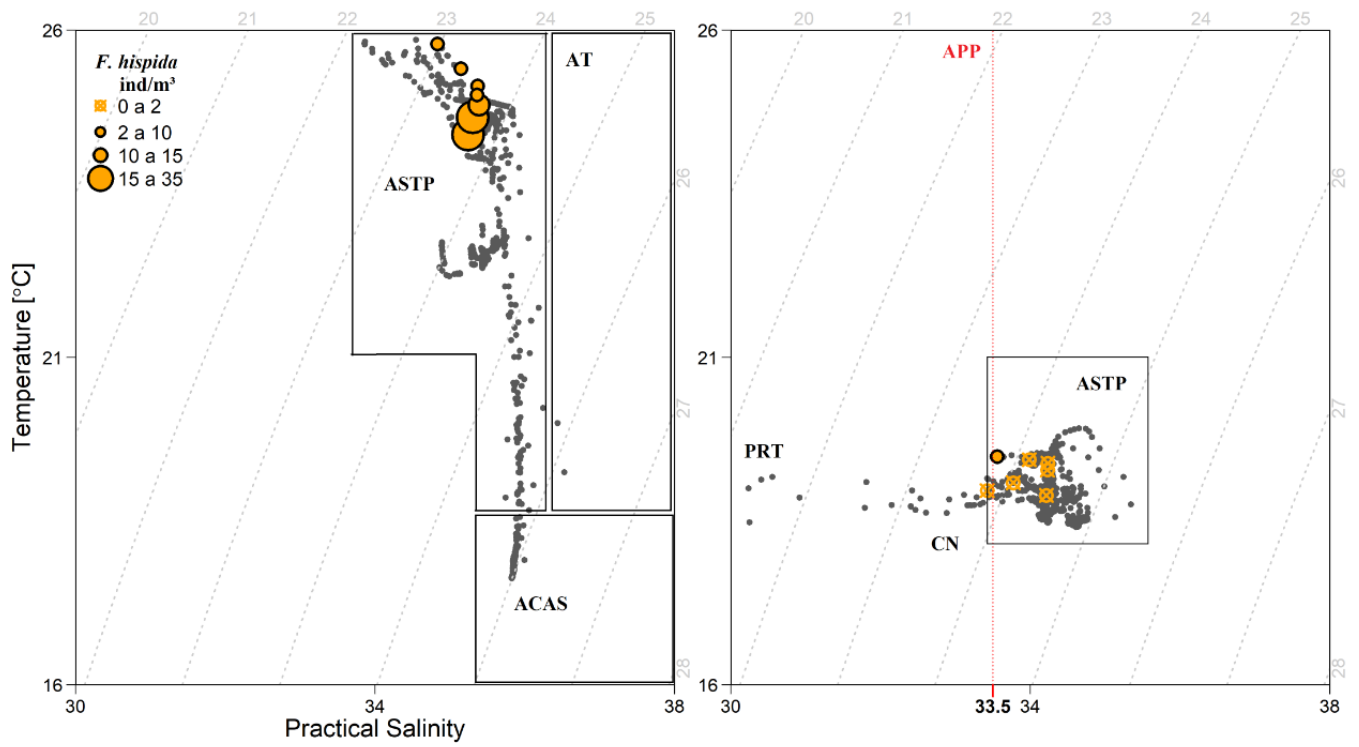
O inverno, com as águas mais frias da ASTP, permitiu a ocorrência de espécies indicadoras de águas subtropicais com *S. bipunctata*, *M. minima* e *K. subtilis*, r (Casanova, 1999). *S. bipunctata* ocorreu também em Ubatuba (Liang e Vega-Pérez, 1994) e São Sebastião (Liang e Vega-Pérez, 2002) apesar de ser considerada uma espécie oceânica por Pierce (1953) e McLelland (1984). *M. minima* foi registrada também em torno de 20 ° C (Fig. 15B) durante o inverno (Liang & Vega-Pérez, 1994), sendo uma espécie oceânica de águas mais frias e maior salinidade (Grant, 1991). A

ocorrência de *K. subtilis* nas águas frias do inverno (Fig. 15C), apesar de ser incomum em águas costeiras (McLelland, 1989), pode ser reflexo do enriquecimento da região pela expansão da APP. Casanova (1999) cita *K. subtilis* como indicador de ressurgência, mostrando sua afinidade por áreas ricas em nutrientes.

