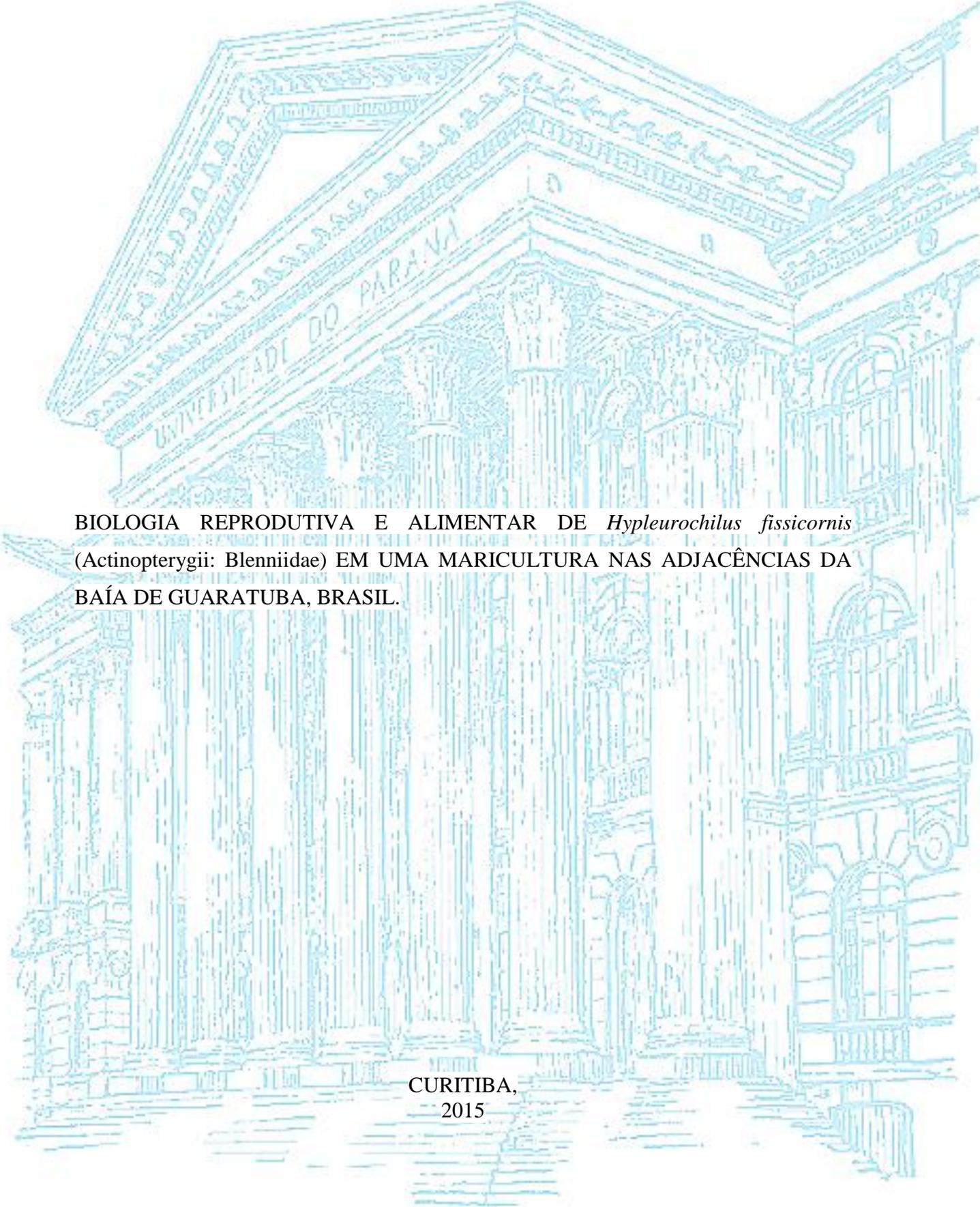


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BIANCA POSSAMAI



BIOLOGIA REPRODUTIVA E ALIMENTAR DE *Hypseleotichilus fissicornis*  
(Actinopterygii: Blenniidae) EM UMA MARICULTURA NAS ADJACÊNCIAS DA  
BAÍA DE GUARATUBA, BRASIL.

