

RENALY BECCARA

**VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO ICTIOPLÂNCTON NA  
RESERVA BIOLÓGICA MARINHA DO ARVOREDO E  
ENTORNO, SANTA CATARINA, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito de obtenção de Grau em Licenciado em Ciências Biológicas. Este trabalho teve a orientação do Doutor Luis Carlos Pinto de Macedo Soares e coorientação da Professora Doutora Andrea Santarosa Freire

FLORIANÓPOLIS

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Beccara, Renaly  
VARIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO ICTIOPLÂNCTON NA RESERVA  
BIOLÓGICA MARINHA DO ARVOREDO E ENTORNO, SANTA CATARINA,  
BRASIL / Renaly Beccara ; orientador, Dr. Luis Carlos  
Pinto de Macedo Soares Pinto de Macedo Soares ;  
coorientadora, Prof. <sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andrea Santarosa Freira  
Santarosa Freira. - Florianópolis, SC, 2017.  
86 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências  
Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas.

Inclui referências

1. Ciências Biológicas. 2. Variação espaço-temporal, Ictioplâncton, REBIO Arvoredo, Massas de água. I. Pinto de Macedo Soares, Dr. Luis Carlos Pinto de Macedo Soares. II. Santarosa Freira, Prof. <sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andrea Santarosa Freira. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

RENALY BECCARA

**VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO ICTIOPLÂNCTON NA  
RESERVA BIOLÓGICA MARINHA DO ARVOREDO E  
ENTORNO, SANTA CATARINA, BRASIL**

Florianópolis, 06 de fevereiro de 2017

Prof. <sup>a</sup>, Dr.<sup>a</sup> Maria Risoleta Freire Marques  
Coordenadora do Curso

**Banca Examinadora:**



---

Dr. Luis Carlos Pinto de Macedo Soares  
Orientador UFSC

---

Prof. <sup>a</sup>, Dr.<sup>a</sup> Andrea Santarosa Freira  
Coorientadora ECZ – CCB – UFSC



---

Dr. Charles Gorri  
Membro titular- UFSC



---

Dr.<sup>a</sup> Micheli Duarte de Paula Costa  
Membro titular (videoconferência)- FURG





Dedico este trabalho aos meus pais, Arquimedes e Solange, meu irmão Renan (in memoriam) e meus avós



## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu orientador Luis Macedo-Soares por todos os ensinamentos e por participar tão efetivamente da minha formação, obrigada pela dedicação que teve em todo o desenvolvimento desse trabalho, levarei para a minha vida tudo o que me ensinaste e lembrarei-me de todos os conselhos que me fizeram crescer como pessoa e profissionalmente.

Agradeço a minha co-orientadora Andrea Freire pela a oportunidade em trabalhar no seu laboratório e por ter inserido meu trabalho de conclusão de curso no Projeto MAArE, agradeço também por todas as contribuições a esse trabalho que engrandeceu ainda mais.

A toda equipe do Projeto de Monitoramento Ambiental da Reserva do Arvoredo e entorno por todo amparo e fornecimento de dados para que conseguisse concluir esse trabalho.

Gostaria de agradecer aos meus colegas do Laboratório de Crustáceos e Plâncton – UFSC/ECZ, Lucas, Gabriel, Marina, Caio, Manu, Amanda e Flora por todo o companheirismo, agradeço ao Charles e a Babi que tiveram toda a dedicação de me ensinar como processar as amostras e a identifica-las, foram momentos incríveis e de muitos ensinamentos. Gratidão equipe!

A Universidade Federal de Santa Catarina e aos meus professores de curso que me fizeram terminar essa etapa com mais entusiasmo e motivação em seguir na carreira.

Agradeço as minhas amigas que estiveram presentes nestes cinco anos e meio de muita correria e muita amizade Analu, Samara, Débora, Fran, Aurora e Ana Carolina o meu eterno grupo Somatagomia!

Por fim, agradeço as pessoas mais importantes da minha vida, meus pais Arquimedes e Solange que me apoiaram e se dedicaram ao máximo para que eu pudesse concluir esse curso. Ao meu companheiro João por me aturar e ver meus desesperos no decorrer do curso, obrigada pela



atenção. E as pessoas mais que especiais que estão em outro plano espiritual que torceram para que eu entrasse na universidade e que com certeza estão felizes por esse momento, meu irmão Renan (in memoriam) e meus avós (in memoriam).

## RESUMO

O ictioplâncton, composto pelos ovos e larvas de peixes teleósteos, é um componente muito importante do plâncton em termos econômicos, pois podem ser utilizados para a estimativa do potencial pesqueiro, períodos e locais de desova de espécies comercialmente importantes. O presente trabalho investigou a variação espaço-temporal do ictioplâncton em relação às condições oceanográficas na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (REBIO Arvoredo), Santa Catarina, e águas adjacentes. Foram realizadas sete estações oceanográficas no inverno de 2014 e verão de 2015, dispostas em dois transectos: um transecto perpendicular à costa (T1- 5 estações) iniciando na desembocadura do Rio Tijucas, passando pela REBIO Arvoredo (Calhau de São Pedro – CS e Ilha Deserta – ID) até a isóbata de 50 m, e outro transecto paralelo a costa (T2 - 2 estações + a mais profunda de T1) sobre a isóbata de 50 m. Parâmetros físico-químicos foram registrados por um perfilador CTD e amostras de água foram coletadas em 3 profundidades com garrafa de Van Dorn para análise de nutrientes, material em suspensão e clorofila-*a*. O zooplâncton foi coletado no período diurno, na superfície, com rede cilíndrico-cônica (200 µm/0,5 m Ø) e fluxômetro acoplado. Ovos e larvas foram classificadas de acordo com o estágio de desenvolvimento e identificadas até o menor nível taxonômico possível. Os períodos analisados foram influenciados por diferentes massas de água: Água Subtropical de Plataforma (ASTP); Pluma do Rio Tijucas (PRT); e águas do Canal Norte (CN) da Ilha de Santa Catarina no inverno, e no verão Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e ASTP. A análise de componentes principais mostrou uma relação entre amostras com maior temperatura, principalmente na superfície, maior concentração de amônio e material em suspensão orgânico (MSO) no verão. No inverno foram relacionadas amostras com maior concentração de oxigênio dissolvido, material em suspensão inorgânico (MSI) e clorofila-*a*. A abundância média de ovos indicou maior desova no inverno (508,23 ovos·100m<sup>-3</sup>) do que no verão (190,09 ovos·100m<sup>-3</sup>), principalmente na estação em frente à desembocadura do RT. Ovos de *Engraulidae* foram encontrados somente no inverno em estágio de desenvolvimento avançado, com maior abundância próxima a ID. As larvas foram menos abundantes no inverno (6,87 larvas·100m<sup>-3</sup>) do que

no verão (55,87 larvas·100m<sup>-3</sup>). No inverno foram encontradas mais larvas vitelinas no CS e ID, e no verão larvas em desenvolvimento avançado. A identificação larval resultou em 23 táxons pertencentes a 14 famílias e 4 ordens. Os táxons mais abundantes foram *Eucinostomus spp.*, *Seriola spp.*, *Anisotremus spp* e *Cetengraulis edentulus*. Alguns táxons foram frequentes apesar da baixa abundância média, como por exemplo, *Harengula jaguana*, *Parona signata*, *Pomatomus saltatrix* e Sciaenidae. Ocorreu uma separação das assembleias de larvas principalmente entre verão e inverno, com formação de três grupos: 1) composto apenas pelas amostras de inverno próximas a ID e a isóbata de 50 metros onde ocorreram apenas larvas de Sciaenidae; 2) composto pelas estações próximas ao CSP do inverno e desembocadura do RT do verão, ambas com a mesma composição, onde Engraulidae e Achiridae foram os táxons indicadores; 3) formado por todas as estações do verão do T1 (exceto a estação 10) e todas do T2, sendo Gerreidae o táxon indicador. A REBIO Arvoredo e entorno apresentou condições favoráveis para o desenvolvimento do ictioplâncton independente do período analisado. Processos oceanográficos com a intrusão da ACAS no verão e a drenagem continental no inverno promovem as condições necessárias para a reprodução dos peixes e o desenvolvimento larval na região. Por fim, os resultados reforçam a importância de estudos iniciais que estabeleçam uma base e o monitoramento contínuo em áreas protegidas como a REBIO Arvoredo e região no entorno.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ovos e larvas de peixes, REBIO Arvoredo, Abundância, Distribuição.

## **ABSTRACT**

Ichthyoplankton, which is comprised by fish eggs and larvae, has an important economic role in the plankton community since it can be used to estimate fishing potential, spawning grounds and seasons of commercially important species. The present work investigated the spatial-temporal variability of the ichthyoplankton in relation to oceanographic conditions in the Arvoredo Marine Protected Area (REBIO Arvoredo, Santa Catarina) and adjacent areas. Sampling was performed in seven oceanographic stations during winter 2014 and summer 2015. Stations were distributed in 2 transects: one transect perpendicular to the coast (T1 - 5 stations) from the mouth of the Rio Tijucas, passing through REBIO Arvoredo (Calhau de São Pedro - CS and Ilha Deserta - ID) towards the 50 m isobath; and one transect parallel to the coast (T2 - 2 stations + the deepest of T1) on the 50 m isobath. Physical-chemical parameters were recorded using a CTD profiler and water samples were collected using a van Dorn bottle at 3 selected depths to determine nutrients, suspended matter and chlorophyll. Zooplankton was collected during daytime, at surface, using a conical-cylindrical plankton net (200  $\mu\text{m}$ /0.5 m  $\emptyset$ ) equipped with a flowmeter. Fish eggs and larvae were classified according to their development stage and identified to the lowest possible taxonomic level. Summer and winter were influenced by different water masses. Winter was characterized by the presence of the Subtropical Shelf Water (STSW), Rio Tijucas Plume (RTP), and Northern Channel (NC) waters of Santa Catarina Island, while Tropical Water (TW), South Atlantic Central Water (SACW) and STSW were registered during summer. During the summer, we found a strong relationship between samples in waters with high temperature, mainly at the surface, as well as with high concentration of ammonium and organic fraction of suspended matter (OSM). In contrast, we found a relationship between samples with high concentration of dissolved oxygen, inorganic suspended matter (ISM)

and chlorophyll *a*. Average abundance of eggs indicated higher spawning activity in winter (508.23 eggs · 100m<sup>-3</sup>) than in summer (190.09 eggs · 100m<sup>-3</sup>), mainly at the station located at the mouth of the RT. Engraulidae eggs were found only during winter at an advanced development stage, with higher abundance near ID. Larvae were less abundant in winter (6.87 larvae · 100m<sup>-3</sup>) than in summer (55.87 larvae · 100m<sup>-3</sup>). During winter, vitelinic larvae were abundant near CS and ID, while larvae in advanced development stages were found during summer. We identified 23 taxa belonging to 14 families and 4 orders. The most abundant taxa were *Eucinostomus* spp., *Seriola* spp., *Anisotremus* spp. and *Cetengraulis edentulus*. However, few taxa were frequent despite their low average abundance (e.g. *Harengula jaguana*, *Parona signata*, *Pomatomus saltatrix* and Sciaenidae). Larvae assemblages were grouped mainly by season, creating three groups. The first group was composed only by samples collected during winter near ID and the 50 m isobath, where only Sciaenidae larvae were found. The second group was composed by the station close to CS in the winter and the RT station in the summer which showed the same composition with Engraulidae and Achiridae as indicator taxa. The third group encompassed all summer stations of T1 (except station 10) and all T2 stations, and Gerreidae was identified as indicator taxa. Our results highlight that REBIO Arvoredo and its surrounding waters sustain favorable conditions for ichthyoplankton development, regardless of the season. Oceanographic processes such as the intrusion of the SACW during summer and the continental discharge in winter contributed to favorable conditions for fish reproduction and larval development in the study area. Finally, our results support the importance of baseline survey and continued monitoring in marine protected areas such as the REBIO Arvoredo and its surrounding waters.

**KEY WORDS:** Fish eggs and larvae, Arvoredo marine protected area, Abundance, Distribution.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Localização das estações oceanográficas do projeto MAArE na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, nas campanhas do inverno de 2014 e verão de 2015. Destaque para as estações selecionadas para a análise e identificação do ictioplâncton (triângulos vermelhos) localizadas nas transecções descritas acima. Área tracejada indica a delimitação da reserva.....28
- Figura 2: Diagrama T-S (temperatura potencial e salinidade) das campanhas do inverno de 2014 (A) e verão de 2015 (B), com identificação das massas de água: Água Subtropical de Plataforma (ASTP), Pluma do Rio Tijucas (PTJ), Canal Norte (CN), Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS).....38
- Figura 3: Distribuição horizontal da temperatura na superfície, profundidade intermediária e no fundo, durante o inverno de 2014 e verão de 2015, na REBIO Arvoredo e entorno.....39
- Figura 4: Distribuição horizontal da salinidade na superfície, profundidade intermediária e no fundo, durante o inverno de 2014 e verão de 2015, na REBIO Arvoredo e entorno.....40
- Figura 5: Distribuição da profundidade da zona eufótica (ZEU) em relação a profundidade local (% da prof. local), durante o inverno de 2014 e verão de 2015, na REBIO Arvoredo e entorno.....42
- Figura 6: Perfil vertical de temperatura, salinidade e fluorescência das estações selecionadas para análise do ictioplâncton (exceto estação 10), campanha do inverno de 2014. ....43
- Figura 7: Perfis de temperatura, salinidade e fluorescência das estações selecionadas (exceto estação 10) para análise e identificação do ictioplâncton, campanha do verão de 2015. ....44

Figura 8: Resultado da análise de componentes principais (PCA) das variáveis oceanográficas em relação as amostras em diferentes profundidades (superfície, intermediária e fundo) nas campanhas do inverno de 2014 e verão de 2015. Os vetores indicam a contribuição de cada variável aos dois primeiros componentes principais (A) e em relação ao primeiro e terceiro componentes principais (B).....	47
Figura 9: Distribuição da abundância (ind. 100 m <sup>-3</sup> ) de ovos e larvas de peixes na REBIO do Arvoredo e entorno no inverno de 2014 e verão de 2015.....	50
Figura 10: Composição da abundância (ind. 100 m <sup>-3</sup> ) de larvas de peixes por estação oceanográfica e período de coleta. Notar as diferenças de escala no eixo Y.....	54
Figura 11: Análise de agrupamento das estações oceanográficas (figura superior) e ordenação pelo escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) (figura inferior) calculados pelo índice de similaridade de Bray-Curtis em relação a abundância de 14 famílias de larvas de peixes. Em destaque no nMDS, famílias indicadoras dos grupos formados pela análise de agrupamento.....	56
Figura 12: Plano fatorial da análise canônica de coordenadas principais (CAP) ordenando os sítios amostrais e a composição do ictioplâncton: Ovos_ENG(Ovos Engraulidae), Ovos_CLU(Ovos Clupeidae), ENG(Engraulidae), SCI(Sciaenidae), ACH(Achiridae), KYP(Kyphosidae), POM(Pomatomidae), ECH(Echeneidae), CAR(Carangidae), HAE (Haemulidae), BLE(Blenniidae), DAC(Dactyloscopidae), CLU(Clupeidae), GOB(Gobiidae), SER(Serranidae), GER(Gerreidae) e condicionada pelas variáveis oceanográficas.....	58

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Informações sobre as estações oceanográficas selecionadas para a análise e identificação do ictioplâncton na campanha do inverno de 2014 (i) e verão de 2015 (v).....29
- Tabela 2: Intervalo termohalino (TH) das principais massas de água descritas por Möller Jr. et al. (2008) sendo T= Temperatura (°C) e S= Salinidade. ....33
- Tabela 3: Variáveis oceanográficas das campanhas do inverno de 2014 (i) e verão de 2015 (v). Para cada estação são exibidos os valores obtidos na profundidade de superfície, intermediária e fundo. Prof = profundidade, Nitri+Nitra = nitrito+nitrato, MST = material em suspensão total, MSI = material em suspensão inorgânico, MSO = material em suspensão orgânico.....37
- Tabela 4: Abundância média (ind. 100 m<sup>-3</sup>) de ovos de peixes e frequência de ocorrência (FO%) por estágio de desenvolvimento e táxons identificados.....48
- Tabela 5: Abundância média (ind. 100 m<sup>-3</sup>) de larvas de peixes e frequência de ocorrência (FO%) por estágio de desenvolvimento.....49
- Tabela 6: Lista taxonômica das larvas de peixes encontradas na REBIO Arvoredo e entorno no inverno de 2014 e verão de 2015.....51
- Tabela 7: Composição de larvas de Peixes com abundância (ind. 100 m<sup>3</sup>) média (± erro padrão), abundância (Ab.), frequência de ocorrência (FO%) e quantidade capturada (Quant. Cap).....53



Tabela 8: Resultado da análise de espécies indicadoras (ISA) de acordo com os grupos indicadores na Figura 10. Táxons indicadores destacados em negrito.....	55
--	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

REBIO Arvoredo – Reserva Biológica Marinha do Arvoredo

Projeto MAArE – Projeto de Monitoramento Ambiental da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e Entorno

ACAS – Água Central do Atlântico Sul

AT – Água Tropical

ASTP – Água Subtropical de Plataforma

PRT – Pluma do Rio Tijucas

CN – Canal Norte da Ilha de Santa Catarina

T1 – Transecto 1

T2 – Transecto 2

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	15
2. OBJETIVOS.....	23
2.1 Objetivo Geral .....	23
2.2 Objetivos Específicos.....	23
3. ÁREA DE ESTUDO .....	24
4. Material e Métodos.....	25
4.1 Procedimentos de Coleta.....	25
4.2 Processamento das Amostras .....	30
5. Análise de Dados.....	31
6. RESULTADOS.....	35
6.1 Ambiente Oceanográfico.....	35
6.2 O ictioplâncton de superfície.....	48
6.3 Distribuição do ictioplâncton de acordo com variáveis oceanográficas.....	57
7. DISCUSSÃO.....	59
8. CONCLUSÃO .....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	65



## 1. INTRODUÇÃO

O zooplâncton é um grupo diversificado constituído por muitos tipos de organismos, como Cnidaria, Urochordata, Crustacea, entre outros (BOLTOVSKOY, 1981). Grande parte destes organismos possui um ciclo de vida curto que responde rapidamente às mudanças do ambiente (ESPINO et al., 2000). De acordo com o tempo de permanência no plâncton, os organismos zooplânctônicos são classificados como holoplâncton e meroplâncton (BRANDINI et al., 1997; NIBAKKEN, 1993). O holoplâncton é formado por organismos que passam seu ciclo de vida todo no plâncton, como Copepoda, Euphausiacea, Larvacea e Chaetognatha. Já o meroplâncton é composto por organismos que vivem somente uma parte de seu ciclo de vida no plâncton, como as larvas de invertebrados bentônicos, larvas de Decapoda e o ictioplâncton (i.e. ovos e as larvas de peixes) (DUARTE & SILVA, 2008; OMORI & IKEDA 1984; SMITH & JOHNSON, 1996).