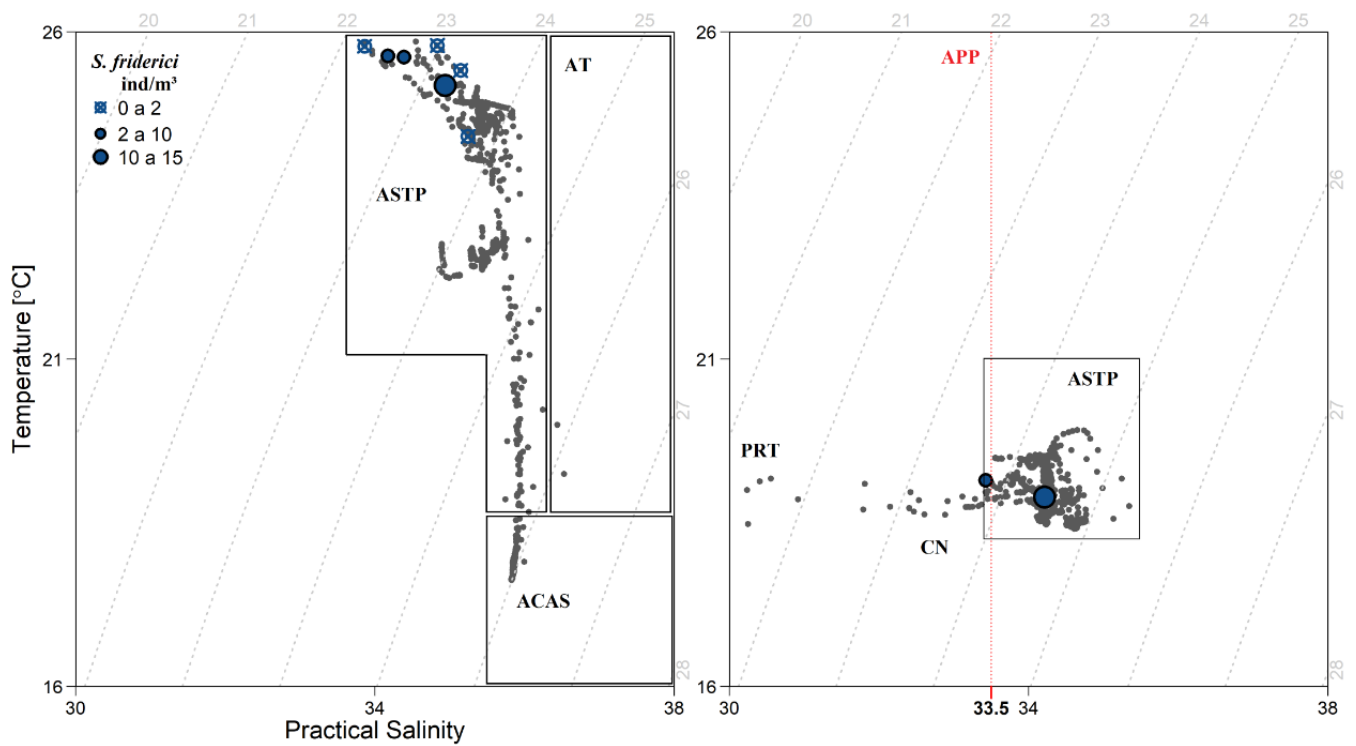
A)



B)



C)



D)