CURITIBA,  
2015

BIANCA POSSAMAI

BIOLOGIA REPRODUTIVA E ALIMENTAR DE *Hypleurochilus fissicornis* (Actinopterygii: Blenniidae) EM UMA MARICULTURA NAS ADJACÊNCIAS DA BAÍA DE GUARATUBA, BRASIL.

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Luís Fernando Fávaro.

CURITIBA,

2015



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO



## PARECER

Os abaixo-assinados, membros da banca examinadora da defesa da dissertação de mestrado, a que se submeteu **Bianca Possamai** para fins de adquirir o título de Mestre em Ecologia e Conservação, são de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do trabalho de conclusão da candidata.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

Curitiba, 20 de março de 2015.

### BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Luís Fernando Fávaro  
Orientador e Presidente

Prof. Dr. Alexandre Miranda Garcia  
Membro

Prof. Dr. Paulo de Tarso Cunha Chaves  
Membro

Visto:   
Prof.ª Dra. Isabela Galarda Varassin  
Coordenadora do PPG-ECO



*A todos que me fazem sorrir...*

## AGRADECIMENTOS

A lista vai ser grande! Não teria chegado até aqui sem grandes amizades, sem todo carinho e apoio que a família e os amigos me deram.

Primeiramente vou agradecer pra sempre meus pais, Salete F. Possamai e Pedro Ivo Possamai, que me proporcionaram a ingressar na universidade e me incentivaram sempre nas minhas escolhas de seguir a carreira acadêmica. Além de tudo! Amo vocês!

Tatiane e Leonardo Possamai, meus irmãos, por simplesmente existirem na minha vida...

Ao meu orientador “Zão”, Dr. Luís Fernando Fávoro, que além de ser um ótimo orientador, reconhecendo meu trabalho e puxando a orelha quando necessário, é um amigo maravilhoso! Obrigada demais Zão! Você me ensinou muito, com muita paciência e foi um imenso prazer de trabalhar contigo! Obrigada pelo seu alto astral!

Aos meus tios Silvino e Deusamara Ferreira, pelo companheirismo e carinho! Tio, obrigada por sempre me incentivar dizendo que sou a melhor oceanógrafa que você conhece! Rsrtrs! A todos meus primos e tios que me incentivam, obrigada pelo carinho...

Um muito obrigada enorme ao “Hamiltinho”, Sr. Hamilton de Moura Kirchner proprietário do cultivo de ostras e restaurante Ostra Viva, por permitir que eu utilizasse seu cultivo e seu barco para a realização do estudo, sem se importar com o dia ou horário que eu chegasse para coletar e de quantas vezes eu precisasse ir no mesmo mês.

Professor Dr. André A. Padial, muito obrigada pelas dicas em estatística. Agradeço também à Prof<sup>a</sup> Dr. Lucélia Donatti por me deixar usar equipamentos do seu laboratório e pelas risadas contagiantes.

Obrigada ao Israel Henrique Bini, por toda paciência que teve comigo e dedicação para tirar as lindas fotos da histologia... sei que eu dei trabalho!

Agradeço ao Matheus O. Freitas e ao Hugo Bornatowski pelas grandes dicas nos trabalhos e durante minha vida acadêmica...

Ao PPGECO e à CAPES pela bolsa de pós-graduação concedida.

Aos três que mais aturaram minhas reclamações durante as coletas, merecendo agradecimentos triplos Diego Zanlorenzi, Thiago Burda Mayer e Wanessa P. D. do Carmo. Tá, não só durante as coletas... Vocês se tornaram grandes amigos pra mim e com certeza vamos levar pra vida toda essa amizade! Obrigada por me ensinarem o que é um micrótomo (com todos esses anos de experiência do Burda). Obrigada pelas besteiras (que não foram poucas), pelas cervejas, pelo croquete de camarão com massinha de aipim, por tantos “cafés”, pelo carinho, pelo apoio, por discussões sobre o trabalho (em especial Didi) e por tudo! Wan, obrigada pela paçoca e pela rosquinha de pinga! Burdinha, valeu por ser sempre o motorista da rodada! Trio fofura, sem vocês no lab com certeza eu teria terminado meu trabalho muito mais depressa e procrastinado muito menos... então obrigada por me fazerem mais feliz! Rsrtrs!!