De maneira geral, os organismos planctônicos possuem pouca capacidade de locomoção, e sendo assim, são transportados passivamente pelas massas de água e correntes oceânicas (CALAZANS et al., 2011). Entretanto, no sentido vertical os organismos realizam deslocamentos, conhecidos como migrações

verticais diárias, onde pode variar entre as espécies, dependendo de suas condições fisiológicas e de um local para outro (DUARTE & SILVA, 2008). Dessa forma, a distribuição do zooplâncton em larga escala pode ser associada à distribuição das massas de água, apresentando uma variação no espaço e no tempo na composição das suas assembleias de acordo com a origem e mistura das águas que predominam numa determinada região (BOLTOVSKOY, 1981; LOPES et al., 2006; MACEDO-SOARES et al., 2014; BRANDÃO et al., 2015; MACEDO-SOARES, 2015). A distribuição do zooplâncton e do ictioplâncton pode ser afetada por fenômenos de meso-escala, como o aporte das águas continentais e ressurgência na plataforma interna (HILLE et al., 2008; FRANCO & MUELBERT, 2003), sendo que ambos processos podem colaborar com o enriquecimento da zona eufótica (ACHA et al., 2004; CIOTTI et al., 1995). Além disso, a micro turbulência pode ser importante na área de alimentação de larvas de pequenos pelágicos. Os processos de concentração, gerados por micro turbulências, onde resulta no aumento de concentração de partículas, são extremamente importantes para larvas de peixes. A saída à procura do alimento pode comprometer o desenvolvimento da larva, devido ao alto custo energético, sendo assim a concentração de partículas de alimento próximo as larvas, aumentam a chance de desenvolvimento e sucesso de recrutamento (BAKUN, 2010).

Larvas de peixes se alimentam de outros organismos zooplantônicos como zoea de Brachyura, Copepoda e Larvacea (ANGER, 2001; SABATÉS et al., 2007; SPINELLI et al., 2012). Por exemplo, na Nova Escócia, áreas bem misturadas por influência da maré aumentaram a taxa de encontro entre larvas de arenque e suas presas, favorecendo o crescimento e a sobrevivência larval (MUELBERT et al., 1994). Além disso, ovos e larvas recém-eclodidas podem ser predadas por organismos holoplanctônicos como Cnidaria, Ctenophora e Chaetognatha (DURÓ & SAIZ, 2000; PURCEL & ARAI, 2001), e representam uma importante fração na dieta de juvenis de peixes como atuns, cavalas e dourados (RISSIK et al., 1997). Por outro lado, o ictioplâncton também pode sofrer uma alta mortalidade no chamado “período crítico”, período onde as larvas iniciam a alimentação exógena e necessitam encontrar a presa adequada em quantidade suficiente para suprir sua necessidade nutricional (HJORT, 1914). Dessa forma, o sucesso de recrutamento estará relacionado com a temporada de crescimento do fitoplâncton, podendo ser crucial o sincronismo entre o tempo em que ocorre a desova e o tempo em que o alimento estará disponível para a larva (CUSHING, 1975).

A Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (REBIO Arvoredo) foi criada em março de 1990, pelo Decreto Federal de N°. 99.142/90, como objetivo a conservação da biodiversidade.

Diversos fatores justificam a importância desta reserva, como a extração indevida de recursos naturais, turismo irregulares, e pela falta de estrutura e regulamentação básica. Essa unidade de conservação é descrita como importante área de reprodução e crescimento de diversas espécies tanto endêmicas como invasoras (BRASIL, 1990).

No ecossistema pelágico da plataforma continental da região sudeste e sul do Brasil onde a REBIO Arvoredo e entorno está localizada, ocorrem processos oceanográficos que promovem o enriquecimento com nutrientes nas camadas superficiais da zona pelágica (BRAGA et al., 2008), aumentando a produção primária (CIOTTI et al., 1995; ODEBRECHT & DJURFELDT, 1996) e afetando a comunidade zooplânctonica (LOPES et al., 2006; MACEDO-SOARES et al., 2014; BRANDÃO et al., 2015). As intrusões da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) no assoalho da plataforma continental durante o final da primavera e verão acentuam a termoclina e estabilizam a coluna de água, onde se torna mais fria e rica em nutrientes (ACHA et al., 2004; MATSUURA, 1986; LOPES et al., 2006). O aumento na intensidade e frequência dos ventos nordeste no final da primavera e no verão promove o deslocamento de água de superfície em direção ao oceano permitindo a penetração da ACAS na região costeira. A ressurgência da ACAS na Plataforma Continental Sudeste é responsável pelos máximos níveis subsuperficiais de



clorofila na base da zona eufótica (BRANDINI, 1986; 1990; BRANDINI et al., 1988; 2014; AIDAR et al., 1993; ODEBRECHT & DJURFELDT, 1996).

Na situação de outono-inverno, o aumento da frequência e intensidade dos ventos provenientes do quadrante sul promovem o deslocamento para o norte da Água da Pluma do Prata (APP), uma massa de água fria e de baixa salinidade (MÖLLER JR. et al., 2008) formada pelo aporte de águas continentais provenientes do Rio da Prata e Lagoa dos Patos, assim como pela adição de águas de origem subantártica transportadas pela Corrente da Patagônia (PIOLA et al., 2008). A extensão desta massa de água sobre a plataforma é controlada principalmente pela vazão do Rio da Prata e da Lagoa dos Patos, com máximo fluxo durante inverno-primavera (PEREIRA et al., 2009). A atuação dos ventos de quadrante sul ainda é responsável pelo empilhamento das águas em direção a região costeira, favorecendo a retenção de organismos planctônicos (LIMA & CASTELLO, 1995). As baixas temperaturas afetam a distribuição de organismos marinhos tropicais na região (BOSCHI, 2000; FLOETER et al.; 2001; 2008; SPALDING et al., 2007; ANDERSON et al.; 2015), bem como a estruturação das associações ictioplanctônicas (MACEDO-SOARES et al., 2014; MACEDO-SOARES, 2015).

Nos últimos 30 anos, a relação entre o ictioplâncton e condições oceanográficas tem sido investigadas principalmente nas regiões neríticas, quebra de plataforma e talude (p.ex., FREITAS & MUELBERT, 2004; FRANCO et al., 2006; MACEDO-SOARES et al., 2014). A composição do plâncton entre a costa e a plataforma pode sofrer influências das plumas de rios e as frentes associadas, onde estas podem atuar como barreiras físicas para a dispersão de larvas pelágicas, mantendo-as nas proximidades da sua área de desova (LARGIER, 2003). Entretanto, os processos oceanográficos como a drenagem continental e a ressurgência induzida pelo vento desempenham um papel importante na composição das associações ictioplanctônicas (LOPES et al., 2006), o que podem distinguir na composição do ictioplâncton entre uma região costeira e uma região mais oceânica. Ao longo da plataforma continental Sudeste-Sul do Brasil, entre o Cabo de Santa Marta (RS) e Cabo Frio (RJ), a abundância, distribuição e composição do zooplâncton e ictioplâncton podem ser influenciadas pela distância da costa, frentes costeiras, de plataforma e estuarinas, além da ressurgência da Água Central do Atlântico Sul (LOPES et al. 2006). O transporte de ovos e larvas de peixes também está relacionado às variações nos padrões de circulação local das correntes costeiras (MUELBERT & WEISS, 1991, VIEIRA & SCALABRIN, 1991). Por exemplo, a região da REBIO Arvoredo também é influenciada pelo aporte continental da bacia do Rio Tijucas e pelas águas do

Canal Norte da Ilha de Santa Catarina. Em 2011, foi realizado o primeiro levantamento da comunidade ictioplancônica na REBIO Arvoredo, onde as diferenças nas condições oceanográficas dos períodos de inverno e verão, resultaram em diferentes composições de organismos ictioplânctônicos (RUTKOWSKI et al., 2011).

O ictioplâncton é considerado o componente mais importante do plâncton em termos econômicos (BONECKER et al., 2009). Seus levantamentos qualitativos e quantitativos são essenciais para o entendimento das condições necessárias para o desenvolvimento das larvas, para o sucesso de recrutamento, além de auxiliar na estimativa do potencial pesqueiro, fornecer informações sobre as populações de peixes, contribuir para o manejo da pesca, além da sua importância para uma efetividade de unidade de conservação. O conhecimento sobre a distribuição e abundância do ictioplâncton também são importantes para a determinação dos períodos e locais de desova, informação importante para a biologia pesqueira e para a ecologia das espécies (NAKATANI et al., 2001).

A importância desse estudo dentro de uma Reserva Biológica Marinha aparece como uma possibilidade ampliar o conhecimento sobre os principais locais de desova e desenvolvimento larval, sabendo-se que a pesca é ainda indicada como um dos principais modificadores desses ecossistemas (JACKSON et al., 2001;

ROBERTS et al., 2005). Reservas ou áreas de proteção marinhas são consideradas ferramentas primordiais para a manutenção dos recursos pesqueiros, conservação da biodiversidade e estágios particularmente vulneráveis de muitas espécies (PALUMBI, 2001). Priorizar locais com maior riqueza e potencial para a sobrevivência desses organismos pode garantir que a biodiversidade e a abundância de espécies aumente, favorecendo esse ecossistema como um reservatório biológico, para então a efetividade de uma preservação completa (AMARAL & JABLONSKI, 2005).

O objetivo desse estudo é descrever a composição e abundância do ictioplâncton na REBIO Arvoredo e entorno, considerando a variação na situação inverno- verão. Portanto o objetivo desse estudo é descrever a composição e abundância do ictioplâncton na REBIO Arvoredo e entorno, considerando a variação na situação inverno- verão, sendo que esse grupo de organismos é de grande importância ecológica.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar a variação espacial e temporal do ictioplâncton na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e entorno em relação às condições oceanográficas no período de inverno e verão.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- a)** Identificar e quantificar os ovos e larvas de peixes na região no inverno de 2014 e verão de 2015.
- b)** Analisar a variação da composição e abundância do ictioplâncton que ocorre na região nos períodos estudados;
- c)** Descrever o ambiente oceanográfico do inverno e verão;
- d)** Relacionar a estrutura do ictioplâncton com o ambiente oceanográfico.

### 3. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na REBIO Arvoredo e região de entorno composta ao norte pela península de Porto Belo, a sudoeste pela saída do Canal Norte da Ilha de Santa Catarina, e a oeste pela Baía do Rio Tijucas. A região ao entorno é influenciada pelo aporte de sedimentos da descarga da bacia do rio Tijucas, pela mineração na bacia correspondente, e pelo Canal Norte da Ilha de Santa Catarina que também promove grande aporte de sedimentos e principalmente de esgotos (BRASIL, 2004). A Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (Figura 1) é uma Unidade de Conservação de proteção integral (Decreto Federal nº 99.142 de 12/03/1990) localizada a 11 km da costa no litoral do estado de Santa Catarina, entre os municípios de Florianópolis e Bombinhas, entre 27°11' – 27°16'S e 48°19' – 48°24'W (Figura 1). A reserva possui 176 km<sup>2</sup> de superfície e abriga as Ilhas de Arvoredo, Galé, Deserta, Calhau de São Pedro e área marinha que circunda todo o arquipélago (IBAMA, 2006).

O Trabalho de Conclusão de Curso foi realizado a partir das amostragens do projeto de Monitoramento Ambiental da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e Entorno (MAArE), o qual é realizado desde março de 2014 com a amostragem piloto para reconhecimento de área. O projeto MAArE tem como objetivo

principal estabelecer um Programa de Monitoramento contínuo e sistematizado baseado em indicadores biológicos, associado a parâmetros oceanográficos, que permitam monitorar a qualidade ambiental do ecossistema marinho da REBIO Arvoredo e entorno, buscando subsidiar o processo de gestão da unidade de conservação. A realização deste projeto é uma condicionante indicada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) no âmbito do processo de licenciamento do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA).

## **4. Material e Métodos**

### **4.1 Procedimentos de Coleta**

Ao total, foram realizadas 22 estações oceanográficas no âmbito do Projeto MAArE, no inverno de 2014 e verão de 2015 (inverno e verão, respectivamente, daqui por diante) (Figura 1). Foram obtidos perfis verticais de salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido e fluorescência através de um CTD modelo SBE 19 Plus (condutividade-temperatura-profundidade) e sensor de oxigênio e fluorescência acoplado e profundidade do disco de Secchi para determinação da profundidade da zona fótica (ZEU). A medida do ZEU representa a camada superior da coluna de água que recebe

10% da luz que atingiu a superfície, quantidade suficiente para a atividade fotossintética.

Dentre as 22 estações, 12 estações oceanográficas foram denominadas completas, onde foram coletados zooplâncton e amostras de água na superfície, profundidade intermediária e no fundo da coluna de água com garrafas Van Dorn. Nas outras 10 estações, denominadas simples, somente foram realizadas leituras com o CTD. A profundidade intermediária foi definida em função de três critérios nessa ordem: profundidade da base da camada de mistura, profundidade do pico de máxima fluorescência ou metade da profundidade local. As amostras de água foram utilizadas para determinação da concentração dos nutrientes dissolvidos (ortofosfato, silicato, nitrato+nitrito e amônio) (GRASSHOFF et al., 1983), produção primária estimada através da concentração de clorofila-a (SCOR/UNESCO, 1966), e material total em suspensão e suas frações orgânicas e inorgânicas (APHA, 1985). Das 12 estações completas, 7 estações foram escolhidas para a identificação do ictioplâncton (Figura 1), onde foram indicadas por dois transectos (T1 e T2) para representar os diferentes ambientes na REBIO Arvoredo e entorno, sujeitos a diferentes condições oceanográficas que possam influenciar e distinguir na composição do ictioplâncton.



Os dados do CTD, material em suspensão e clorofila-*a* foram processados e fornecidos pela equipe coordenada pela Dra. Melissa Carvalho, enquanto os dados dos nutrientes foram processados e fornecidos pela equipe coordenada pela Profª. Dra. Alessandra Fonseca. Esses dados foram utilizados para a caracterização do ambiente oceanográfico.