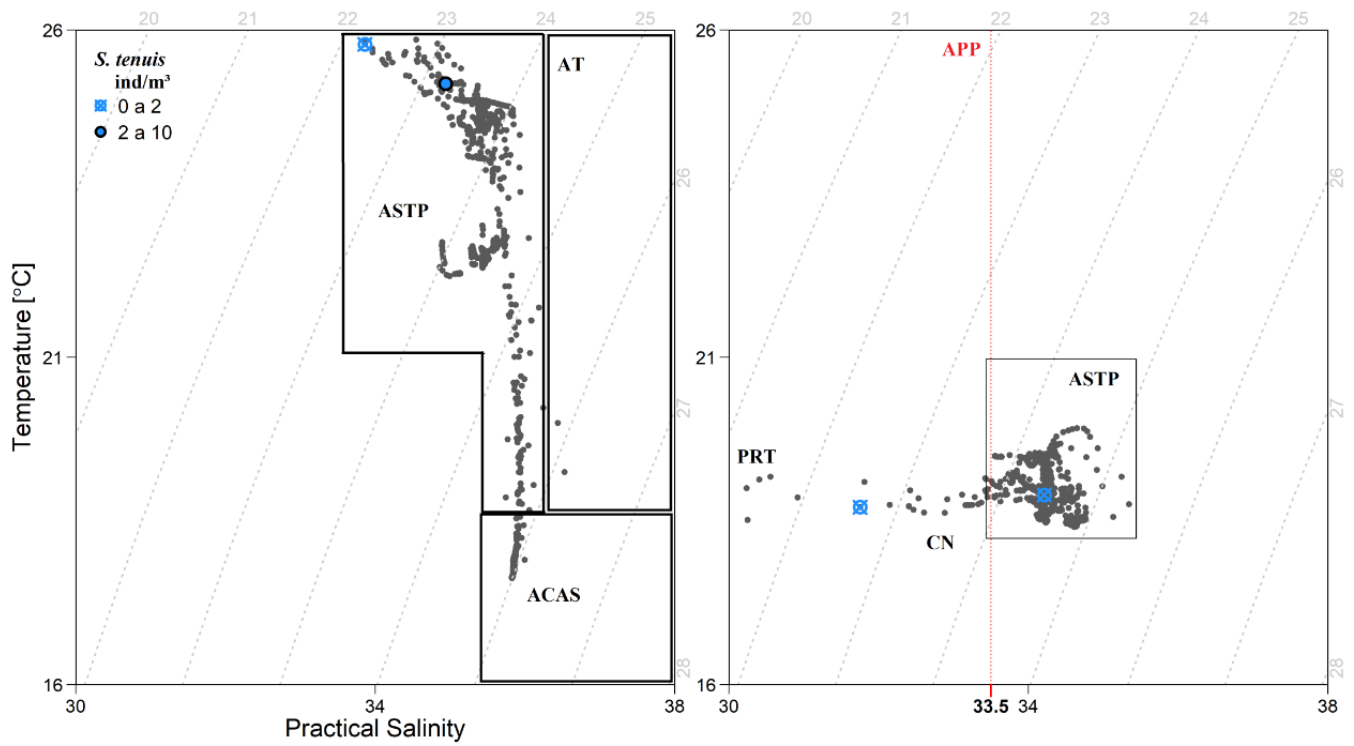
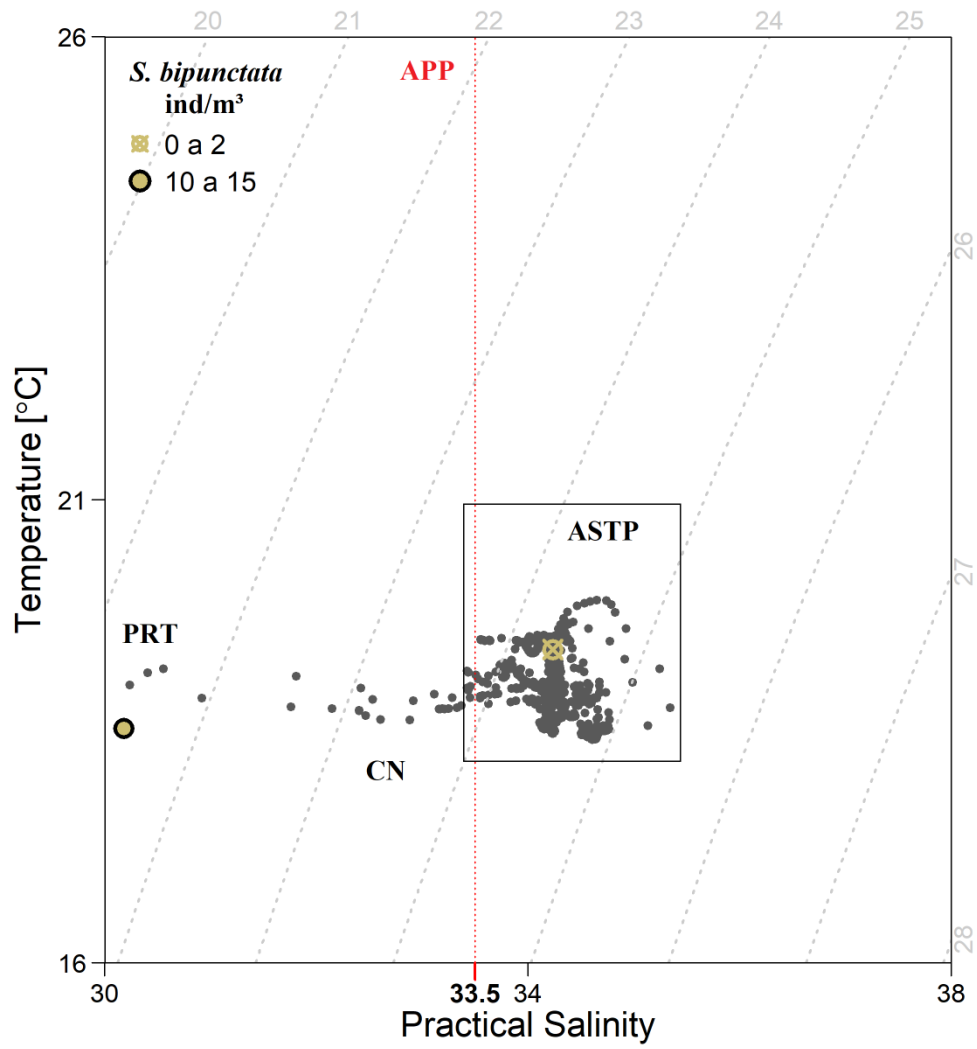