Um agradecimento especial à Gisleine Hoffmann da Costa e Silva, pela amizade e seu alto astral! Gi, obrigada por salvar minhas últimas coletas. Obrigada a todos que ajudaram no levantamento de lanternas (em especial aos “Hulks” Diego e Gi). Diego, Wan, Burda, Vini, Gi, Brayan, Jonatan, Lica, Bot, Bárbara... obrigada! Espero não ter esquecido ninguém, pq eu sei que as coletas foram sofridas...

Babi, que não é Bárbara, mas sim Gabriela Gusso... Obrigada pelo enorme auxílio na triagem da alimentação. Sei que você será uma ótima pesquisadora, aprende muito rápido e é muito dedicada. Espero que eu tenha conseguido despertar em você a vontade de trabalhar com o lindo mundo da ictiologia! Rsrsrcr!!

A todo o pessoal que eu incomodei atrás de identificação: Jenyffer Vieira, Murilo Marochi e Ariane Bettim, muito obrigada! Anankha Salvalaggio (espero que eu tenha escrito certo), obrigada por me ajudar com os bichinhos e pela amizade! Augusto L. F. Júnior, vulgo Tinho, obrigada por identificar e mais que isso, me ensinar a identificar os bivalves! Muito obrigada pela amizade! Ah é, e pelo mapa...

João B. L. G. Júnior, obrigada por identificar os polychaetas. Obrigada pela amizade, por me fazer rir e por fazer farofa de banana e batatas recheadas deliciosas. Obrigada por todo apoio, carinho, incentivo e por tudo! Muito obrigada mesmo! Ahh, e pelo inglês!!

Guilherme Seiji Hocama, não sei nem o que agradecer, porque é tanta coisa que não cabe aqui! Obrigada por existir na minha vida! Rsrsrcr! Gui, obrigada pela amizade infinita, pelo carinho, por me ouvir choramingar, por identificar bichinhos pra mim, por cozinhar pra mim, por me mandar infinitas linhas de comando do R e sempre achar o erro que eu não acho.... enfim, você faz tanto por mim que fica até sem graça agradecer tudo!

Eliandro Gilbert, eu prometi que teria um parágrafo só seu. Agradeço enormemente por todo o apoio estatístico no meu capítulo 2. Obrigada por saber usar o Primer! Rsrsrcr! Além disso, obrigada pela amizade, por me deixar roubar café e por aturar minhas reclamações... obrigada por ter uma casa tão legal e receber festinhas do PGSISCO com intrusos que não são do PGSISCO...

Maiara Miotto, obrigada pela amizade e por ser assim... tão gente boa! Emanuel Razzolini, obrigada por me entupir de chocolate, resolver problemas tecnológicos e claro, por ser meu amigo! Natiely Dolci, obrigada por ser minha amiga louca! Bárbara M. de Carvalho, agradeço muito por toda amizade, por me introduzir ao mundo ictiológico e pelos conselhos acadêmicos...

Amigos de Pontal, obrigada por existirem na minha vida!

Minha turma do PPGECO 2013, obrigada! Vocês são demais!

Agradeço também aos professores Dr. Alexandre M. Garcia e Dr. Paulo de Tarso C. Chaves, membros da banca, por terem feito valiosas contribuições ao meu trabalho final. Muito obrigada!

Ao mar...

E finalmente à Ecologia e à Ictiologia, por serem tão interessantes e empolgantes!

“- O senhor é apaixonado pelo mar, capitão?

- Sim, amo-o. Ele é tudo. Cobre sete décimos do globo terrestre. É um imenso deserto onde o homem nunca está só, pois, aqui, sente a vida pulsando por todos os lados. O mar é o berço da existência sobrenatural e prodigiosa. “É emoção e amor.”