Amostras de zooplâncton foram obtidas no período diurno, com rede de plâncton cilíndrico-cônica de 200  $\mu\text{m}$  de abertura de malha, 0,5 m de diâmetro de boca e 1,80 m de comprimento, com fluxômetro acoplado para determinação do volume de água filtrado em cada arrasto. As sete estações selecionadas para a análise e identificação do ictioplâncton (Tabela 1, 2) representam uma transecção perpendicular à linha de costa (T1), abrangendo a área próxima a desembocadura do Rio Tijucas. Esse transecto encontra-se dentro da REBIO Arvoredo e é a área mais distante da costa, estando próxima a isóbata de 50 m (Figura 1). A seleção das estações também abrangeu uma transecção longitudinal a isóbata de 50 m (T2). O desenho amostral objetivou representar os diferentes ambientes na REBIO Arvoredo e entorno, sujeitos a diferentes condições oceanográficas. Os arrastos foram horizontais, conduzidos na superfície com duração de 2 a 5 minutos. As amostras coletadas foram armazenadas em frascos plásticos devidamente etiquetados, fixadas e preservadas em solução de formaldeído a 4% diluída em água do mar tamponada com

tetraborato de sódio, para posterior contagem em laboratório. Cada estação amostral teve sua localização (latitude e longitude) registrada por um receptor GPS a bordo da embarcação (Tabela 1).

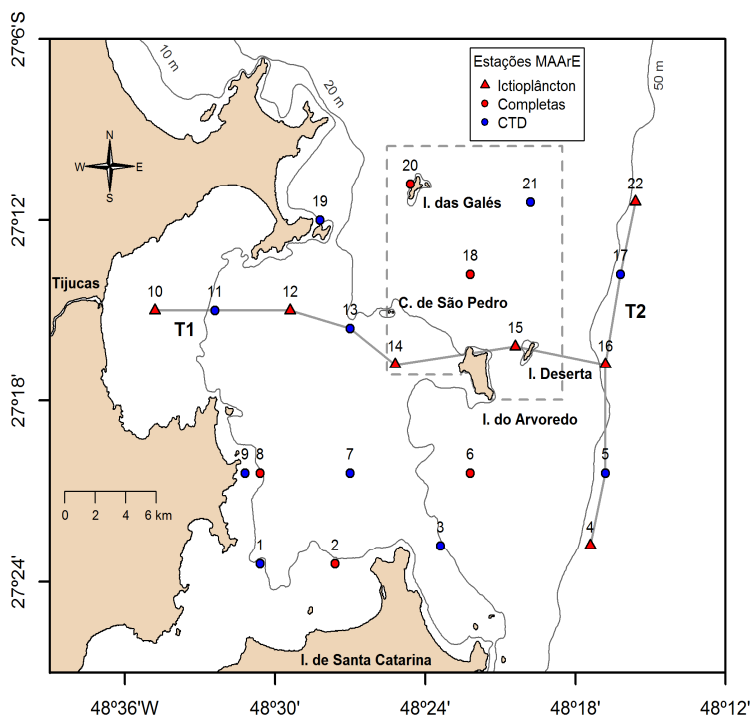


Figura 1: Localização das estações oceanográficas do projeto MAArE na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, nas campanhas do inverno de 2014 e verão de 2015. Destaque para as estações selecionadas para a análise e identificação do ictioplâncton (triângulos vermelhos) localizadas nas transecções descritas acima. Área tracejada indica a delimitação da reserva.

Tabela 1: Informações sobre as estações oceanográficas selecionadas para a análise e identificação do ictioplâncton na campanha do inverno de 2014 (i) e verão de 2015 (v).

<b>Estação</b>	<b>Data</b>	<b>Hora</b>	<b>Latitude (S)</b>	<b>Longitude (W)</b>	<b>Prof. Local (m)</b>	<b>Vol. Filtrado (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Zeu</b>
4i	01/08	10h17	27°22,8′	48°17,82′	52	43,73	8,4
10i	30/07	12h34	27°15,18′	48°35,76′	6,5	24,60	4,1
12i	30/07	11h00	27°15,36′	48°29,58′	18	23,47	4,9
14i	06/08	16h00	27°16,86′	48°25,38′	17	37,67	9,2
15i	06/08	10h44	27°16,74′	48°20,52′	46	38,77	10,3
16i	01/08	12h34	27°16,8′	48°17,1′	51	53,23	23,8
22i	01/08	14h48	27°11,4′	48°15,84′	53	39,98	14,3
4v	09/02	10h12	27°22,8′	48°17,94′	52	45,84	31,9
10v	05/02	13h13	27°15,36′	48°34,8′	7	78,42	2,2
12v	05/02	11h44	27°15,3′	48°29,58′	18	52,89	13,5
14v	05/02	10h00	27°16,74′	48°25,38′	17,4	47,26	18,9
15v	06/02	11h40	27°16,14′	48°20,01′	22,7	44,08	59,4
16v	09/02	12h20	27°16,8′	48°14,4′	52	51,37	36,5
22v	09/02	14h28	27°11,34′	48°15,9′	52,9	41,59	32,3

## 4.2 Processamento das Amostras

As amostras foram processadas no laboratório de Crustáceos e Plâncton do Departamento de Ecologia e Zoologia da Universidade Federal de Santa Catarina. As triagens foram realizadas em placas Bogorov sob microscópio estereoscópio binocular, onde foram separados e quantificados todos os grandes grupos pertencentes do zooplâncton. Antes de iniciar a triagem, as amostras foram lavadas para retirada do formaldeído com o auxílio de uma rede com malha inferior à da rede de coleta. Todos os ovos e larvas de peixes foram contados do total da amostra, separados e armazenados em formaldeído 4% tamponado com tetraborato de sódio em pequenos frascos de vidro e devidamente etiquetados (Boltovskoy, 1981).

A identificação das larvas de peixes foi realizada até o menor nível taxonômico possível mediante a análise morfométrica e merística, de acordo com os estágios de desenvolvimento larval descritos por Fahay (1983), Moser (1996), Richards (2006), Bonecker e Castro (2006). As principais características morfométricas utilizadas durante a identificação foram: comprimento total (CT); comprimento padrão (CP); comprimento pré-anal (CpA) e altura do corpo (ACO). Foram utilizadas também as relações entre as medidas obtidas, como por exemplo, a razão entre o comprimento pré-anal e o comprimento padrão (CpA/CP). Em relação às características merísticas, foram observados e contados, quando possível, o número de raios da nadadeira dorsal (D); o número de raios da nadadeira anal (A); o número de raios da nadadeira caudal (C); o número de raios ou a presença da nadadeira peitoral (P1); o número de raios ou a presença da nadadeira pélvica (P2); o número de miômeros pré-anal; o número de miômeros pós-anal; e o número total de miômeros. O padrão de pigmentação em relação ao estágio de desenvolvimento da larva também foi considerado (FAHAY, 1983). Além da classificação taxonômica até o menor nível possível, as larvas de peixes também foram classificadas pelo estágio de desenvolvimento: vitelinas, pré-flexão, flexão e pós-flexão. Os ovos de peixes foram classificados de acordo com o seu estágio de desenvolvimento: ovos sem embrião, ovos com embrião inicial e ovos com embrião

desenvolvido. Quando possível, os ovos foram identificados até o menor nível taxonômico.

## 5. Análise de Dados

A abundância do ictioplâncton foi padronizada a partir do volume filtrado em cada arrasto para cada estação e calculado a partir da equação:

$$V = a \cdot n \cdot c$$

Onde:

V = volume de água filtrada (m<sup>3</sup>);

a = área da boca da rede (m<sup>2</sup>);

n = número de rotações do fluxômetro;

c = fator de calibração do fluxômetro.

Em seguida foram calculadas as abundâncias de cada táxon por meio da equação:

$$A = \frac{n \text{ ind.}}{VF} \cdot 100$$

Onde:

A: Abundância;

n. ind.: Número de indivíduos que representam cada táxon;

VF: Volume filtrado de cada respectiva amostra.

A frequência de ocorrências dos táxons foi calculada pela equação:

$$FO = \frac{n \cdot 100}{N}$$

Onde:

FO: Frequência de ocorrência;

n: Número de amostras que contem o táxon;

N: Número total de amostras.

A identificação das massas de água encontradas na REBIO Arvoredo e entorno, foi realizada a partir dos índices temohalinos descritos por Möller Jr. et al. (2008) (Tabela 2).

Tabela 2: Intervalo termohalino (TH) das principais massas de água descritas por Möller Jr. et al. (2008) sendo T= Temperatura (°C) e S= Salinidade.

Massas de Água	Inverno		Verão	
	Temperatura	Salinidade	Temperatura	Salinidade
Água Subtropical de Plataforma (ASTP)	$T > 14^{\circ}\text{C}$	$33.5 < S < 35.3$	$T > 18.5^{\circ}\text{C}$	$35.3 < S < 36$
Água Central do Atlântico Sul (ACAS)	$T \leq 18.5^{\circ}\text{C}$	$S \geq 35.3$	$T \leq 18.5^{\circ}\text{C}$	$S \geq 35.3$
Água Tropical (AT)	$T \geq 18.5^{\circ}\text{C}$	$S \geq 36$	$T \geq 18.5^{\circ}\text{C}$	$S \geq 36$

O diagrama T-S, mapas das estações oceanográficas, distribuição de temperatura e salinidade, os perfis de temperatura, salinidade e fluorescência, gráfico e mapas de distribuição de abundância de ovos e larvas, e análises estatísticas foram realizadas no programa R (v3.2.4; R Core Team, 2016), com exceção da Análise Canônica de Coordenadas Principais (CAP) e análise de perfil de similaridade (SIMPROF), que foram realizadas no programa PRIMER 6 com pacote PERMANOVA+ (ANDERSON et al., 2008; CLARKE & WARWICK, 2005). As demais análises (análise de componentes principais, *variance inflation factor*, análise de agrupamento, escalonamento multidimensional não métrico e análise de espécies indicadoras) foram realizadas no programa R utilizaram os pacotes *HH*, *Vegan* e *labdsv* (HEIBERGER, 2013; OKSANEN et al., 2013; ROBERTS, 2013).

A análise de Componentes Principais (PCA) foi utilizada para investigar as relações entre as variáveis oceanográficas (temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, profundidade, clorofila-a, ortofosfato, silicato, amônio, nitrato+nitrito, material em suspensão orgânico e inorgânico), os sítios amostrais em diferentes profundidades (superfície, intermediária, fundo) e épocas do ano (inverno de 2014 e verão de 2015) (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998). A matriz de variáveis oceanográficas foi submetida a análise *Variance Inflation Factor* (VIF) antes da PCA para avaliar a multicolinearidade entre variáveis (BORCARD et al., 2011). Variáveis com valores de VIF superiores a 10 devem ser removidas da matriz. Nenhuma variável foi removida (VIF<10). A PCA foi exibida utilizando *scaling=2*, sendo que as amostras foram exibidas com diferentes símbolos em função da profundidade e cores em relação a época do ano.

A variação do ictioplâncton em relação aos sítios amostrais e períodos de estudo foi avaliada a partir da análise de agrupamento (Cluster) e escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) (CLARKE & WARWICK, 2001). A semelhança entre os sítios amostrais foi calculada pelo índice de similaridade de Bray-Curtis sobre a matriz de abundância de famílias de larvas de peixes (HERNANDEZ et al., 2013) transformada por raiz quarta (FIELD et al., 1982). A matriz de similaridade foi agrupada pelo método do agrupamento médio, e o agrupamento foi avaliado pelo coeficiente de correlação cofenética (CCC), que indica uma boa relação entre matriz de similaridade e matriz cofenética para valores de CCC superiores a 0,85 (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998). O nMDS foi avaliado pelo valor do *stress* que quando inferior a 0,05 indica uma excelente ordenação (CLARKE & WARWICK, 2001). A análise de perfil de similaridade (SIMPROF) foi utilizada em conjunto à análise de Cluster para verificar diferenças entre os grupos formados a uma significância de 5% (CLARKE et al., 2008). Os grupos identificados pelas análises de Cluster e SIMPROF foram submetidos à análise de espécies indicadoras (ISA), para identificar as famílias de larvas de peixes responsáveis pela formação dos grupos. A análise ISA é baseada na frequência de ocorrência e abundância relativa de cada táxon nos diferentes grupos definidos *a priori* (DUFRENE & LEGENDRE, 1997).



A associação das variáveis oceanográficas com os sítios amostrais e estrutura do ictioplâncton de superfície foi investigada através da Análise Canônica de Coordenadas Principais (CAP) baseada em uma análise canônica de correlação (ANDERSON & WILLIS, 2003). A similaridade entre os sítios amostrais foi calculada pelo índice de similaridade de Bray-Curtis sobre a matriz de abundância de ovos e larvas de peixes, transformada por raiz quarta (FIELD et al., 1982), agrupados até o nível taxonômico de família. A matriz de variáveis oceanográficas foram utilizadas com dados somente coletados na superfície, para obedecer a mesma ordem de amostragem do ictioplâncton. Foram também submetida à análise VIF, onde foram excluídas da análise as variáveis profundidade e nitrato+nitrato (BORCARD et al., 2011). A hipótese nula de independência entre as matrizes de variáveis resposta e explicativa foi testada através de teste de permutações (10000 iterações), onde foi testada a significância do traço estatístico, isto é, a soma de todos os autovalores canônicos (ANDERSON et al., 2008).

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Ambiente Oceanográfico

O ambiente oceanográfico foi caracterizado pelas variáveis oceanográficas medidas em cada estação oceanográfica nas águas da REBIO Arvoredo e entorno entre a superfície e o fundo (Tabela 3).

No inverno (Figura 2A) foi identificada a Água Subtropical de Plataforma (ASTP) com temperatura de superfície entre 18,5°C até 27°C e salinidade entre 33,5 até 36. Também foi identificada a presença da Pluma do Rio Tijucas (PRT) e águas do Canal Norte (CN) da Ilha de Santa Catarina com temperaturas menores do que 20°C e salinidade menor do que 33,5. No verão (Figura 2B) de 2015, foi registrada a presença da Água Tropical (AT) com temperaturas entre 18,5°C até 27°C e salinidade maior do que 36. Em amostras mais fundas registrou-se a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) com temperatura entre

16,5°C até 18,5°C e salinidade superior a 35,3. Foi registrada também a presença da Água Subtropical de Plataforma (ASTP) caracterizada por temperaturas maiores do que 18,5°C e salinidade entre 33,5 e 36.

No verão, a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) foi evidente somente nas amostras de fundo, principalmente no T2, atingindo as proximidades da Ilha Deserta (Figura 3 e 4). A Água Subtropical de Plataforma (ASTP) foi evidente em todas as estações de superfície e intermediárias de T1. Nas estações intermediárias do T2 foi encontrada Água Tropical (AT). No inverno, a Água Subtropical de Plataforma (ASTP) foi evidente em todas as estações, com exceção das estações próximas a desembocadura do Rio Tijuca (Figura 4). A Pluma do Rio Tijuca (PRT) foi encontrada somente nas estações próximas a desembocadura do rio (10 a 12 na superfície), sendo que a influência do Canal Norte (CN) ficou evidente nas estações próximas a saída do canal (1, 2, 8 e 9).

Tabela 3, página 37: Variáveis oceanográficas das campanhas do inverno de 2014 (i) e verão de 2015 (v). Para cada estação são exibidos os valores obtidos na profundidade de superfície, intermediária e fundo. Prof = profundidade, Nítri+Nitra = nitrito+nitrato, MST = material em suspensão total, MSI = material em suspensão inorgânico, MSO = material em suspensão orgânico.