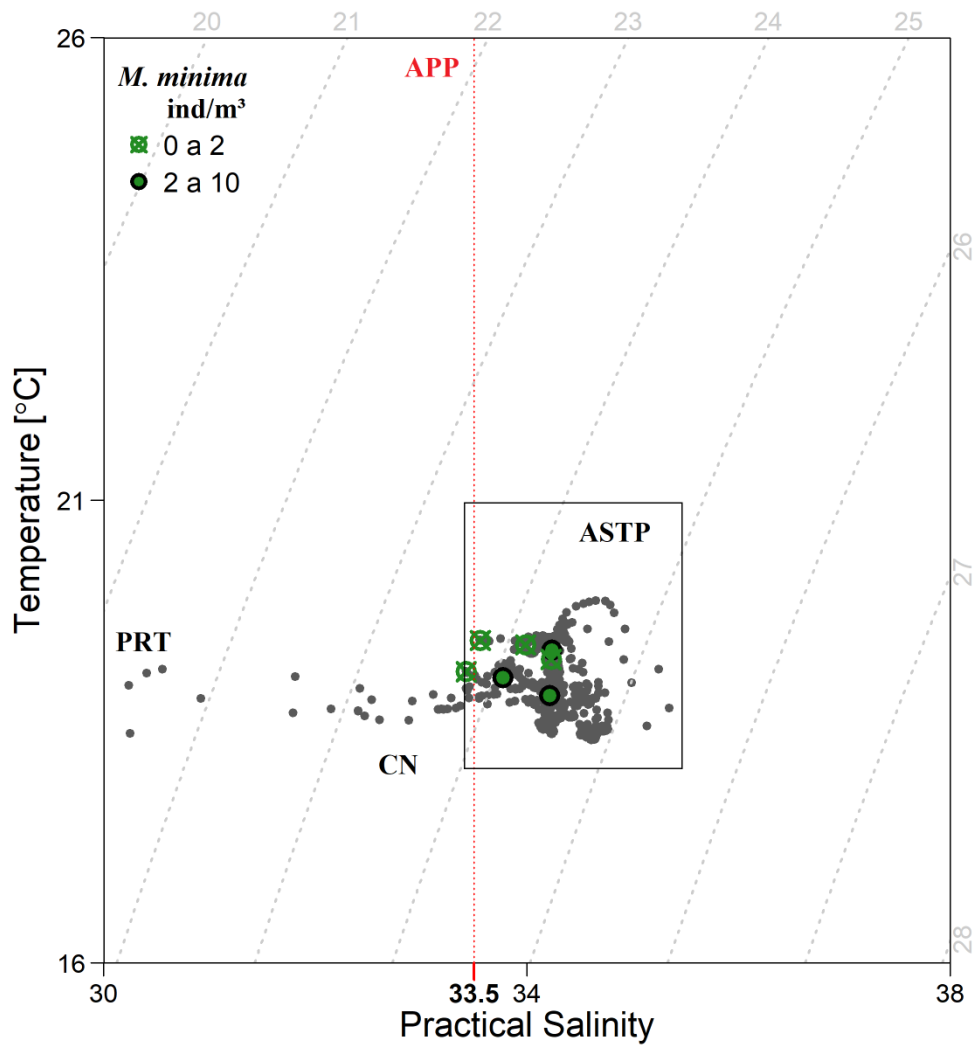