(Conversa entre Prof<sup>o</sup> Aronnax e Capitão Nemo)

20.000 Léguas Submarinas – Jules Verne.

## Resumo Geral

A maricultura é uma atividade crescente e importante, pois complementa a demanda por recursos pesqueiros marinhos. A instalação das estruturas de cultivos proporciona substrato para que larvas de organismos incrustantes assentem, criando um ambiente novo, assemelhando-se aos recifes coralíneos e rochosos naturais. Desse modo, pequenas espécies de peixes crípticas, naturais de ambientes consolidados, são atraídas e passam a fazer parte da fauna do cultivo, diferindo da fauna original do local. A espécie *Hypleurochilus fissicornis* é um peixe da família Blenniidae, com hábitos crípticos e de pequeno porte. Habita recifes costeiros coralíneos e rochosos em uma estreita faixa que vai do estado do Espírito Santo (Brasil) até Mar del Plata (Argentina). A espécie é abundante em mariculturas no sul do Brasil e, foi escolhida como alvo do presente estudo por ter se estabelecido nesse ambiente artificial, com maior abundância do que em sistemas naturais. Objetivando entender a utilização de um cultivo de bivalves pela espécie, o estudo abrangeu a reprodução e a alimentação. A análise reprodutiva permitiu verificar uma ovogênese com o mesmo padrão descrito para outros teleósteos, mas com complexidade na espermatogênese, devido à presença da glândula testicular no centro dos testículos. O pico reprodutivo ocorreu no inverno e a desova foi caracterizada do tipo parcelada. Ao término da estação reprodutiva, a espécie abandona o cultivo de bivalves, retornando posteriormente para iniciar um novo ciclo, permitindo assim caracterizar a área de cultivo como sítio reprodutivo da espécie. A espécie apresenta uma dieta especialista tendo os hidrozoários como presa preferencial, entretanto, outros itens alimentares de maior valor energético (como crustáceos) são utilizados para complementar a dieta. Devido a disponibilidade dos itens alimentares complementares no ambiente, o consumo dos mesmos varia temporalmente, com um maior consumo de itens complementares, de maior valor energético, no período reprodutivo. A análise ontogenética revelou que juvenis de *H. fissicornis* predam uma diversidade de itens, mas com dominância de ostracodas, enquanto os adultos consomem predominantemente hidrozoários e algumas cracas. Assim, constatamos que a estrutura da maricultura permite que a espécie se estabeleça e que a área de cultivo seja utilizada como sítio reprodutivo devido à maior proteção e disponibilidade de conchas vazias para a formação de ninhos, promovendo ainda a manutenção de recursos alimentares, predominantemente incrustantes, os quais não ocorreriam em tamanha abundância na área sem a presença do cultivo.

**Palavras-chave:** cultivo de bivalves, gametogênese, período de desova, hábito alimentar, dieta especialista, peixes recifais.

## General Abstract

Mariculture is a growing and important activity because complements the demand of marine fisheries resources. The installation of mariculture structures provides substrate to larvae settlement of invertebrate organisms, creating a new environment, resembling to the coral and rock natural reefs. Small species of cryptic fishes natural of consolidated environments are attracted and they become part of the associated fauna that differs from the original local fauna. The species *Hyppleurochilus fissicornis* is a fish of Blenniidae family with cryptic habits and small size. Inhabit coastal coral and rocks reefs in a slight range from Espírito Santo state (Brazil) to Mar del Plata (Argentina). The species is abundant in mariculture of South of Brazil and is well-established in such artificial environments, being more abundant than in natural systems. In order to understand the utilization of a bivalve culture by this species, the reproduction and feeding habits were analyzed. The reproductive analysis showed that the oogenesis has the same pattern observed in other teleosts, but spermatogenesis showed very complex dynamics due to the testicular gland in center of the testis. The reproductive peak occurred in winter and spawning was fractionated. In the end of the reproductive season the species leaves the bivalve culture, returning again when a new reproductive cycle starts, what lead us to characterize those cultures as a reproductive areas for this specie. The species presents a specialist diet having hydrozoans as preferential prey, however others items with more energetic value (like crustaceans) are used to complement the diet. The consumption of complementary feeding items (with higher energetic value) varies with season, being increased in the reproductive period. Ontogenetic analysis showed that juvenile of *H. fissicornis* consumes a wide variety of items, with dominance of ostracods, whereas the adults consume mainly hydrozoans and barnacles. We found that the mariculture structure allows the specie establishment and that the culture area is used as a reproductive site since it provide shelter, empty shells for nests and food resources (principally invertebrates), whose would not be available in high abundance in this areas without the bivalve culture.