Estação	Prof. local	Temperatura [°C]	Salinidade	Oxigênio Dissolvido (ml/L)	Ortofosfato (µM)	Silicato (µM)	Amônio (µM)	Nitri+Nitra (µM)	MST (mg/L)	MSI (mg/L)	MSO (mg/L)	Clorofila-a (mg/m <sup>3</sup> )
4i	1	19,09	33,76	4,57	0,30	1,86	0,99	0,9	14,5	12,8	1,7	6,81
4i	15	19,30	34,42	4,26	0,44	7,08	0,5	1,91	190,7	24,1	166,6	4,89
4i	48	18,51	34,53	4,06	0,63	6,92	0,63	1,57	20,5	18,1	2,4	2,78
10i	1	18,75	32,15	5,22	0,23	13,59	2,08	1,17	27,2	23,2	4,0	11,72
10i	2,5	19,10	31,81	4,79	0,28	7,25	1,45	0,91	17,6	15,2	2,4	6,57
10i	4,5	18,86	30,92	5,05	0,38	8,14	0,86	1,26	50,9	43,4	7,5	4,20
12i	1	18,67	32,47	5,39	0,49	8,40	5,29	0,70	14,4	12,3	2,0	19,21
12i	5	19,36	34,03	3,64	0,52	8,43	0,91	2,23	14,5	12,7	1,8	10,37
12i	15	18,52	34,67	3,90	0,55	6,62	1,68	0,6	55,4	49,7	5,7	2,57
14i	1	19,38	34,23	4,69	0,40	4,81	1,75	0,94	107,7	15,3	92,4	6,31
14i	7	19,39	34,23	4,57	0,35	3,1	0,33	0,29	158,3	15,1	143,3	6,64
14i	14	19,39	34,24	4,43	0,40	32,62	0,38	0,46	18,3	15,7	2,6	4,68
15i	1	18,90	34,21	4,47	0,47	4,8	0,24	0,97	16,4	14,4	2,0	5,00
15i	25	18,57	34,20	4,57	0,49	4,82	0,31	1,32	18,4	16,3	2,1	5,21
15i	42	18,52	34,22	3,88	0,52	6,83	0,27	2,76	21,8	19,5	2,3	2,67
16i	1	19,43	33,98	4,67	0,25	2,21	1,96	0,64	22,0	12,4	9,6	1,63
16i	25	19,40	34,42	4,11	0,37	2,8	2,46	1,34	16,9	14,3	2,6	7,40
16i	45	18,99	34,68	3,40	0,58	4,19	1,15	3,49	58,8	19,9	38,9	1,71
22i	1	19,49	33,56	5,23	0,37	1,05	0,9	0,49	17,5	14,5	3,0	5,57
22i	25	19,91	34,74	4,02	0,26	1,83	1,96	1,86	13,9	12,0	1,9	2,71
22i	48	18,52	34,77	4,09	0,49	5,33	1,28	3,06	21,0	18,5	2,5	0,51
4v	0	25,80	34,59	4,20	0,22	5,28	0,50	0,15	-	7,5	-	2,41
4v	25	17,84	35,80	3,05	0,90	10,81	0,40	5,16	9,7	8,8	0,9	3,02
4v	47	17,00	35,77	2,75	1,00	11,83	0,48	6,57	122,3	20,1	102,1	8,02
10v	0	26,55	33,90	4,70	0,29	11,05	2,57	0,21	66,4	56,4	10,0	2,99
10v	2	26,49	34,14	3,97	0,29	14,28	0,42	0,17	534,0	54,2	479,8	3,19
10v	4	26,49	34,14	3,89	0,34	8,65	0,75	0,44	67,8	57,6	10,2	2,15
12v	0	26,09	34,00	3,83	0,30	8,46	1,10	0,17	13,3	11,0	2,3	2,72
12v	9	24,86	35,26	2,55	0,46	9,82	1,02	0,25	28,2	24,1	4,1	4,87
12v	18	22,86	35,53	2,35	1,09	19,66	1,59	5,04	24,9	21,5	3,4	10,19
14v	0	26,15	34,12	3,70	0,26	6,70	1,59	0,27	64,3	12,0	52,3	2,84
14v	8	24,54	34,98	3,06	0,40	5,18	1,26	0,26	13,6	11,6	2,0	5,15
14v	14	22,62	35,85	3,15	0,69	15,54	1,49	2,94	15,5	13,2	2,3	5,59
15v	0	26,32	34,70	4,02	0,22	2,94	0,60	0,27	28,8	11,6	17,2	0,78
15v	15	23,54	35,73	3,37	0,58	5,33	0,49	0,49	101,3	12,4	88,9	1,53
15v	17,3	21,54	35,61	3,09	0,99	5,05	0,67	0,22	58,6	11,0	47,6	0,64
16v	0	26,15	34,82	3,94	0,19	4,55	1,86	0,36	7,9	6,5	1,4	-
16v	25	19,79	36,05	3,64	0,96	9,53	0,79	1,43	14,6	12,0	2,6	12,37
16v	47	17,11	35,92	2,57	0,18	11,56	0,61	7,05	21,1	17,8	3,3	3,62
22v	0	26,22	34,95	3,91	0,21	5,01	1,30	0,22	5,5	4,6	0,9	2,66
22v	35	17,24	36,17	2,66	0,33	11,84	5,29	8,61	15,4	12,8	2,5	7,94
22v	47	17,30	36,08	2,49	0,25	14,91	0,68	7,50	18,1	15,5	2,6	6,21

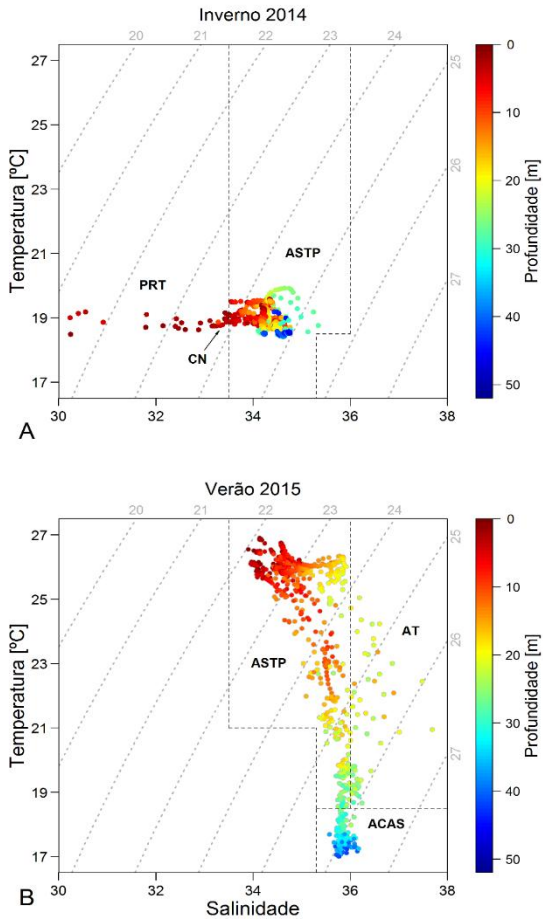


Figura 2: Diagrama T-S (temperatura e salinidade) das campanhas do inverno de 2014 (A) e verão de 2015 (B), com identificação das massas de água: Água Subtropical de Plataforma (ASTP), Pluma do Rio Tijucas (PRT), Canal Norte (CN), Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS).

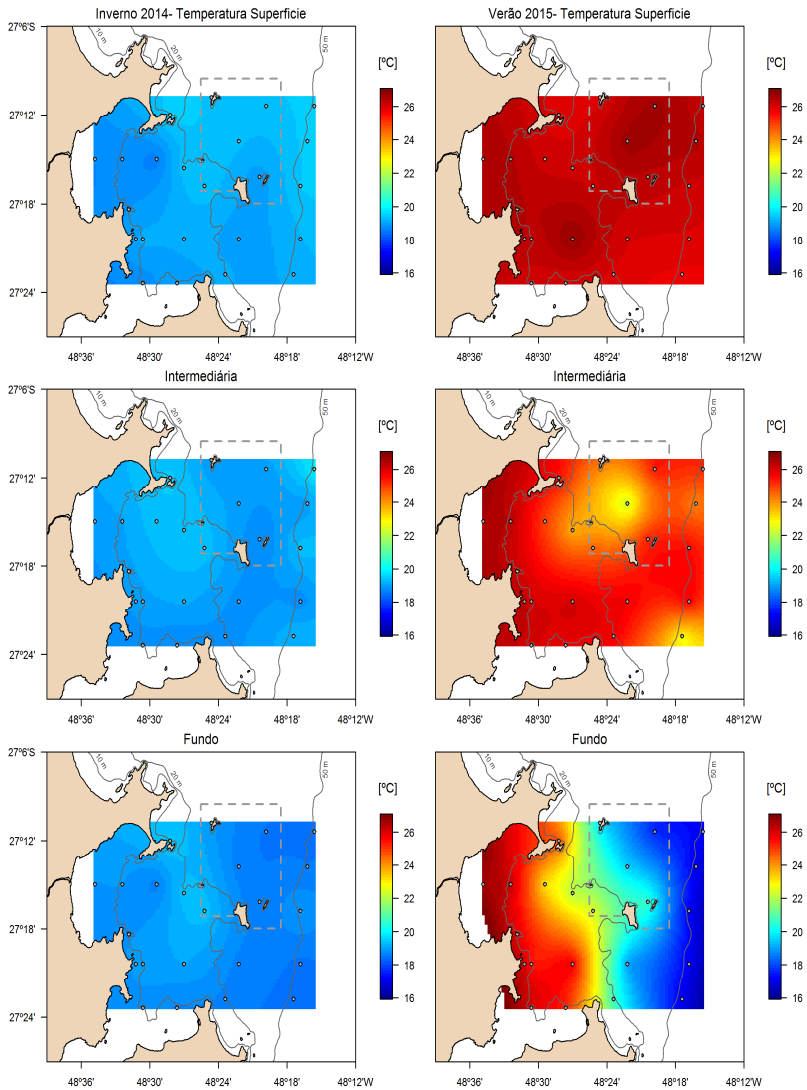


Figura 3: Distribuição horizontal da temperatura na superfície, profundidade intermediária e no fundo, durante o inverno de 2014 e verão de 2015, na REBIO Arvoredo e entorno.

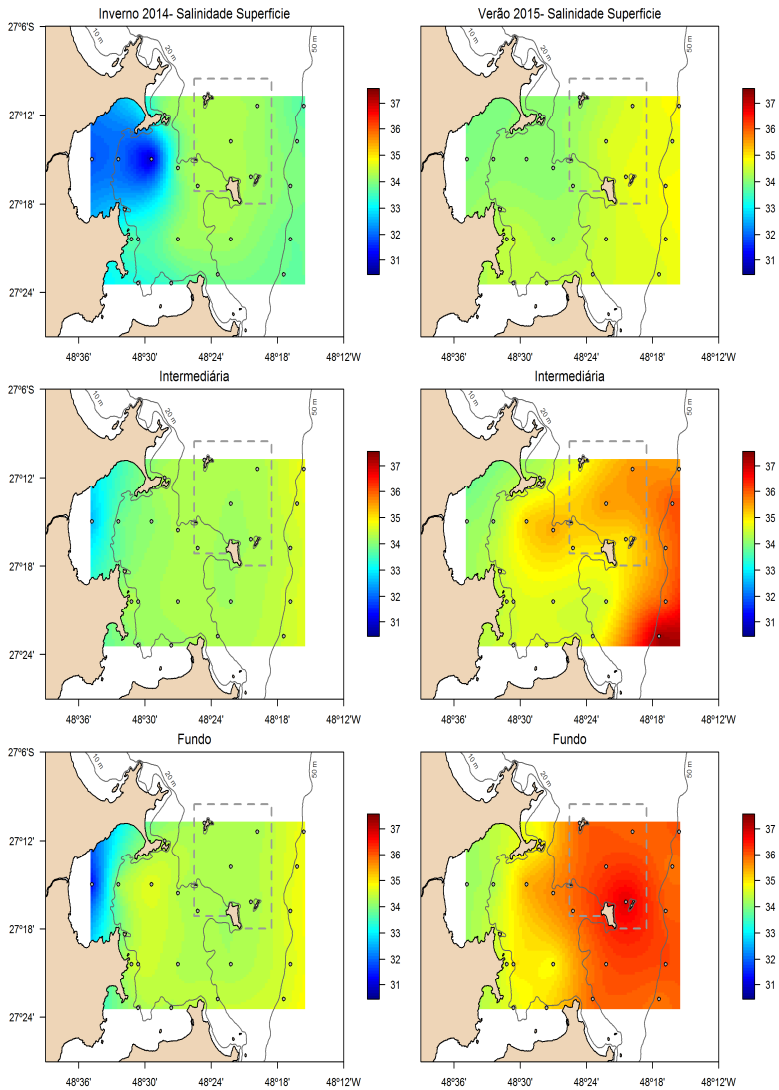


Figura 4: Distribuição horizontal da salinidade na superfície, profundidade intermediária e no fundo, durante o inverno de 2014 e verão de 2015, na REBIO Arvoredo e entorno.

A temperatura (Tabela 3) variou no inverno entre um mínimo de 18,51°C e máximo de 19,91°C, sendo que no verão o valor mínimo foi de 17°C no fundo (st 4) e máximo de 26,55°C na superfície (st 10). A distribuição da temperatura no inverno (Figura 3) se manteve homogênea entre a superfície e o fundo, enquanto no verão houve diferenças principalmente entre a superfície e o fundo com a intrusão de águas com temperaturas inferiores a 20°C nas proximidades das Ilhas das Galés, Deserta e Arvoredo.

A salinidade (Tabela 3) no inverno apresentou valor mínimo de 30,92 e máximo de 34,77. As menores salinidades foram observadas nas estações próximas a desembocadura do Rio Tijucas, enquanto que nas outras estações foram observados valores de salinidade entre 33,5 e 35 (Figura 4). No verão, a salinidade variou entre 33,9 e 36,17 (Tabela 3). A estação próxima à desembocadura do Rio Tijucas registrou o menor valor, e as estações do T2 registraram valores maiores do que 34 em todas as profundidades, sendo que a estação 4 na profundidade intermediária apresentou valor superior a 36,5 (Figura 4). A estação próxima à Ilha Deserta foi onde ocorreu o valor mais alto (37).

A profundidade da zona eufótica (ZEU) foi apresentada em relação à profundidade local (% da prof. local). A distribuição do ZEU no inverno (Figura 5) foi inferior a 50% da profundidade local em toda a área, mostrando pouca penetração de luz na coluna de água, mesmo em áreas rasas. No verão, o ZEU foi superior à 60% da profundidade local, em quase toda a região amostrada, atingindo valores máximos (i.e. penetração total de luz em toda a coluna de água) ao redor das Ilhas do Arvoredo e Deserta, Calhau de São Pedro e estações entre a REBIO e Ilha de Santa Catarina (Figura 5).

Os perfis de temperatura, salinidade e fluorescência para as estações selecionadas, mostram a coluna de água homogênea na maioria das estações no inverno. A estação 12 mostrou uma estratificação da coluna de água para a salinidade, com valores inferiores a 34,0 na camada superficial (profundidade < 5 m), o que indica a presença da pluma do Rio Tijucas (Figura 6). No verão (Figura 7) ocorreu a estratificação térmica da coluna de água resultante do maior aquecimento da camada superficial e intrusão de águas frias na camada mais funda. Nas estações com profundidade local superior aos 20 m, a termoclina é mais acentuada entre os 20 e 25 m, com a queda da

temperatura dos 26°C para valores menores do que 18°C. Nessa mesma faixa de profundidade, a salinidade apresentou um acréscimo e a fluorescência seu pico máximo.

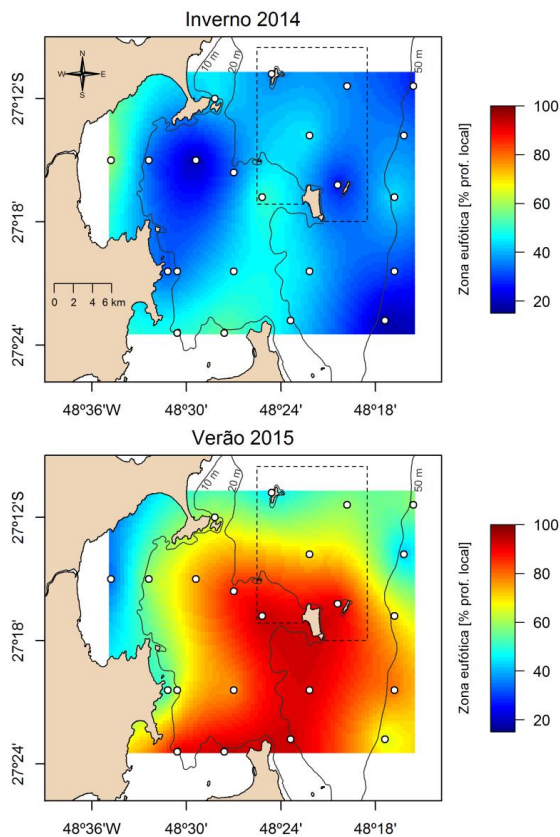


Figura 5: Distribuição da profundidade da zona eufótica (ZEU) em relação a profundidade local (% da prof. local), durante o inverno de 2014 e verão de 2015, na REBIO Arvoredo e entorno.