Figura 14: Abundância de a) *F. enflata*, b) *F. hipida*, c) *S. friderici* e d) *S. tenuis* relação as massas d'água durante o verão e o inverno, respectivamente.

A)



B)



C)

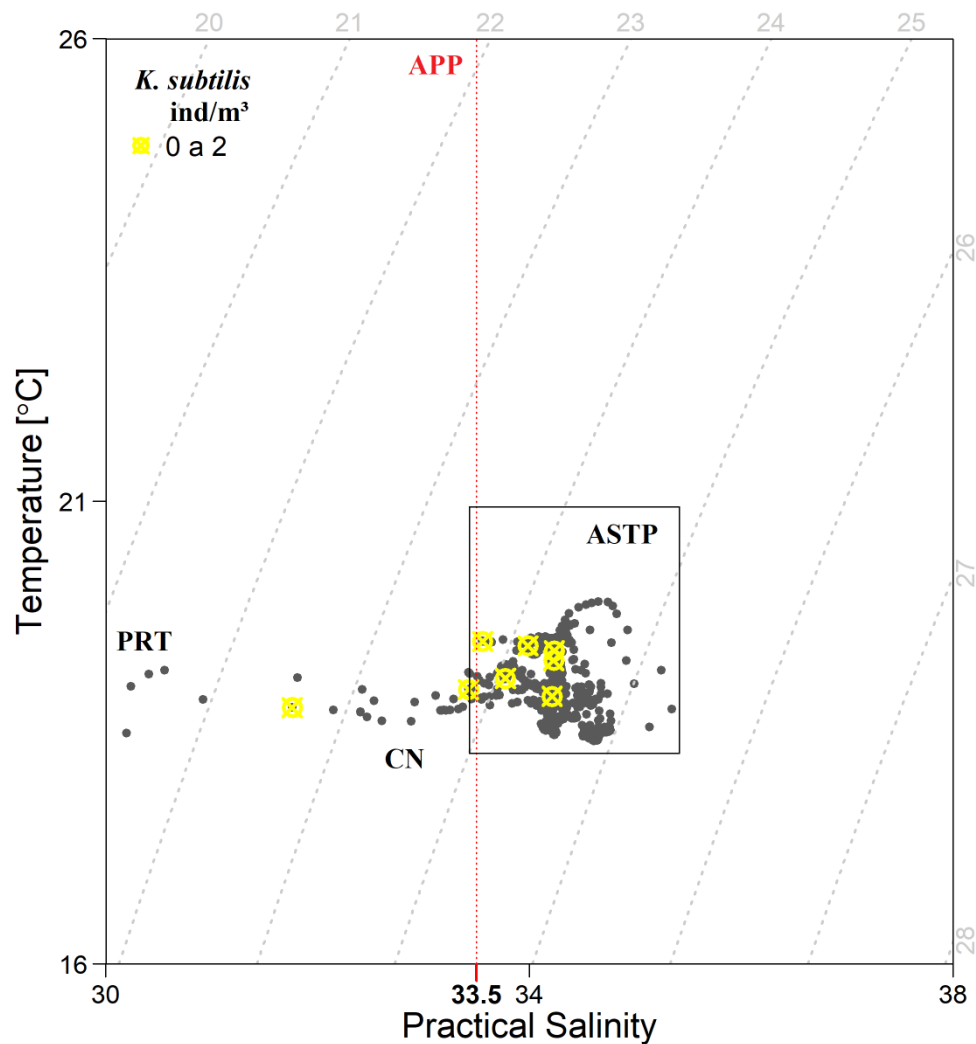


Figura 15: Abundância de a) *S. bipunctata*, b) *M. minima* e c) *K. subtilis* em relação as massas d'água do inverno.