**Key-words:** bivalve culture, gametogenesis, spawning season, feeding habits, specialist diet, reef fishes.

## Lista de Figuras

Fig. 1: Maricultura de ostras (*Crassostrea brasiliana*) no litoral sul do Paraná. Cultivo do tipo *long line*..... 15

Fig. 2: Exemplar de *Hypleurochilus fissicornis*. Fonte: Jean Christophe Jyeux (www.fishbase.org). ..... 16

Fig. 3: Método utilizado para amostragem da ictiofauna associada às mariculturas. Dois mergulhadores utilizam uma rede cilíndrica e “ensacam” as lanternas de cultivo, evitando o escape de organismos. Após isso, as lanternas devidamente ensacadas são retiradas da água. .... 17

### CAPÍTULO I

Fig. 1: Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. Cultivo de bivalves (*Crassostrea brasiliana*) amostrado (ponto preto). Fonte: Augusto Luiz Ferreira Junior..... 25

Fig. 2: Frequência de fêmeas e machos de *H. fissicornis* entre as classes de comprimento coletados em cultivo de bivalves no Paraná-Brasil, entre maio de 2013 e maio de 2014. Valores entre parênteses abaixo das classes de comprimentos indicam número de indivíduos na classe. \* para p-valor<0,05 e \*\* para p-valor<0,001..... 28

Fig. 3: Histologia ovariana de *H. fissicornis*, coloração com HE. A- Ovário imaturo: ovócitos de crescimento primário (PG); B- Ovário em desenvolvimento: ovócito cortical alveolar (CA); C- Capaz de desovar: ovócitos vitelogênicos (Vtg) e fase de migração da vesícula germinativa (GVM); D- Parcialmente desovado: ovócitos em fase de ruptura da vesícula germinativa (GVBD) e folículos pós-ovulatórios (POF); E- Ovário pós-desova. .... 30

Fig. 4: Histologia testicular de *H. fissicornis*, coloração com HE. A – seção histológica transversal da gônada masculina mostrando a glândula testicular (G) no centro e o testículo (T). B – Testículo imaturo: os túbulos seminíferos estão circuldados. Note que as células são maiores na gônada masculina imatura. C – Testículo em desenvolvimento: espermatozoides (Spz). Note que diversas fases celulares são encontradas na periferia dos túbulos seminíferos. D – Capaz de espermiar: Spz predominam. E – Parcialmente espermiado: setas indicam espaços vazios devido à liberação de espermatozóides. F – Testículos pós-espermiação: um grande número de espaços vazios (seta)..... 32

Fig. 5: Índice Gonadosomático (IGS) médio mensal com desvio padrão de fêmeas e machos de *H. fissicornis* em cultivo de ostras, Paraná-Brasil. Números entre parênteses abaixo dos meses indicam número amostral de fêmeas/machos. Amostras foram coletadas entre maio de 2013 e maio de 2014. De fevereiro a março de 2014 não foram capturados exemplares no local..... 33

Fig. 6: Frequência percentual mensal dos estádios de maturação das fêmeas (acima) e machos (abaixo) de *H. fissicornis* num cultivo de bivalves, Paraná-Brasil, entre maio de 2013 e maio de 2014. Números entre parênteses abaixo dos meses indicam o n amostral do mês..... 34

Fig. 7: Frequência de jovens e adultos de *H. fissicornis* capturados num cultivo de bivalves, Paraná-Brasil entre maio de 2013 e maio de 2014. Em fevereiro e março de 2014 não foram capturados indivíduos. Números entre parênteses abaixo dos meses indicam o total de indivíduos coletados no mês. .... 35

Fig. 8: Valores de fator de condição total (K) e fator de condição somático (K') com desvio padrão para fêmeas de *H. fissicornis* num cultivo de bivalves, Paraná-Brasil entre maio de 2013 e maio de 2014. De fevereiro a março de 2014 não foram capturados exemplares no local. Valores entre parênteses abaixo dos meses indicam o n amostral do mês em questão. .... 35