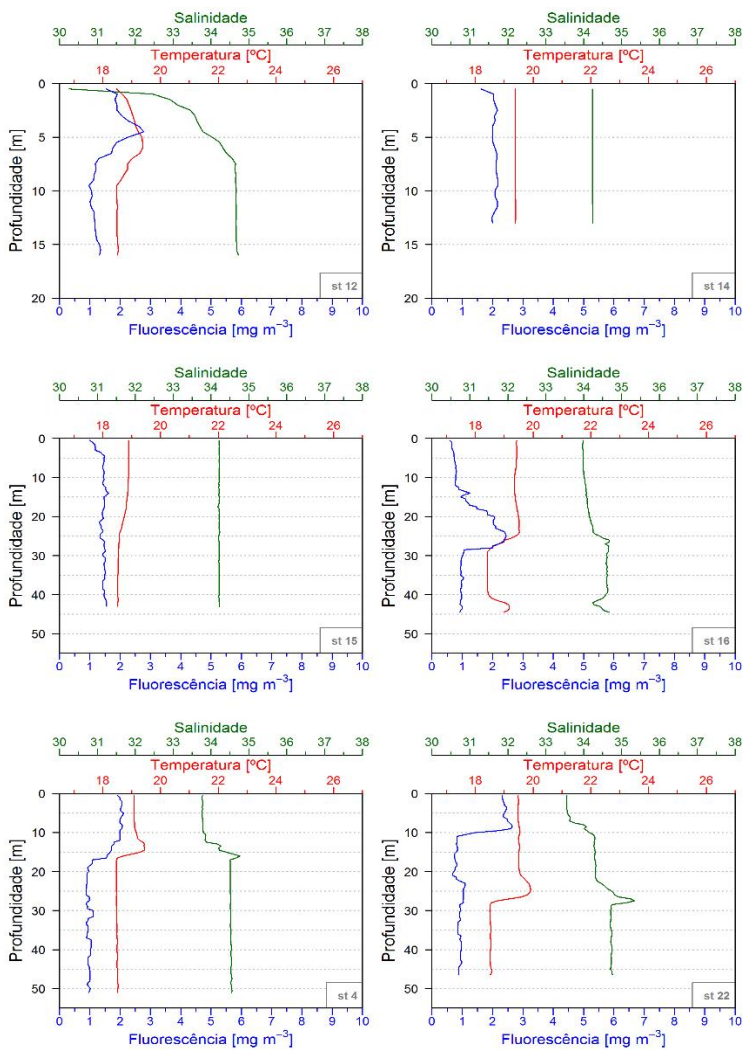


Figura 6: Perfil vertical de temperatura, salinidade e fluorescência das estações selecionadas para análise do icteoplâncton (exceto estação 10), campanha do inverno de 2014.

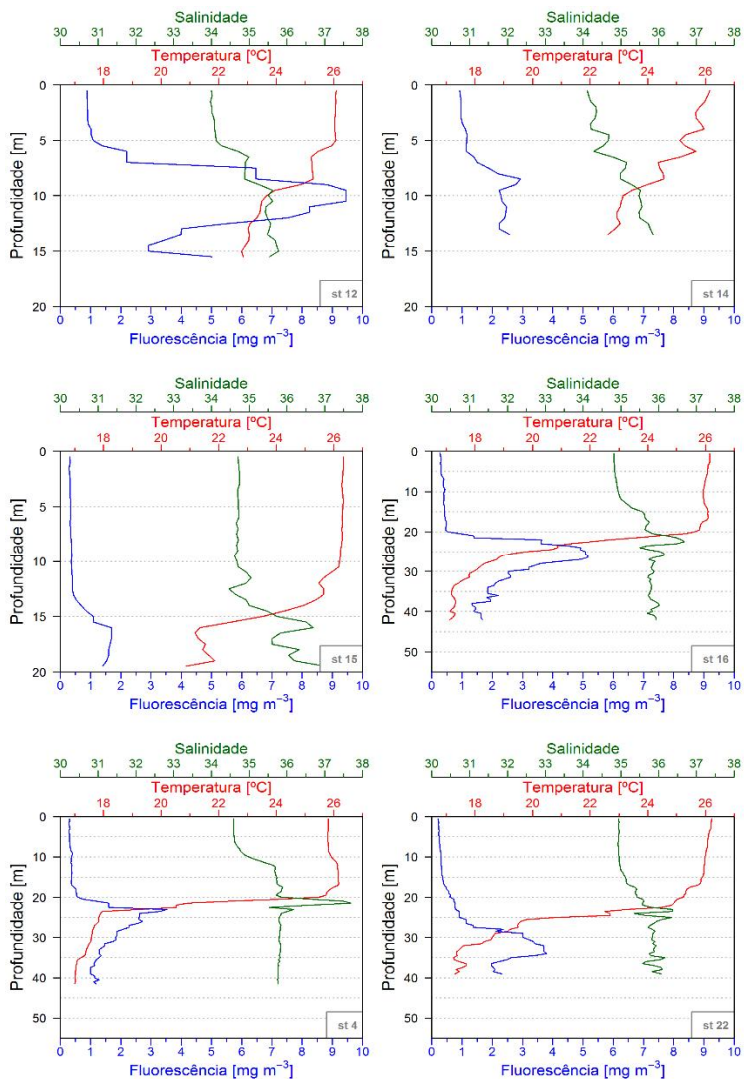


Figura 7: Perfis de temperatura, salinidade e fluorescência das estações selecionadas (exceto estação 10) para análise e identificação do ictioplâncton, campanha do verão de 2015.

No inverno, foram registrados maiores valores de amônio em superfície (0,5  $\mu\text{M}$  á 5,29  $\mu\text{M}$ ) nas estações próximas a desembocadura do Rio Tijucas e no T1 (st. 10, 12, 16) (Tabela 3). No verão, os valores de amônio em superfície variaram entre 0,40  $\mu\text{M}$  á 5,29  $\mu\text{M}$  (Tabela 3). O silicato variou em superfície e fundo, sendo que maiores concentrações foram encontradas no fundo, sendo que no inverno foram registrados os menores valores. O ortofosfato variou principalmente nas amostras de verão em todas as profundidades. Já o inverno apresentou valores ainda menores de ortofosfato em superfície e fundo (Tabela 3). Com relação aos registros de Nitrato+Nitrito, foi encontrada uma maior variação principalmente no verão, onde ocorreram maiores concentrações nas amostras de profundidade intermediárias e de fundo. No inverno, foram registrados valores menores que 4  $\mu\text{M}$  em todas as profundidades. O oxigênio dissolvido foi registrado com maiores valores no inverno principalmente na superfície (> 4,0  $\text{mg L}^{-1}$ ). No verão, ocorreram valores menores na profundidade intermediária e principalmente nas amostras de fundo. A estação na desembocadura do Rio Tijucas (st. 10) foi o local com maiores valores de oxigênio dissolvido nos dois períodos.

Os valores de clorofila-a variaram em todas as profundidades. Na superfície, foram registrados valores mais elevados no inverno, enquanto que no verão, os valores máximos foram registrados nas amostras de profundidade intermediárias e de fundo. Os registros de material em suspensão inorgânico (MSI), orgânico (MSO) e total (MST), foram bastante similares. Os menores valores foram registrados no T2 durante o verão ( 0,9  $\text{mg L}^{-1}$  (MSO) - 5,5  $\text{mg L}^{-1}$  para MST). Valores mais elevados s também foram registrados no verão (534,0  $\text{mg L}^{-1}$  - MST; 479,8  $\text{mg L}^{-1}$  - MSO e 57,6  $\text{mg L}^{-1}$  - MSI), sendo que todos foram registrados na estação próxima a desembocadura do Rio Tijucas (st. 10).

A análise de componentes principais (PCA) (Figura 8) explicou 56,1% da variabilidade das variáveis oceanográficas em relação aos sítios amostrais em diferentes profundidades, quando considerados os três primeiros eixos. O primeiro eixo (PC1), que explicou 29,6% de variância total (Figura 8A), representa a variação costa – isóbata de 50m e separou principalmente as amostras de superfície das amostras intermediárias e de fundo,

onde mostra uma variação de amostras de acordo com a profundidade local. Amostras intermediárias e de fundo estão relacionadas com maior salinidade e maior concentração de ortofosfato, silicato, nitrato+nitrato, em oposição à concentração de oxigênio dissolvido.

O eixo PC2 (14,2% de explicação) separou as amostras de inverno das amostras de verão em todas as profundidades, mostrando a variação temporal. As amostras de verão estão relacionadas com um aumento de temperatura, principalmente na superfície, assim como maior concentração de amônio e material em suspensão orgânico (MSO). As amostras de inverno foram relacionadas positivamente com o vetor de concentração de oxigênio dissolvido tanto nas profundidades de superfície, como na intermediária e no fundo. No entanto, apresentaram maior concentração principalmente na superfície. Amostras de profundidades intermediárias foram relacionadas com uma maior concentração de material em suspensão inorgânico (MSI).

O eixo PC3 (Figura 8B) (12,3% de explicação) foi positivamente relacionado com MSO e MSI de amostras intermediárias e de fundo. A relação foi negativa com amostras contendo alta concentração de amônio e clorofila-a, nas amostras de superfície das estações 10 e 12 no inverno, e amostras de fundo das estações 12 e 2 do verão. A separação entre inverno e verão representada pelo eixo 2 (PC2) não fica evidente.

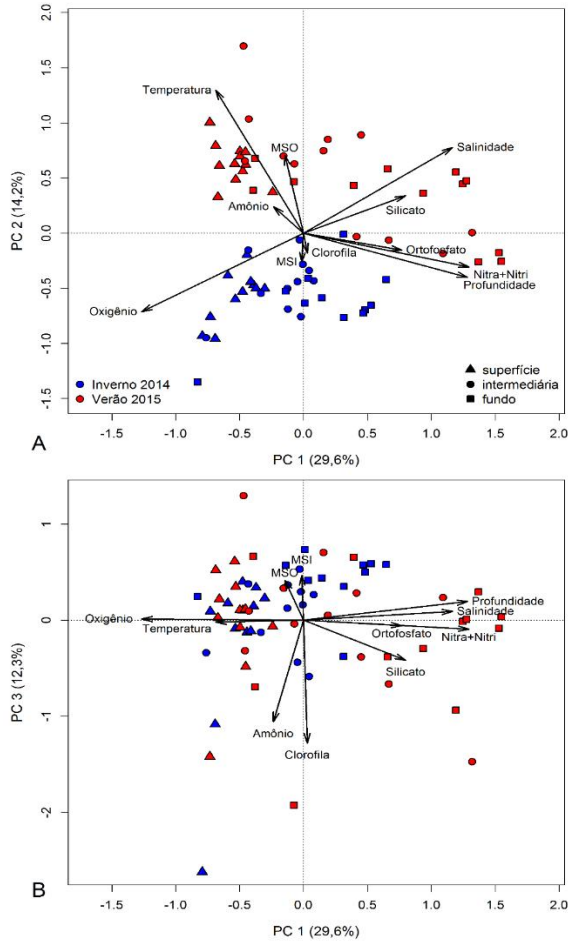


Figura 8: Resultado da análise de componentes principais (PCA) das variáveis oceanográficas em relação as amostras em diferentes profundidades (superfície, intermediária e fundo) nas campanhas do inverno de 2014 e verão de 2015. Os vetores indicam a contribuição de cada variável aos dois primeiros componentes principais (A) e em relação ao primeiro e terceiro componentes principais (B).

## 6.2 O ictioplâncton de superfície

Foram capturados 1537 ovos, com abundância média total de  $349,16 \pm 210,01$  (EP) ind.  $100 \text{ m}^{-3}$ . No inverno de 2014 a abundância média foi de  $508,23 \pm 422,94$  (EP) ind.  $100 \text{ m}^{-3}$ , enquanto que no verão de 2015 foi encontrada uma abundância média de  $190,09 \pm 61,74$  (EP) ind.  $100 \text{ m}^{-3}$ . O estágio de desenvolvimento de ovos sem embrião foi o mais abundante no inverno de 2014. No verão de 2015 a abundância mais representativa foi do estágio de embrião inicial (Tabela 4). A distribuição dos ovos de peixes mostrou maior abundância nas estações ao longo do T1, sendo as estações próximas à desembocadura do Rio Tijucas e Ilha Deserta foram as mais abundantes no inverno (Figura 8). No verão, a estação do Calhau de São Pedro e a estação mais ao norte localizado no T2 também foram importantes sítios de desova. Foram identificados ovos de Engraulidae e Clupeidae no inverno de 2014. Os ovos de Engraulidae foram encontrados na estação do Calhau de São Pedro e Ilha Deserta, enquanto os ovos de Clupeidae foram encontrados na desembocadura do Rio Tijucas.

Tabela 4: Abundância média (ind.  $100 \text{ m}^{-3}$ ) de ovos de peixes e frequência de ocorrência (FO%) por estágio de desenvolvimento e táxons identificados.

Estágios/Táxon	Inverno		Verão	
	Abundância	FO%	Abundância	FO%
Sem Embrião	$268,96 \pm 268,34$	28,6	$18,79 \pm 14,31$	71,4
Embrião Inicial	$187,16 \pm 117,62$	100,0	$166,97 \pm 63,11$	71,4
Embrião Desenvolvido	$52,12 \pm 39,91$	100,0	$37,24 \pm 31,25$	57,1
Engraulidae	$6,30 \pm 5,09$	28,6	—	—
Clupeidae	$1,16 \pm 1,16$	14,3	—	—

Foram capturados 232 larvas de peixes, com maior abundância no verão de 2015 do que no inverno de 2014. No verão de 2015, a abundância média foi de  $55,87 \pm 32,16$  (EP) ind.  $100 \text{ m}^{-3}$ , e no inverno de 2014 foi de  $6,87 \pm 4,21$  (EP) ind.  $100 \text{ m}^{-3}$ . Larvas em estágio de desenvolvimento em pré-flexão foram mais abundantes no verão, sendo que larvas vitelinas, flexão e pós-flexão, e foram as mais abundantes no inverno (Tabela 5). As distribuições das larvas no inverno ficaram restritas somente a quatro estações, e foram mais abundantes nas estações próximas a REBIO Arvoredo (Calhau de São Pedro e Ilha Deserta). As estações localizadas na desembocadura do Rio Tijucas e ao norte do T2 foram as menos abundantes. No verão, foram encontradas larvas em todas as estações, sendo que as estações do T1 foram as mais abundantes, principalmente na desembocadura do Rio Tijucas, Calhau de São Pedro e Ilha Deserta. As estações do T2 mais abundantes foram às localizadas ao sul do transecto (Figura 9).

Tabela 5: Abundância média (ind.  $100 \text{ m}^{-3}$ ) de larvas de peixes e frequência de ocorrência (FO%) por estágio de desenvolvimento.

Estágios larvares	Inverno		Verão	
	Abundância	FO%	Abundância	FO%
Vitelinas	$3,56 \pm 1,94$	42,86	$1,88 \pm 1,32$	28,57
Pré-flexão	$2,22 \pm 1,20$	42,86	$40,95 \pm 21,54$	100,00
Flexão	—	—	$2,00 \pm 1,79$	28,57
Pós-flexão	—	—	$5,16 \pm 4,49$	28,57
Não identificadas	$1,07 \pm 1,07$	14,29	$5,89 \pm 3,02$	71,43

As larvas de peixes foram classificadas em 23 táxons pertencentes a 14 famílias e 4 ordens (Tabela 6). A identificação foi até o nível específico para 6 dos 23 táxons, enquanto 7 foram identificados até gênero e podem representar uma ou mais espécies (p.ex., *Seriola* spp., *Eucinostomus* spp.). Alguns táxons foram identificados até família (p.ex., Serranidae, Achiridae). Larvas leptocéfalas foram identificadas apenas até ordem devido à dificuldade de identificação (Tabela 7). Os

táxons mais abundantes foram *Eucinostomus spp.*, *Seriola spp.*, *Anisotremus spp.* e *Cetengraulis edentulus*. Alguns táxons foram frequentes apesar da baixa abundância média (p.ex: *Harengula jaguana*, *Parona signata*, *Pomatomus saltatrix* e Sciaenidae) (Tabela 7).

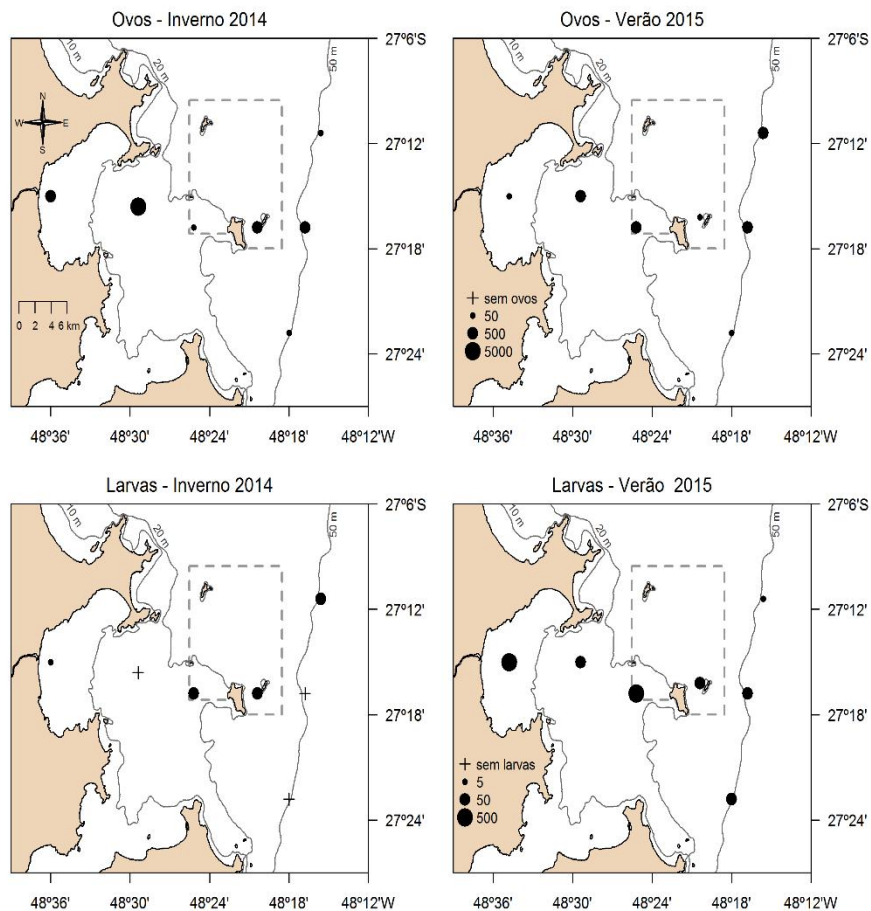


Figura 9: Distribuição da abundância (ind. 100 m<sup>-3</sup>) de ovos e larvas de peixes na REBIO do Arvoredo e entorno no inverno de 2014 e verão de 2015.