4. CONCLUSÃO

O ambiente oceanográfico no entorno da REBIO do Arvoredo, ao largo da costa central de Santa Catarina apresentou grande variabilidade entre o verão e inverno. O verão caracterizou-se pela heterogeneidade espacial, onde elevadas concentrações de copépodes indicaram a influência de águas estuarinas da pluma do Rio Tijucas, a alta

contribuição de quetognatos carnívoros caracterizou a mistura de águas continentais e tropicais (ASTP), e a alta contribuição de larváceos detritívoros caracterizou águas de plataforma (ASTP) influenciadas por intrusões de água frias (ACAS). No inverno, a homogeneidade da coluna d'água, fria e pouco salina, determinou a uniformidade espacial da contribuição de copépodes, quetognatos, larváceos e cladóceros. Concentrações pontuais elevadas de larváceos, associados aos máximos de silicatos e clorofila, sugerem influência do aporte continental local e de regiões distantes como a pluma do Rio da Prata (APP). A variabilidade das espécies de quetognatos também está associada a dinâmica das massas d'água, com a ASTP apresentando mudanças de temperatura, diferentes aportes continentais e intrusões de águas frias do verão para o inverno, resultando em um verão com maior abundância (ind/m³) e um inverno com maior número de espécies. A alta quantidade de quetognatos juvenis, indica a reprodução contínua tanto no verão como no inverno. *Flaccisagitta enflata* e *Ferosagitta hispida*, foram as mais abundantes em 2014. No verão, *F. enflata* apresentou alta biomassa em toda área. A alta biomassa de *F.hispida* pode estar acoplada a uma mudança na composição de copépodes no inverno. Os resultados sugerem que em direção à plataforma, as cadeias alimentares podem estar sendo controladas pelos grandes carnívoros (quetognatos) no verão e estarem baseadas predominantemente em detritívoros (cladóceros) no inverno. A variabilidade na abundância, composição e distribuição espacial do zooplâncton entre o verão e o inverno afetam diretamente as cadeias alimentares da região, modificando também a ocorrência de organismos nos níveis tróficos superiores e assim a dinâmica da rica diversidade marinha da REBIO do Arvoredo.

5. REFERÊNCIAS

Agnelli, Flora Balcão (2016). Variação Espacial da Comunidade de Copépodes (Crustacea) na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (REBIO Arvoredo) e Entorno. 2016. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Alvariño, A. (1969). Los quetognatos del Atlántico: distribución y notas esenciales de sistemática. Trab. Inst. esp. Oceanogr, (37):1-290.

Alvarino, A. (1992). 22. Chaetognatha. Reproductive Biology of Invertebrates: V: Sexual Differentiation and Behaviour, 425-470.

Almeida-Prado, M.S. (1961). Chaetognatha encontrados em águas brasileiras. Boletim do Instituto Oceanográfico, 11(2), pp.31-55.

Almeida-Prado, M.S (1961). Distribuição dos Chaetognatha no Atlântico Sul Ocidental. Boletim do Instituto Oceanográfico, 11(4), pp.15-49.

Beccara, Renaly (2017). Variação Espaço-Temporal do Ictioplâncton na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e Entorno, Santa Catarina, Brasil. 2017. 86 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Becker et al. (2018). Mesozooplankton distribution, especially copepods, according to water masses dynamics in the upper layer of the Southwestern Atlantic shelf (26°S to 29°S). Continental Shelf Research, 166, pp.10-21.

Benfield et al. (2007) RAPID Research on Automated Plankton Identification. Oceanography, 20, 172–187.

Berasategui et al. (2006). Copepod assemblages in a highly complex hydrographic region. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 66(3-4), pp.483-492.

Boltovskoy, D. (1981b). Pteropoda and Chaetognatha identified in a plankton collection from the South Western Atlantic Ocean. Physis 39(97):1-54.

Borcard et. al. (2011). Numerical Ecology with R. New York: Springer. 306 p.

Bordin et al. (2018). Nutrient and carbon dynamics under the water mass seasonality on the continental shelf at the South Brazil Bight. Journal of Marine Systems, 189, pp.22-35.

Carvalho et al. (2014) Bio-Optical Properties of the Inner Continental Shelf Off Santos Estuarine System, Southeastern Brazil, and Their Implications for Ocean Color Algorithm Performance. Brazilian J Oceanogr 62:71–87. doi: 10.1590/S1679-87592014044506202

Casanova J.P. (1999). Chaetognatha, in South Atlantic Zooplankton. Boltovskoy D, Editor. Backhuys Publishers: Leiden. pp.1353–1374.