Fig 9: A- Concha da ostra *Crassostrea brasiliana* com desova de *H. fissicornis* evidenciando (através da colocação) diferentes fases de desenvolvimento dos ovos. B e C- Ovos de *H. fissicornis* (desova) encontrados em conchas num cultivo de bivalves da costa do Paraná-Brasil. .... 36

Fig. 10: Comprimento de primeira maturação estimado para fêmeas (A) e machos (B) de *H. fissicornis* coletados num cultivo de bivalves, Paraná-Brasil entre maio de 2013 e maio de 2014. .... 37

Fig. 11: Diagrama da Análise de Componentes Principais para os meses de maio de 2013 a maio de 2014 em um cultivo de bivalves, Paraná-Brasil. Vetores representam as variáveis abióticas amostradas. T°C ar e T°C água (temperatura do ar e da água respectivamente), OD (oxigênio dissolvido). Entre parênteses ao lado da legenda do eixo está a porcentagem de explicação do mesmo. .... 38

## CAPÍTULO II

Fig. 1: Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil, com evidência (ponto) o local do cultivo de bivalves (*Crassostrea brasiliana*) amostrado. .... 49

Fig. 2: Análise gráfica de estratégia alimentar proposta por Amundsen et al. (2006) representando os itens alimentares consumidos por *H. fissicornis* entre maio/2013 e maio/2014 em um cultivo de bivalves, Paraná, Brasil. .... 54

Fig. 3: Contribuição percentual dos itens alimentares segundo o Índice de Importância Relativa (IRI) para as estações. Final Out/Inv - Final de Outono/Inverno, Final Inv/Pri - Final de Inverno/Primavera e Final Pri/Ver - Final de Primavera/Verão. n= 238 tratos digestórios de *H. fissicornis* coletados em cultivo de bivalves, Paraná-Brasil entre maio de 2013 e maio de 2014. .... 55

Fig. 4: Contribuição percentual dos itens alimentares segundo o Índice de Importância Relativa (IRI) para os estágios de vida da espécie *H. fissicornis* em um cultivo de bivalves, Paraná – Brasil. Amostras obtidas entre maio de 2013 e maio de 2014. n= 238 tratos digestórios analisados. .... 56

Fig. 5: Relação dos itens alimentares de maiores valores do Índice de Importância Relativa (IRI%) entre as diferentes classes ontogênicas de *H. fissicornis*, obtidos entre maio/2013 a maio/2014 em um cultivo de bivalves, Paraná, Brasil. Juvenil n=15, Transição n= 134 e Adulto n= 89. .... 57

## Lista de Tabelas

### CAPÍTULO I

Tabela 1: Escala de maturação de fêmeas de *Hypleurochilus fissicornis* em um cultivo de bivalves, Paraná – Brasil. Escala adaptada de Vazzoler (1996), Brown-Peterson et al. (2011) e Lowerre-Barbieri et al. 2013. PG= ovócitos de crescimento primário; CA= cortical alveolar; Vtg= vitelogênicos primário, secundário e terciário; GVM= migração da vesícula germinativa; POF= folículo pós-ovulatório; GVBD= ruptura da vesícula germinativa. .... 29

Tabela 2: Escala de maturação masculina de *Hypleurochilus fissicornis* em um cultivo de bivalves, Paraná – Brasil. Adaptada de Vazzoler (1996) e Brown-Peterson et al. (2011). .... 31

Tabela 3: Eigenvalues e valores calculados pelo método de “Broken-Stick”. Variáveis abióticas estão abaixo com suas respectivas contribuições para explicar os eixos da PCA. Em negrito estão os valores das variáveis que mais contribuíram para a explicação do primeiro eixo (PC1). .... 39

Tabela 4: Resultado das Correlações de Spearman realizadas entre o componente 1 da PCA (representando valores de temperatura do ar e da água e oxigênio dissolvido) e as frequências mensais dos estádios de maturação. Valores estatisticamente significativos ( $\alpha=0,05$ ) estão em negrito. .... 39

### CAPÍTULO II

Tabela 1: Frequência de ocorrência (FOc), frequência numérica (FN), frequência em peso (FP) e Índice de Importância Relativa (IRI) dos itens alimentares da dieta de *Hypleurochilus fissicornis* coletados em um cultivo de bivalves, Paraná, Brasil. Números em negrito demonstram valores expressivos dos itens alimentares. .... 53