Tabela 6: Lista taxonômica das larvas de peixes encontradas na REBIO Arvoredo e entorno no inverno de 2014 e verão de 2015.

<b>Ordem</b>	<b>Família</b>	<b>Espécie/ Táxon</b>
Anguilliformes		
Clupeiformes	Clupeidae	
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Harengula jaguana</i> (Poey,1865)
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier,1829)
Perciformes	Echeneidae	<i>Remora</i> spp.
Perciformes	Carangidae	<i>Seriola</i> spp.
Perciformes	Carangidae	<i>Parona signata</i> (Jenyns,1841)
Perciformes	Serranidae	
Perciformes	Sciaenidae	
Perciformes	Sciaenidae	<i>Cynoscion</i> spp. <i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest,1823) <i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus,1766)
Perciformes	Pomatomidae	
Perciformes	Gerreidae	<i>Eucinostomus</i> spp.
Perciformes	Gerreidae	<i>Eugerres</i> spp.
Perciformes	Haemulidae	
Perciformes	Haemulidae	<i>Anisotremus</i> spp.
Perciformes	Kyphosidae	<i>Kyphosus</i> spp.
Perciformes	Blenniidae	
Perciformes	Dactyloscopidae	
Perciformes	Gobiidae	
Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus,1758)
Pleuronectiformes	Achiridae	

A composição de larvas no inverno por estação de coleta mostrou uma baixa diversidade de riqueza e abundância no período (Figura 10). Foram identificadas somente Scianidae, Engraulidae e Achiridae na estação do Calhau de São Pedro, a qual foi a mais diversificada. Em contraste, no verão, foram identificadas 11 famílias a mais do que no inverno e a abundância foi cerca de 10 vezes maior (Figura 10). A estação próxima ao Calhau de São Pedro (st 14) também foi a que ocorreu maior abundância e número de famílias (Haemulidae, Gerreidae, Echeneidae, Dactyloscopidae, Clupeidae, Carangidae e Blenniidae) com uma abundância de 171,41 ind. 100 m<sup>-3</sup>. A estação 12 do T1 foi a segunda mais diversa, apesar da baixa abundância (26,46 ind. 100 m<sup>-3</sup>), onde foi registrada a única ocorrência da família Gobiidae. A estação em frente a desembocadura do Rio Tijucas (st 10) apresentou a mesma composição da estação 14 no inverno. As estações 4, 16 e 22 do T2 compartilharam algumas famílias (Carangidae, Gerreidae), sendo que a estação 4 foi a mais diversificada, mesmo apresentando pouca abundância.

Tabela 7: Composição de larvas de Peixes com abundância (ind. 100 m<sup>3</sup>) média ( $\pm$  erro padrão), abundância (Ab.), frequência de ocorrência (FO%) e quantidade capturada (Quant. Cap).

Espécie/ Táxon	Inverno		Verão		Quant. Cap.
	Ab.	FO%	Ab.	FO%	
Anguilliformes	—	—	0,32 $\pm$ 0,32	14,29	1
Clupeidae	—	—	0,32 $\pm$ 0,32	14,29	1
<i>Harengula jaguana</i>	—	—	3,28 $\pm$ 2,68	28,57	11
<i>Cetengraulis edentulus</i>	—	—	6,19 $\pm$ 6,19	14,29	34
Engraulidae	0,38 $\pm$ 0,38	14,29	0,18 $\pm$ 0,18	14,29	2
<i>Remora</i> spp.	—	—	0,95 $\pm$ 0,67	28,57	4
<i>Seriola</i> spp.	—	—	8,52 $\pm$ 7,52	42,86	28
<i>Parona signata</i>	—	—	2,13 $\pm$ 1,79	28,57	7
Serranidae	—	—	0,54 $\pm$ 0,54	14,29	2
Sciaenidae	1,52 $\pm$ 1,52	14,29	4,91 $\pm$ 4,31	28,57	35
<i>Cynoscion</i> spp.	0,37 $\pm$ 0,37	14,29	—	—	2
<i>Micropogonias furnieri</i>	0,71 $\pm$ 0,71	14,29	—	—	2
<i>Pomatomus saltatrix</i>	—	—	0,58 $\pm$ 0,38	28,57	2
<i>Eucinostomus</i> spp.	—	—	8,98 $\pm$ 4,74	71,43	30
<i>Eugerres</i> spp.	—	—	0,27 $\pm$ 0,27	14,29	1
Haemulidae	—	—	0,31 $\pm$ 0,31	14,29	1
<i>Anisotremus</i> spp.	—	—	6,89 $\pm$ 6,28	28,57	23
<i>Kyphosus</i> spp.	—	—	0,31 $\pm$ 0,31	14,29	1
Blenniidae	—	—	0,30 $\pm$ 0,30	14,29	1
Dactyloscopidae	—	—	0,30 $\pm$ 0,30	14,29	1
Gobiidae	—	—	0,81 $\pm$ 0,81	14,29	2
Achiridae	0,38 $\pm$ 0,38	14,29	—	—	1
<i>Achirus lineatus</i>	—	—	0,18 $\pm$ 0,18	14,29	1
Não identificadas	1,07 $\pm$ 1,07		5,89 $\pm$ 3,02		24
	7,99 $\pm$ 3,57		54,06		
<b>Total de Larvas</b>			$\pm$ 26,34		

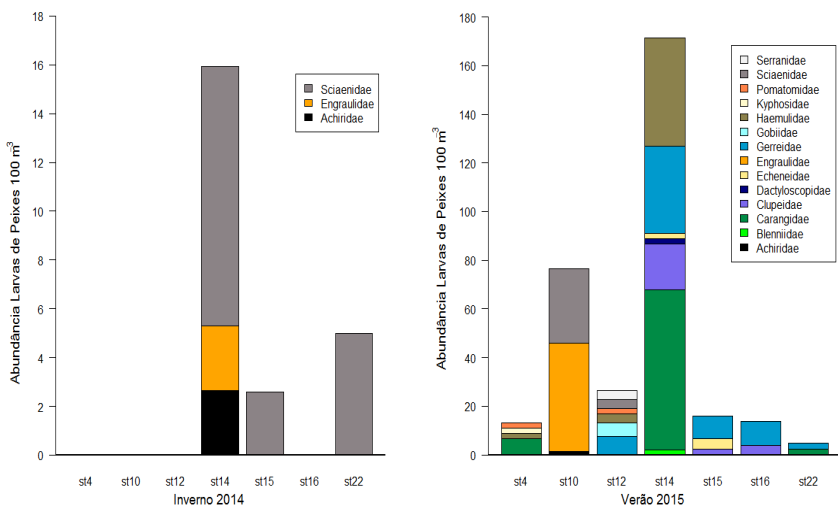


Figura 10: Composição da abundância (ind. 100 m<sup>-3</sup>) de larvas de peixes por estação oceanográfica e período de coleta. Notar as diferenças de escala no eixo Y.

A análise de agrupamento e o nMDS (Figura 11) mostraram uma separação das assembleias de larvas principalmente entre verão e inverno. O grupo A foi composto apenas pelas amostras de inverno próximas a Ilha Deserta e a isóbata de 50 m onde ocorreram apenas larvas de Sciaenidae (Figura 10). O grupo B foi composto pelas estações próximas ao Calhau de São Pedro durante inverno, pelas amostras de verão na desembocadura do Rio Tijucas. Ambas as amostras tinham a mesma composição (Figura 10). O grupo C foi formado por todas as estações do verão do T1 (exceto a estação 10) e todas do T2. A análise de espécies indicadoras (ISA) indicou Engraulidae e Achiridae como táxons formadores do grupo B, e Gerreidae como táxon formador do grupo do verão (grupo C). O grupo exclusivo do inverno (grupo A) não apresentou táxon indicador significativo (Tabela 8).

Tabela 8: Resultado da análise de espécies indicadoras (ISA) de acordo com os grupos indicadores na Figura 10. Táxons indicadores destacados em negrito.

Táxon	Valor de indicação (%)			Monte valor de
	Grupo A	Grupo B	Grupo C	
<b>Achiridae</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0,040</b>
Blenniidae	0	0	17	1,000
Carangidae	0	0	50	0,300
Clupeidae	0	0	50	0,340
Dactyloscopidae	0	0	17	1,000
Echeneidae	0	0	33	0,886
<b>Engraulidae</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0,042</b>
<b>Gerreidae</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>83</b>	<b>0,023</b>
Gobiidae	0	0	17	1,000
Haemulidae	0	0	50	0,294
Kyphosidae	0	0	17	1,000
Pomatomidae	0	0	33	0,917
Sciaenidae	37	56	1	0,311
Serranidae	0	0	17	1,000

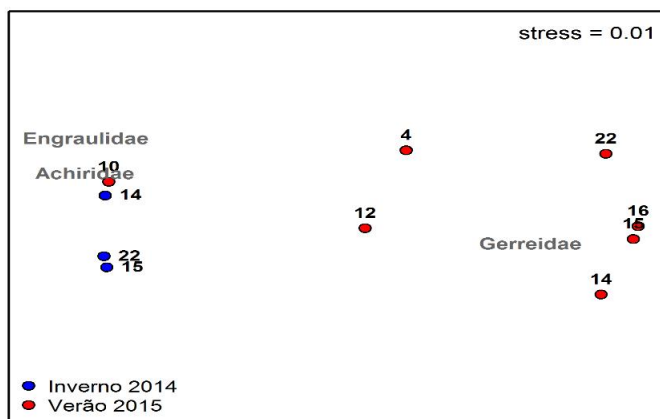
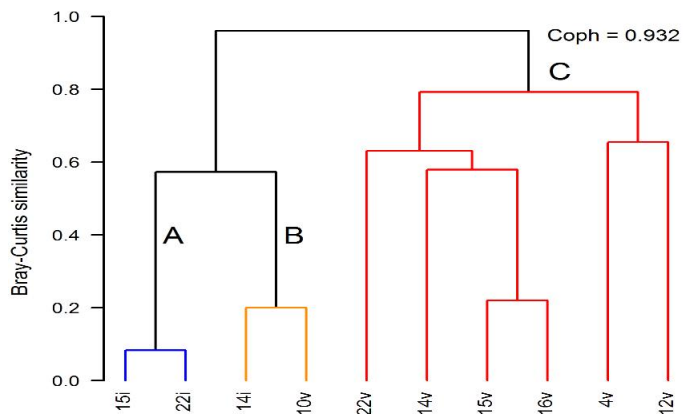


Figura 11: Análise de agrupamento das estações oceanográficas (figura superior) e ordenação pelo escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) (figura inferior) calculados pelo índice de similaridade de Bray-Curtis em relação a abundância de 14 famílias de larvas de peixes. Em destaque no nMDS, famílias indicadoras dos grupos formados pela análise de agrupamento e SIMPROF.

### **6.3 Distribuição do ictioplâncton de acordo com variáveis oceanográficas**

A análise canônica de coordenadas principais (CAP) explicou 72% da variância do ictioplâncton em relação às variáveis oceanográficas (Figura 12) e demonstrou uma correlação significativa forte entre os dois conjuntos de dados, dada a alta correlação canônica dos 3 eixos ( $\delta > 0,90$ ). A ordenação do eixo 1 (CAP1) com o eixo 2 (CAP2) mostrou que as estações próximas à desembocadura do Rio Tijucas (st. 10 e st.12) no inverno tiveram mais ovos de Clupeidae e maior concentração de clorofila-a. Estações do T2 (st.22 e st.16) do verão na isóbata de 50 metros de profundidade foram relacionadas com maior concentração de silicato e maior abundância de ovos. Oxigênio dissolvido e salinidade foram associados a maior abundância de ovos de Engraulidae nas estações do T1 próximas a Ilha Deserta (st.15 e st.16) no inverno. Material em suspensão inorgânico foi associado às larvas de Sciaenidae, Engraulidae e Achiridae nas estações do T2 (st. 22) e estação 14 no inverno, e estação próxima à desembocadura do Rio Tijucas (st. 10) no verão. O material em suspensão orgânico foi relacionado apenas com Kephyrosidae na estação 4 no verão. Ortofosfato também foi associado somente a Pomatomidae na estação próxima a Ilha Deserta no verão.

O vetor de temperatura foi o mais relacionado à diversidade de famílias de larvas de peixes (Figura 12), Echeneidae, Carangidae, Haemulidae, Blenniidae, Dactyloscopidae, Clupeidae, Gerreidae, Gobiidae e Serranidae, somente com estações do verão sendo uma próxima ao Calhau de São Pedro (st. 14) e a outra próxima a desembocadura do Rio Tijucas (st. 12). Durante o inverno, a ordenação do eixo CAP2 com CAP3 mostrou uma maior relação da salinidade com as estações próximas a Ilha Deserta (st. 15) e ao Calhau de São Pedro (st. 14) com ovos de Engraulidae, e larvas de Engraulidae, Achiridae e Sciaenidae. O eixo 3 foi positivamente relacionado com silicato e ortofosfato, além da salinidade e material em suspensão inorgânico. O vetor da temperatura foi associado apenas com o eixo 2 separando as campanhas de verão e inverno, com exceção da estação 10 do verão, localizada na desembocadura do Rio Tijucas, que apresentou composição igual à estação 14 no inverno (Figura 10).

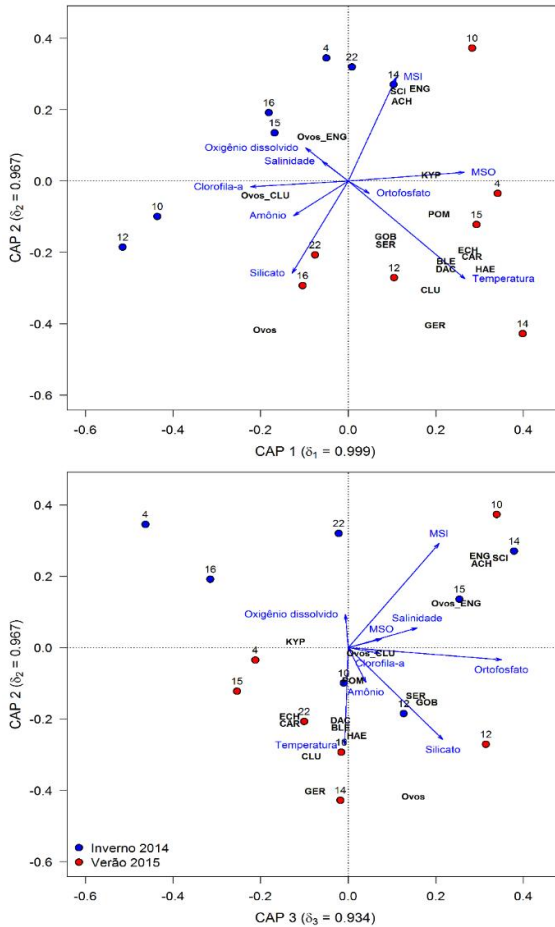


Figura 12: Plano fatorial da análise canônica de coordenadas principais (CAP) ordenando os sítios amostrais e a composição do ictioplâncton condicionada pelas variáveis oceanográficas. Ovos\_ENG(Ovos Engraulidae), Ovos\_CLU(Ovos Clupeidae), ENG(Engraulidae), SCI(Sciaenidae), ACH(Achiridae), KYP(Kyphosidae), POM(Pomatomidae), ECH(Echeneidae), CAR(Carangidae), HAE (Haemulidae), BLE(Blenniidae), DAC(Dactyloscopidae), CLU(Clupeidae), GOB(Gobiidae), SER(Serranidae), GER(Gerreidae).