Castro et al. (2006). Estrutura termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) eo Chuí (RS). O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil, 11-120, 2006.

Chisholm, L. e Roff, J. (1990). Abundances, growth rates, and production of tropical neritic copepods off Kingston, Jamaica. *Marine Biology*, 106(1), pp.79-89.

Choe, N. e Deibel, D. (2008). Temporal and vertical distributions of three appendicularian species (Tunicata) in Conception Bay, Newfoundland. *Journal of Plankton Research*, 30(9), pp.969-979.

Dan Kelley e Clark Richards (2016). *oce: Analysis of Oceanographic Data*. R package version 0.9-19. <https://CRAN.R-project.org/package=oce>

Dias et al. (2014). Spatial and temporal changes in biomass, production and assemblage structure of mesozooplanktonic copepods in the tropical south-west Atlantic Ocean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 95(03), pp.483-496.

Dias, C. e Bonecker, S. (2009). The copepod assemblage (Copepoda: Crustacea) on the inner continental shelf adjacent to Camamu Bay, northeast Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 26(4), pp.629-640.

Domingos Nunes, R. e Resgalla Jr., C. (2012). The zooplankton of Santa Catarina continental shelf in southern Brazil with emphasis on Copepoda and Cladocera and their relationship with physical coastal processes. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(4), pp.893-913.

Edmunds et al. (1983). Preliminary observations on predator/prey relationships between chaetognaths and copepods in the Java Sea. *Marine Behaviour and Physiology*, 10(2), pp.97-102.

Ekblad, C. (2008). The effect of predatory chaetognaths on zooplankton assemblages at the start of the spring bloom in Glacier Bay, Alaska, U.S.A. equatorial

Indian Ocean. Paper presented at the third conference on Copepoda, London abstract, 63.

Feigenbaum, D. (1982). Feeding by the chaetognath, *Sagitta elegans*, at low temperatures in Vineyard Sound, Massachusetts¹. *Limnology and Oceanography*, 27(4), pp.699-706.

Fernandes et al. (2005). Seasonal chaetognath abundance and distribution in a tropical estuary (Southeastern, Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography*, 53(1-2), pp.47-53.

Forneris, L. (1965). Appendicularian species groups and southern Brazil water masses. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 14(0), pp.53-113.

Gorsky et al. (2010). Digital zooplankton image analysis using the ZooScan integrated system. *Journal of Plankton Research*, 32(3), pp.285-303.

Guenther et al. (2008). Plankton trophic structure and particulate organic carbon production during a coastal downwelling-upwelling cycle. *Marine Ecology Progress Series*, 363, pp.109-119.

Hopcroft, R. e Roff, J. (1995). Zooplankton growth rates: extraordinary production by the larvacean *Oikopleura dioica* in tropical waters. *Journal of Plankton Research*, 17(2), pp.205-220.

Hsiao et al. (2011). Zooplankton assemblages as indicators of seasonal changes in water masses in the boundary waters between the East China Sea and the Taiwan Strait. *Hydrobiologia*, 666(1), pp.317-330.

Hunt, Jr. G. L.; McKinnell, S. (2006). Interplay between top-down, bottom-up and waspwaist control in marine ecosystems. *Progress in Oceanography* 68:115-124.

ITIS partnership initiative. Integrated Taxonomic Information System [Internet]. North America: The Steering Committee; [atualizado em 2017 Nov 08; citado em 2017 Nov 07]. Disponível em: (<http://www.itis.gov>).

Kelley et al. (2015). gsw: Gibbs Sea Water Functions. R package version 1.0-3. <https://CRAN.R-project.org/package=gsw>

Leandro et al. (2007). Temporal changes of abundance, biomass and production of copepod community in a shallow temperate estuary (Ria de Aveiro, Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 74(1-2), pp.215-222. Legendre, P. and Legendre, L. (2012). *Numerical ecology*. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier, pp.391-418.

Liang et al. (2003). On the variability of the chaetognath *Sagitta friderici* Ritter-Záhony at Cananéia Lagoon Estuarine system, São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia*, 510(1-3), pp.91-102.

Liang, T. e Vega-Pérez, L. (1994). Studies on chaetognaths off Ubatuba region, Brazil: I. distribution and abundance. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 42(1-2), pp.73-84.

Liang, T. e Vega-Perez, L. (2002). Distribution, abundance and biomass of Chaetognaths off São Sebastião region, Brazil in February 1994. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 50(único), pp.01-12.

MAArE (2017 a) Projeto de Monitoramento Ambiental da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e Entorno. Relatório Técnico Final – Volume 2: Parâmetros Oceanográficos: Análise de parâmetros ambientais da coluna d'água, plankton e sedimentos. Florianópolis/SC:

MAArE (2017 b) Monitoramento ambiental da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e entorno / Organização: Bárbara Segal...[et al.] – 1. Ed. – Florianópolis: UFSC/MAArE: p167

McLaren, I. (1963). Effects of Temperature on Growth of Zooplankton, and the Adaptive Value of Vertical Migration. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 20(3), pp.685-727.

McLelland, J. (1984). Observations on Chaetognath Distributions in the Northeastern Gulf of Mexico During the Summer of 1974. *Northeast Gulf Science*, 7(1).

McLelland, J. (1989). An Illustrated Key to the Chaetognatha of the Northern Gulf of Mexico with Notes on their Distribution. *Gulf Research Reports*, 8.

Melo, Danielle Caroline da Mota (2015). Chaetognatha do Arquipélago de Fernando de Noronha (NE, BRASIL). Dissertação (Mestrado) - Curso de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Cap. 2.

Menezes et al. (2018 a). Changes in the plankton community according to oceanographic variability in a shallow subtropical shelf - SW Atlantic. *Hydrobiologia*. Submetido

Menezes et al. (2018 b). Copepod functional groups in a shallow subtropical shelf - SW Atlantic. *Marine Biodiversity*. Submetido

Möller et al. (2008). The effects of river discharge and seasonal winds on the shelf off southeastern South America. *Continental Shelf Research*, 28(13), pp.1607-1624.

Miyashita et al. (2009). Estuarine and oceanic influences on copepod abundance and production of a subtropical coastal area. *Journal of Plankton Research*, 31(8), pp.815-826.

Nielsen, T. e Kicrboe, T. (1994). Regulation of zooplankton biomass and production in a temperate, coastal ecosystem. 2. Ciliates. *Limnology and Oceanography*, 39(3), pp.508-519.

Nybakken J.W. e M.D. Bertness. (2005). *Marine biology. An ecological approach*. San Francisco, CA: Benjamin Cummings, pp. 1-579.

Oksanen et al. (2015). *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.3-4. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>

Picheral et al. (2017). *EcoTaxa, a tool for the taxonomic classification of images*. <http://ecotaxa.obs-vlfr.fr>.

Pereira et. al. (2009). Caracterização de feições oceanográficas na plataforma de Santa Catarina através de imagens orbitais. *Revista Brasileira de Geofísica*, 27(1).

Pierce, E. L. (1953). The Chaetognatha over the Continental Shelf of North Carolina with attention to their relation to the hydrography of the area. *J. Mar. Res.*, 12(1):75-92.

Resgalla Jr, C. (2011). The holoplankton of the Santa Catarina coast, southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 83(2), pp.575-588.

Resgalla Jr. et al. (2008). Spatial and temporal variation of the zooplankton community in the area of influence of the Itajaí-açu River, SC (BRAZIL). *Brazilian Journal of Oceanography*, 56(3), pp.211-224.

Ramirez, F.C. (1981). Cladóceras. In: Boltvoskoy, D (ed.). Atlas del zooplankton del atlantico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publ. Esp. INIDEP, Mar del Plata, Argentina. 533- 541pp.

Richardson, A. J. (2008). In hot water: zooplankton and climate change. – *ICES Journal of Marine Science*, 65: 279–295.

Soetaert, K. (2016). plot3D: Plotting Multi-Dimensional Data. R package version 1.1. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=plot3D>

Schlitzer, R., Ocean Data View, <http://odv.awi.de>, 2015.

Souza et al. (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*, 86(3), pp.1151-1165.

Vega-Pérez et al. (2011). Checklist da classe appendicularia (Chordata: Tunicata) do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 11(suppl 1), pp.761-769.

Vega-Pérez, L. e Schinke, K. (2011). Checklist do filo Chaetognatha do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 11(suppl 1), pp.541-550.