## 7. DISCUSSÃO

O ictioplâncton das águas de superfície da REBIO Arvoredo e entorno apresentou uma diferença marcante em termos de abundância e riqueza de táxons entre os períodos de inverno e verão. Ovos de peixes foram mais abundantes no inverno, sendo que as larvas de peixes foram mais abundantes no verão. A distribuição espacial foi influenciada pela região costeira, principalmente pela Pluma do Rio Tijucas, e áreas mais próximas às ilhas do Arvoredo e Deserta. Locais como a baía do Rio Tijucas e proximidades foram mais importantes para a desova, enquanto locais como o Calhau de São Pedro, Ilha Deserta e estações localizadas na isóbata de 50 m foram importantes para o desenvolvimento larval.

A região da REBIO Arvoredo e entorno foi caracterizada pela presença da Água Subtropical de Plataforma (ASTP) no inverno e verão, e da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e Água Tropical (AT) durante o verão. Brandini et al. (2013) registraram na região próxima à Itajaí intrusão de ACAS no verão, Água Costeira misturada com Água da Pluma do Prata no inverno, e AT na plataforma externa (distância da costa > 100 km) ao longo de todo o período estudado (Novembro/2005 a Junho/2006). Becker (2014) também registrou a influência das mesmas massas de água no final da primavera sobre a composição e abundância de Copepoda, Cladocera e Chaetognatha, na plataforma continental de Santa Catarina. Além dessas massas de águas, o ambiente oceanográfico da REBIO Arvoredo e entorno foi caracterizado com a presença da Pluma do Rio Tijucas (PRT) e águas do Canal Norte da Ilha de Santa Catarina (CN), que contribuíram com o aporte de águas oriundas da drenagem continental. Rutkowski et al. (2011) identificaram a ASTP no inverno e ACAS no verão em amostragens realizadas principalmente no interior da REBIO Arvoredo, e nos mesmos períodos do ano, mas não identificaram a presença da PRT e das águas do CN.

A presença da ACAS no verão, rica em nutrientes, faz com que a produção primária da região costeira e ao seu redor aumente, oferecendo melhores condições para o desenvolvimento e sobrevivência de larvas de peixes (MATSUURA, 1996). Brandini et al. (2013) avaliaram a resposta da comunidade planctônica às intrusões de ACAS

na plataforma continental de Santa Catarina, e mostraram que a abundância do zooplâncton atingiu seu pico após o início da intrusão da ACAS e a diminuição da abundância, e o aumento da diversidade em direção costa-oceano. Obata (2016) analisou a distribuição espaço-temporal das massas de água, clorofila-a e material em suspensão a partir dos dados coletados na mesma série de cruzeiros na REBIO Arvoredo e entorno. Seus resultados mostraram que os principais responsáveis pelo aumento da clorofila-a no local foram a pluma do Rio Tijucas, aporte do CN e a intrusão da ACAS durante o verão, e as plumas do Rio Tijucas e Rio da Prata durante o inverno.

A composição de ovos e larvas de peixes foi semelhante à encontrada por Rutkowski et al. (2011) na região da REBIO Arvoredo. Além disso, os cruzeiros mais antigos e os mais recentes realizados na Plataforma Continental Sudeste-Sul (WEISS et al., 1976; MACEDO-SOARES et al., 2014) também registraram uma composição de espécies semelhante ao presente estudo, principalmente nas estações amostrais localizadas na região costeira. Se considerarmos a composição de peixes adultos na área de estudos, é possível identificar uma fauna semelhante de espécies recifais e pelágicos (ANDERSON et al., 2015; PINHEIRO et al., 2010).

O trabalho pioneiro de Rutkowski et al. (2011), na REBIO Arvoredo, identificou 21 táxons de larvas nos períodos entre 1997-1998 e 2007-2009, e somente 2 táxons de ovos (Engraulidae e Clupeidae), os mesmos encontrados no presente trabalho em regiões mais costeiras (< 50m). O verão também foi o período mais abundante, com maior abundância total tanto de ovos quanto de larvas em relação ao presente estudo. Na região de Ubatuba, Matsuura et al. (1992) encontraram ovos e larvas de Engraulidae durante o verão e o inverno, sendo que em regiões costeiras houve maior desova no verão e em região nerítica durante o inverno, mostrando que a família Engraulidae não apresenta um padrão sazonal, diferente de Clupeidae que é mais abundante no verão. A maior abundância de ovos recém-eclodidos (sem embrião e com embrião inicial) na região demonstra a utilização da REBIO Arvoredo e águas no entorno como área de desova. Larvas de Engraulidae foram encontradas neste trabalho no inverno e no verão, mas sua abundância foi maior no período do verão, corroborando com o padrão de sazonalidade descrita por Matsuura et al. (1992). Já a família Clupeidae foi encontrada somente no verão. Larvas de Sciaenidae são frequentemente encontradas em áreas rasas (IBAGY & SINQUE, 1995; COSTA et al., 2012), como a

região próxima à desembocadura do Rio Tijucas. Em uma região estuarina, Costa et al. (2012) encontraram alta abundância de larvas de *Cynoscion* spp. e *Micropogonias Furnieri* (também encontrados no presente estudo), que apresentaram grande transição entre regiões mais costeiras e mais próximas a REBIO Arvoredo. Os Sciaenidae incluem espécies importantes para a pesca na região Sudeste-Sul do Brasil (CERGOLE et al., 2005; LUCZKOVICH et al., 2008), o que torna importante o levantamento de principais locais de desova, e das condições que favorecem o desenvolvimento sobrevivência e recrutamento dessas espécies.

A variação sazonal e o gradiente costa-oceano na distribuição larval foram influenciados pela dinâmica das massas de água. Por exemplo, na Plataforma Continental compreendida entre o Cabo de Santa Marta (RS) e Cabo Frio (RJ), a composição do ictioplâncton é diferente entre a primavera e outono (Katsuragawa et al., 2014). Quando comparamos os resultados obtidos no presente estudo com os registrados por Katsuragawa et al (2014), a composição do ictioplâncton na primavera se assemelhou à composição identificada no verão no presente estudo. Táxons como Engraulidae, Clupeidae e Carangidae se associaram às águas enriquecidas pela intrusão da ACAS. Outras larvas também foram abundantes no verão, como Gerreidae que ocorreu em cinco das sete estações da REBIO Arvoredo e entorno, além de ser indicadora do grupo do verão. Haemulidae e Scianidae também foram importantes nas amostras de verão. *Cetengraulis edentulus* e *Harengula jaguana* também foram encontrados em altas densidades durante as estações na desembocadura do Rio Tijucas, Calhau de São Pedro e no Transecto 2, e também encontrados em outras regiões costeiras do Brasil (CASTRO et al., 2005)

A associação da composição do ictioplâncton com as variáveis oceanográficas mostraram que o período de verão favoreceu o desenvolvimento de larvas de peixes quando comparadas com o inverno. De acordo com Matsuura et al. (1992), as desovas e abundância de larvas de Engraulidae e Clupeidae foram maiores no verão. No entanto, Floeter et al. (2001) analisou a variação geográfica nas assembleias de peixes recifais adultos ao longo da costa brasileira. Esse estudo mostrou que a Ilha do Arvoredo é um ponto crítico do gradiente, onde a abundância e diversidade de peixes recifais diminuem devido as condições oceanográficas, como temperatura e transparência. A

temperatura é conhecida como uma importante condição ambiental a qual controla as taxas de crescimento e o metabolismo dos estágios iniciais dos peixes (PEPIN, 1991).

Outra condição registrada no verão que pode contribuir para a formação de um ambiente favorável ao desenvolvimento de larvas de peixes foi à intrusão da ACAS. Além de trazer águas mais fertilizadas para a região, a ACAS promove a estabilidade da coluna de água a partir da estratificação térmica, resultante do maior aquecimento da camada superficial e intrusão de águas frias no fundo (MATSUURA, 1996). A estabilidade da coluna de água contribui para os processos de concentração, onde a profundidade do pico de fluorescência corresponde à profundidade da termoclina, e processos de retenção das larvas nesses locais. Esses dois processos associados ao enriquecimento da coluna de água constituem a tríade responsável por promover o desenvolvimento larval e posterior sucesso de recrutamento (BAKUN, 2010). Matsuura & Kitahara (1995) mostraram que acima da termoclina, na camada de maior produção primária, ocorreram maiores abundâncias de ovos e larvas de sardinha e anchoita.

Sendo assim, pode-se afirmar que existe uma variação temporal na composição e abundância do ictioplâncton de superfície, visto que águas costeiras e oceânicas alteram a composição específicas das assembleias do ictioplâncton (FRANCO et al. 2006). A variação temporal do ictioplâncton se assemelhou com estudos realizados na região da Plataforma Sul brasileira (LOPES et al., 2006; KATSURAGAWA et al., 2014; MACEDO-SOARES, 2015), mostrando que a intrusão da ACAS no verão promove a disponibilidade de nutrientes que favorecem o desenvolvimento larval e o sucesso de recrutamento (MATSUURA, 1996; BAKUN, 2010). Por outro lado, a drenagem continental mais intensa no inverno, favorece as desovas nas regiões costeiras próximas a desembocadura de rios (CASTRO et al., 2005; IBAGY & SINQUE, 1995; WEISS et al., 1976), como a Baía do Rio Tijucas e o Canal Norte da Ilha de Santa Catarina.

O número de táxons identificados para a REBIO Arvoredo e entorno não foi bastante representativo quando comparado aos trabalhos recentes realizados em larga-escala na Plataforma Continental Sudeste-Sul (KATSURAGAWA et al., 2014; MACEDO-SOARES et al., 2014). Em parte, isso se deve ao menor número de amostras e a estratégia amostral

empregada. No entanto, o levantamento realizado evidencia a importância do local para a comunidade de peixes, como sítio reprodutivo e de desenvolvimento de larvas. Além disso, estudos de ictioplâncton podem auxiliar na identificação de áreas prioritárias para a conservação de peixes, protegendo áreas de desova, retenção e habitats essenciais para o desenvolvimento e manutenção da população adulta (COSTA et al., 2015). Considerando que a REBIO Arvoredo é uma área marinha protegida desde 1990, estudos de ictioplâncton podem auxiliar na contribuição desta unidade de conservação para finalidades de manejo pesqueiro, e conservação de espécies de importância ecológica. As estações dentro da delimitação da REBIO Arvoredo como Calhau de São Pedro e Ilha Deserta mostraram-se locais com alta abundância e riqueza taxonômica. Espera-se que em áreas protegidas exista uma maior produção de estágios particularmente vulneráveis de muitas espécies, uma vez que espera-se que a conservação dos habitats favoreça o desenvolvimento e recrutamento dos estágios iniciais de vida dos organismos marinhos (PALUMBI, 2001).

No presente estudo, foi registrada a ocorrência de ovos e larvas de peixes em todos os locais e períodos amostrados, principalmente no verão, o que indica que nesse período a REBIO Arvoredo e entorno representa uma área propícia para estes organismos. Sendo assim, estudos de ovos e larvas de peixes reforçam o importante papel da região como criadouro, e a necessidade de programas como o Projeto MAArE para a continuidade da sua conservação, manutenção e novas propostas de manejo.

## 8. Conclusão

A REBIO Arvoredo e entorno apresentaram condições favoráveis para a desova e desenvolvimento do ictioplâncton independente do período analisado. A variação temporal foi a principal característica que influenciou diretamente na composição do ictioplâncton, sendo o verão o período mais importante em termos de abundância e composição de larvas.

A ocorrência dos processos oceanográficos, como a intrusão da Água Central do Atlântico Sul no verão e a drenagem continental no inverno, promovem as condições necessárias para a reprodução dos peixes e o desenvolvimento larval na região. Alguns locais foram mais importantes em termos de maior quantidade de ictioplâncton e de táxons exclusivos em uma determinada estação oceanográfica, como as estações próximas a desembocadura do Rio Tijucas e estações próximas a REBIO Arvoredo, como o Calhau de São Pedro e Ilha Deserta.

Portanto, a partir dos resultados sugere-se a importância de um monitoramento contínuo em regiões como a REBIO Arvoredo e entorno principalmente nos locais de maior ocorrência de ovos e larvas e a integração dos processos oceanográficos com as variações na distribuição e composição do ictioplâncton. Além disso, sugere-se uma melhor investigação da composição ictioplânctônica nas estações do Projeto MAArE que não foram analisadas nesse trabalho, para que futuros resultados possam avaliar e entender a região da REBIO Arvoredo como um todo.

## Referências bibliográficas

ACHA, E. M., MIANZAN, H. W., GUERRERO, R. A., FAVERO, M., & BAVA, J. (2004). **Marine fronts at the continental shelves of austral South America: physical and ecological processes.** *Journal of Marine systems*, 44(1), 83-105.

AIDAR, E.; GAETA, S. A.; GIANESELLA-GALVÃO, S. M .F.; KUTNER, M. B.; TEIXEIRA, C. (1993). **Ecossistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila-a e suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba,SP.** Publ. esp. Instituto Oceanográfico. São Paulo. 10: 9-43p.

AMARAL, A.C.Z. & JABLONSKI, S. (2005). **Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil.** Megadiversidade, 1(1).

ANDERSON, A. B., CARVALHO-FILHO, A., MORAIS, R. A., NUNES, L. T., QUIMBAYO, J. P., & FLOETER, S. R. (2015). **Brazilian tropical fishes in their southern limit of distribution: checklist of Santa Catarina's rocky reef ichthyofauna, remarks and new records.** *Check List*, 11(4), 1688.

ANDERSON, M.J. et al. (2008). **PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods.** – PRIMER-E.

ANGER, K. (2001). **The Biology of Decapod Crustacean Larvae: Crustacean issues 14.** A. A. Balkema Publishers. 419 p.

APHA, A. W. W. A. (1985). WPCF (1989) **Standard methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association, Washington, DC, 198p.

BAKUN, A. (2010). **Linking climate to population variability in marine ecosystems characterized by non-simple dynamics: Conceptual templates and schematic constructs**. *Journal of Marine Systems*, 79: 361–373p.

BECKER, É. C. (2014). **Comunidade planctônica, especialmente copépodos, da plataforma continental de Santa Catarina (26-29° S): associação com processos oceanográficos e estrutura de tamanho de fitoplâncton**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal de Santa Catarina.

BOLTOVSKOY, D. (1981). **Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino**. INIDEP. 255-260p.

BONECKER, A. C. T. & CASTRO, M. S. (2006). **Atlas de larvas de peixes da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. Série Livros/Documentos Técnicos 19. Museu Nacional, UFRJ, Rio de Janeiro. 214 p.

BONECKER, A. C. T. ; BONECKER, S. L. C. ; BASSANI, C. (2009). **Plâncton marinho**. In: Renato Crespo Pereira; Abílio Soares-Gomes. (Org.). *Biologia marinha*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência. V. 9, 213-239p.



BOSCHI, E. E. (2000). **Species of decapod crustaceans and their distribution in the American marine zoogeographic provinces.** Revista de Investigacion y Desarrollo Pesquero V. 13, 7-64p.2000a.

BRAGA, E. S.; CHIOZZINI, V. C.; BERBEL, C. B. B.; MALUF, J. C. C.; AGUIAR, V. M. C.; CHARO, M.; MOLINA, D.; ROMERO, S. I.; EICHLER, B. B. (2008). **Nutrient distributions over the Southwestern South Atlantic continental shelf from Mar del Plata (Argentina) to Itajaí (Brazil): Winter – summer aspects.** Continental Shelf Research, v. 28, 164p.

BRANDÃO, M. C.; GARCIA, C. A. E.; FREIRE, A. S. (2015). **Large-scale spatial variability of decapod and stomatopod larvae along the South Brazil Shelf.** Continental Shelf Research, 107, 11-23p.

BRANDINI, F. P. (1986). **Hidrografia e características do fitoplâncton na região sueste do Brasil: produção primária, biomassa e composição.** Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 110p.

BRANDINI, F. P. (1990). **Hydrography and characteristics of the phytoplankton in shelf and oceanic waters off southeastern Brazil during winter (July/August 1982) and summer (February/March 1984).** Hydrobiologia, 196: 111-148p.

BRANDINI, F. P., NOGUEIRA, M., SIMIÃO, M., CODINA, J. C. U., & NOERNBERG, M. A. (2013). **Deep chlorophyll maximum and plankton community response to oceanic bottom intrusions**

**on the continental shelf in the South Brazilian Bight.** *Continental Shelf Research*, 89, 61-75p.

BRANDINI, F. P.; LOPES, R. M.; GUTSEIT, K. S.; SPACH, H. L.; SASSI, R. (1997). **A Planctonologia na Plataforma Continental do Brasil: Diagnose e Revisão Bibliográfica.** Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal, IBAMA, Brasília.

BRANDINI, F. P.; MORAES, C. L. B.; THAMM, C. A. (1988). **Shelf break upwelling, subsurface maxima of chlorophyll and nitrite, and vertical distribution of a subtropical nano - and microplankton community off southeastern Brazil.** *Memórias do III Encontro Brasileiro de Plâncton*, Brandini, F.P. (ed.). UFPR, Caiobá, 47-56p.

BRASIL. (2004). Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Plano de Manejo da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo:** Encarte 4. Brasília. 8 p.

BRASIL. (1990). **Decreto nº 99142, de 12 de março de 1990.** Cria, no Estado de Santa Catarina, a Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, e dá outras providências.

CALAZANS, D.; MUELBERT, J. H.; MUXAGATA, E. (2011). **Organismos Planctônicos. Estudos Oceanográficos: Do Instrumental ao Prático.** *Editora Textos, Pelotas, RS*, Cap. 9, 200-274p.

CASTRO L.R.; FRÉON, P.; VAN DER LINGEN, C.D.; URIARTE, A. (2005). **Report of the SPACC Meeting on Small Pelagic Fish Spawning Habitat Dynamics and the Daily Egg Production Method (DEPM), GLOBEC Report n° 22.** GLOBEC. International Project Office, Plymouth, UK, 107 p.

CERGOLE, M. C.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. (2005). **Dinâmica populacional da sardinha *Sardinella brasiliensis*.** In: CERGOLE, M. C.; ÁVILA-DA-SILVA, A. O.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. Análise das principais pescarias comerciais das regiões Sudeste e Sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração. Instituto Oceanográfico – USP. 176 p. (Série Documentos Revizee – Score Sul).

CIOTTI, A. M.; ODEBRECHT, C.; FILLMANN, G.; OSMAR, O.; MOLLER, JR. (1995). **Freshwater outflow and Subtropical Convergence influence on phytoplankton biomass on the southern Brazilian continental shelf.** Continental Shelf Research. V. 15, N.14, 1737-1756p.

CLARKE, K.R.; SOMERFIELD, P.J., GORLEY, R.N. (2008). **Testing of null hypotheses in exploratory community analyses: similarity profiles and biota-environment linkage.** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 366: 56–69.

CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M. (2001). **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**, 2nd edn. PRIMER-E, Plymouth.

CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M. (2005). **PRIMER-6 computer program.** Natural Environmental Research Council, Plymouth.

COSTA, M. D. P.; SCHWINGEL, P. R. ; SOUZA-CONCEIÇÃO, J. M. ; SPACH, H. L. (2012). **Distribuição espaço-temporal de larvas de Sciaenidae em um estuário subtropical (Santa Catarina, Brasil)**. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology (Impresso), v. 16, 51-59p.

COSTA, M. D., POSSINGHAM, H. P., & MUELBERT, J. H. (2015). **Incorporating early life stages of fishes into estuarine spatial conservation planning**. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems.

CUSHING, D. H. (1974). **The natural regulation of fish populations**. In: **Sea fisheries research**. F. R. Harden-Jones (ed.). John Wiley and Sons, New York, p. 399–412. 1975. **Marine ecology and fisheries**. Cambridge University Press, Cambridge, 278 p.

DUARTE, A. K; SILVA, A. R. (2008). **Cadernos de Ecologia Aquática: Conhecendo o zooplâncton**. Instituto de Oceanografia , Rio Grande, VI.3, 43-48p.

DUFRENE, M. & LEGENDRE, P. (1997). **Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach**. Ecological Monographs, 67: 345–366p.

DURÓ, A.; SAIZ, E. (2000). **Distribution and trophic ecology of chaetognaths in the western Mediterranean in relation to an inshore-offshore gradient**. Journal of Plankton Research. V.22, N.2, 339-361p.

ESPINO, G. L.; PULIDO, S. H.; PÉREZ, J. L. C. (2000). **Organismos indicadores de la Calidad del Agua y de la Contaminacion.** Plaza y Valdes. Mexico. 633p.

FAHAY, M. P. (1983). **Guide to the early stages of marine fishes occurring in the western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the southern Scotian Shelf.** Journal of the Northwest Atlantic Fisheries Society. N 4; 1-423p.

FIELD, J.G.; CLARKE, K.R.; WARWICK, R.M. (1982). **A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns.** Marine Ecology Progress Series, 8: 37–52p.

FLOETER, S. R.; GUIMARÃES, R. Z. P.; ROCHA, L. A.; FERREIRA, C. E. L.; RANGEL, C. A.; GASPARINE, J. L. (2001). **Geographic variation in reef-fish assemblages along the Brazilian coast.** Global Ecology and Biogeography. V.10; 423-433p.

FLOETER, S. R.; ROCHA, L. A.; ROBERTSON, D. R.; JOYEUX, J. C.; SMITH-VANIZ, W. F.; WIRTZ, P.; EDWARDS, A. J.; BARREIROS, J. P.; FERREIRA, C. E. L.; GASPARINI, J. L.; BRITO, A.; FALCON, J. M.; BOWEN, B. W.; BERNARDI, G. (2008). **Atlantic reef fish biogeography and evolution.** Journal of Biogeography. V.35; 22-47p.

FRANCO, B. C. & J. H. MUELBERT. (2003). **Distribuição e composição do ictioplâncton na quebra de plataforma do Sul do Brasil.** Atlântica, 25(1): 75-86p.

FRANCO, B. C.; MUELBERT, J. H.; MATA, M. (2006). **Mesoscale physical processes and the distribution and composition of ichthyoplankton on the southern Brazilian shelf break.** *Fisheries Oceanography*.15(1), 37-43p.

FREITAS, D. M. D. & MUELBERT, J. H. (2004). **Ichthyoplankton distribution and abundance off southeastern and southern Brazil.** *Brazilian Archives of Biology and Technology*,47(4), 601-612p.

GRASSHOFF, K.; ENHRHARDT, M.; KREMLING, K. (1983). **Methods of Seawater Analysis**, 2nd edition. Verlag Chemie, Weinheim. 419 p.

HEIBERGER, R.M. (2013). **HH: Statistical Analysis and Data Display**: Heiberger and Holland. R package version 2.3-37. Disponível em: <http://CRAN.Rproject.org/package=HH>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2016.

HERNANDEZ, F. J. JR., L. CARASSOU, W. M. GRAHAM, S. P. POWERS. (2013). **Evaluation of the taxonomic sufficiency approach for ichthyoplankton community analysis.** *Marine Ecology Progress Series* 491:77-90p.

HILLE, E., SCHETTINI, C.A.F., RIBEIRO, M.R. (2008). **Estrutura termohalina no litoral de Santa Catarina nos anos de**

**2005 e 2006.** In: BRAGA, E.S. (Ed). Oceanografia e mudanças globais. São Paulo, Edusp, p. 371–381p.

HJORT, J. (1914). **Fluctuations in the great fisheries of northern Europe viewed in the light of biological research.** Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Explo. Mer, 20: 1–228p.

IBAGY, A. S. & SINQUE, C. (1995). **Distribuição de ovos e larvas de Sciaenidae (Teleostei, Perciformes) na região costeira do Rio Grande do Sul, Brasil.** Arquivos de Biologia e Tecnologia, 38(1): 249-270p.

IBAMA. (2006). **Listas das Unidades de Conservação Federais: Reserva Biológica Marinha do Arvoredo.** Brasília.

JACKSON, J. B. C.; KIRBY, M. X.; BERGER, W. H.; BJORNDAL, K. A. L. W.; BOTSFORD, L. W.; BOURQUE, J. J.; BRADBURY, R. H.; COOKE, R.; ERLANDSON, J.; ESTES, J. A.; HUGHES, T. P.; KIDWELL, S.; LANGE, C. B.; LENIHAM, H. S.; PANDOLFI, J. M.; PETERSON, C. H.; STENECK, R. S.; TEGNER, M. J. & WARNER, R. R. (2001). **Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems.** Science 293: 629–638p.

KATSURAGAWA, M., DIAS, J. F., HARARI, J., NAMIKI, C., & ZANI-TEIXEIRA, M. L. (2014). **Patterns in larval fish assemblages under the influence of the Brazil current.** Continental Shelf Research, 89, 103-117p.

LARGIER J.L. (2003) **Considerations in estimating larval dispersal distances from oceanographic data.** Ecological Applications, 13, 71–89p.

LEGENDRE, P. & LEGENDRE L., (1998). **Numerical Ecology.** 2 ed. Elsevier, Amsterdam.

LIMA, I.D. & CASTELLO, J.P. (1995). **Distribution and abundance of South-west Atlantic anchovy spawners (*Engraulis anchoita*) in relation to oceanographic processes in the southern Brazilian shelf.** Fisheries Oceanography, 4: 1-16.

LOPES, R. M.; KATSURAGAWA, M.; DIAS, J. F.; MONTÚ, M. A.; MUELBERT, J. H.; GORRI, C.; BRANDINI, F. P. (2006). **Zooplankton and ichthyoplankton on the southern Brazilian shelf: an overview.** Scientia Marina. 70(2), 189-202p.

LUCZKOVICH, J.J.; PULLINGER, R.C.; JOHNSON, S.E.; SPRAGUE, M.W. (2008). **Identifying sciaenid critical spawning habitats by the use of passive acoustics.** Transactions of the American Fisheries Society. 137: 576-605p.

MACEDO-SOARES, L. C. P. (2015). **O papel das massas de água e do clima na variação espacial e temporal em grande escala do ictioplâncton no Oceano Atlântico Sudoeste (21° - 41°S).** Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal de Santa Catarina, 201p.



MACEDO-SOARES, L. C. P.; GARCIA, C. A. E.; FREIRE, A. S.; MUELBERT, J. H. (2014). **Large-Scale Ichthyoplankton and Water Mass Distribution along the South Brazil Shelf**. Plos One 9, e91241.

MATSUURA, Y. (1986). **Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC)**. Ciência e Cultura, 38 (8): 1439-1450p.

MATSUURA, Y., SPACH, H. L., & KATSURAGAWA, M. (1992). **Comparison of spawning patterns of the Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*) and anchoita (*Engraulis anchoita*) in Ubatuba region, southern Brazil during 1985 through 1988**. Boletim do Instituto Oceanográfico, 40(1-2), 101-115p.

MATSUURA, Y. & KITAHARA, E.M. (1995). **Horizontal and vertical distribution of anchovy *Engraulis anchoita* eggs and larvae off Cape Santa Marta Grande in southern Brazil**. Arch. Fish. Mar. Res., 42(3), 239-250p.

MATSUURA, Y. (1996). **A probable cause of recruitment failure of the Brazilian sardine *Sardinella aurita* population during the 1974/75 spawning season**. S Afr J Mar Sci 17: 29–35p.

MÖLLER JR., O. O.; PIOLA, A. R.; FREITAS, A. C.; CAMPOS, E. J. (2008). **The effects of river discharge and seasonal winds on the shelf off southeastern South America**. Continental Shelf Research, 28(13), 1607-1624p.

MOSER, H. G. (1996). **The early stages of fishes in the California current region**. California cooperative oceanic fisheries investigations, Atlas No. 33. La Jolla, CA: California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations. 1-150p.

MUELBERT, J.H., & WEISS, G. (1991). **Abundance and distribution of fish larvae in the channel area of the Patos Lagoon estuary, Brazil**. National Oceanic and Atmospheric Administration Technical Report, National Marine Fisheries Service 95:43–54p.

MUELBERT, J.H.; LEWIS, M.R.; KELLEY, D.E. (1994). **The importance of small-scale turbulence in the feeding of herring larvae**. Journal of Plankton Research, 16(8), 927-944p.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. (2001). **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. EDUEM. Maringá. 378 p.

NIBAKKEN, J.W. (1993). **Marine Biology: an ecological approach** (3rd. Edition). HarperColling College Publishers, New York. 462 p.

OBATA, C. S. S. 2016. **Análise da distribuição espaço-temporal das massas d'água, material em suspensão e clorofila-a na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e Entorno – SC, Brasil**. TCC (Graduação)- Curso de Oceanografia, Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

ODEBRECHT, C. & DJURFELDT, L. (1996). **The role of nearshore mixing on the phytoplankton size structure off Santa Marta Cape, southern Brazil (Spring 1989)**. Arch. Fish. Mar. Res. 43(3): 217-230p.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F.G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P.R.; O'HARA, R.B.; SIMPSON, G.L.; SOLYMOS, P.; HENRY, M.; STEVENS, H.; WAGNER, H. (2013). **Vegan: Community Ecology Package**. R package version 2.0-7. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2016.

OMORI, M. & T. IKEDA. (1984). **Methods in marine zooplankton ecology**. New York, John Wiley, 332p.

PALUMBI, S. R. (2001). **The ecology of marine protected areas**. Pages 509- 530 In: M. Bertness, S. D. Gaines and M. E. Hay, editors. *Marine ecology: the new synthesis*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA.

PEPIN, P. (1991). **Effect of Temperature and Size on Development, Mortality, and Survival Rates of the Pelagic Early Life History Stages of Marine Fishes**. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 48, 503–518.

PEREIRA, M. D.; SCHETTINI, C. A. F.; OMACHI, C. Y. (2009). **Caracterização de feições oceanográficas na plataforma de Santa Catarina através de imagens orbitais**. Revista Brasileira de Geofísica . V. 27(1): 81-93p.

PINHEIRO, I. E. G. & CASTELLO, J. P. (2010). **Caracterização e comparação da abundância e diversidade de peixes recifais em diferentes enseadas da ilha do arvoredo: considerações sobre a “reserva biológica marinha (rebiomar) do arvoredo”**. Atlântica (Rio Grande), 32(2), 127-140p.

PIOLA, A.R. et al. (2008). **Variability of the subtropical shelf front of eastern South America: Winter 2003 and summer 2004**. Cont. Shelf Res. 28: 1639–1648p.

PURCELL, E. J.& ARAI, M. N. (2001). **Interactions of pelagic cnidarians and ctenophores with fish: a review**. Hydrobiologia 451. 27-44p.

R Core Team 2016. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

RICHARDS, W. J. (2006). **Early stages of Atlantic fishes. An identification guide for the Western Central North Atlantic**. CRC Press, Boca Raton, Florida.

RISSIK, D.; SUTHERS, I. M.; TAGGART, T. C. (1997). **Enhanced zooplankton abundance in the lee of an isolated reef in the south Coral Sea: the role of flow disturbance**. Journal of Plankton Research. V. 19, N. 9, 1347-1368p.

ROBERTS, C. M.; HAWKINS, J. P.; GELL, F. R. (2005). **The role of marine reserves in achieving sustainable fisheries**. Phil. Trans. R. Soc. B. 360: 123–32p.

ROBERTS, D.W. (2013). labdsv: **Ordination and Multivariate Analysis for Ecology**. R package version 1.6-1. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=labdsv>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2016.

RUTKOWSKI, T.; SCHWINGEL, P. R.; BRILHA, R. T.; RODRIGUES-RIBEIRO, M. (2011). **Ichthyoplankton of Arvoredo Biological Marine Reserve, Santa Catarina, Brazil**. Neotropical Ichthyology, V. 9, N. 4, 905-915p.

SABATÉS, A.; OLIVAR, M. P.; SALAT, J.; PALAMORA, I.; ALEMANY, F. (2007). **Physical and biological processes controlling the distribution of fish larvae in the NW Mediterranean**. Progress in Oceanography, V. 74, 355-376p.

SCOR-UNESCO, W. G. 17 (1966). **Determination of photosynthetic pigments**. Monogr. Oceanog. Methodol, V 1., 9-18p.

SMITH, D. L., JOHSON K. B. **A Guide to marine Coastal Plankton and Marine Invertebrate Larvae**. 2nd Ed. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company. 1996. 221p.

SPALDING, M. D.; FOX, H. E.; ALLEN, G. R.; DAVIDSON, N.; FERDANA, Z. A.; FINLAYSON, M.; HALPERN, B. S.; JORGE, M. A.; LOMBANA, A.; LOURIE, S. A.; MARTIN, K. D.;

MCMANUS, E.; RECCHIA, C. A.; ROBERTSON, J. (2007). **Marine ecoregions of the world; a bioregionalization of coastal and shelf areas**. *BioScience*, V57-7; 573-583p.

SPINELLI, M. L.; PÁJARO, M.; MARTOS, P.; ESNAL, G. B.; SABATINI, M.; CAPITANIO, F. L. (2012). **Potential zooplankton preys (Copepoda and Appendicularia) for *Engraulis anchoita* in relation to early larval and spawning distributions in the Patagonian frontal system (SW Atlantic Ocean)**. *Scientia Marina*, 76(1), 39-47p.

VIEIRA, J. P., & SCALABRIN, C. (1991). **Migração reprodutiva da “tainha”(Mugil platanus Gunther, 1980) no sul do Brasil**. *Atlântica*, 13(1), 131-141p.

WEISS, G., SOUZA, F.A.J., SANTOS, A. (1976). **Contribuição do Ictioplâncton Marinho da Plataforma Sul do Brasil**. *Atlântica*, Rio Grande, 1(1/2): 7-78p.