Tabela 2: Resultado da PERMANOVA ( $t, \alpha=0,05$ ), do SIMPER (%Dis) e relação dos itens que contribuíram com a variação sazonal na dieta alimentar de *H. fissicornis*, obtidos entre maio/2013 a maio/2014 em um cultivo de bivalves, Paraná, Brasil. %Dis - valor da dissimilaridade de Bray-Curtis. Out - Outono, Final Out/Inv - Final de Outono/Inverno, Final Inv/Pri - Final de Inverno/Primavera e Final Pri/Ver - Final de Primavera/Verão. (n) número de indivíduos analisados por estação, com as barras separando as estações. .... 54

Tabela 3: Resultado da PERMANOVA ( $t, \alpha=0,05$ ), do SIMPER (%Dis) e relação dos itens que mais contribuíram com a variação ontogenética na dieta alimentar de *H. fissicornis*, obtidos entre maio/2013 a maio/2014 em um cultivo de bivalves, Paraná, Brasil. %Dis - valor da dissimilaridade de Bray-Curtis. (n) número de indivíduos analisados por classe, com as barras separando as classes. .... 55

Tabela 4: Resultado da análise de IndVal indicando os itens da dieta de *H. fissicornis* mais representativos para as estações do ano e para as classes ontogenéticas. Amostras obtidas entre maio/2013 e maio/2014 em um cultivo de bivalves, Paraná, Brasil. Out - Outono, Final Out/Inv - Final de Outono/Inverno, Final Inv/Pri - Final de Inverno/Primavera e Final Pri/Ver - Final de Primavera/Verão. Valores em negrito expressam  $\alpha=0,05$ . N=238. .... 57

Tabela 5: Resultado da PERMANOVA ( $t$ ,  $\alpha=0,05$ ), utilizando-se as estações como fatores para verificação das diferenças entre as interações das classes ontogênicas. Amostras de *H. fissicornis* coletadas entre maio/2013 a maio/2014, em um cultivo de bivalves, Paraná, Brasil. Valores em negrito indicam  $p<0,05$ . Out - Outono, Final Out/Inv - Final de Outono/Inverno, Final Inv/Pri - Final de Inverno/Primavera e Final Pri/Ver - Final de Primavera/Verão. (n) número de indivíduos analisados por classe dentro de cada estação, com as barras separando as classes. .... 58

Tabela 6: Resultado da PERMANOVA ( $t$ ,  $\alpha=0,05$ ), utilizando-se as classes ontogenéticas como fatores para verificação das diferenças entre as interações das estações. Amostras de *H. fissicornis* coletadas entre maio/2013 a maio/2014, em um cultivo de bivalves, Paraná, Brasil. Valores em negrito indicam  $p<0,05$ . Out - Outono, Final Out/Inv - Final de Outono/Inverno, Final Inv/Pri - Final de Inverno/Primavera e Final Pri/Ver - Final de Primavera/Verão. (n) número de indivíduos analisados por estação dentro de cada classe, com as barras separando as estações..... 58

## SUMÁRIO

Introdução Geral .....	15
Referências .....	19
CAPÍTULO I.....	21
Introdução.....	24
Materiais e Métodos .....	25
Resultados.....	27
Descrição histológica das gônadas .....	28
Análise reprodutiva.....	33
Relação dos fatores abióticos com a reprodução.....	38
Discussão .....	39
Referências .....	42
CAPÍTULO II.....	45
Introdução.....	48
Materiais e Métodos .....	49
Resultados.....	52
Discussão .....	58
Referências .....	62
Considerações Finais .....	65

## Introdução Geral

A aquicultura vem sendo um importante complemento ao suprimento pesqueiro mundial (Wu et al. 2014), com crescente aumento dessa atividade em águas marinhas. As mariculturas são ambientes artificiais, portanto, oferecem substrato a organismos incrustantes, por meio de suas estruturas como bóias, gaiolas e cordas (Fig. 1). Assim, corais, briozoários, esponjas e equinodermos são atraídos para esses ambientes consolidados recém-formados, e, sendo estes organismos suspensívoros, alteram o material em suspensão e a turbidez (Thrush e Dayton 2002), modificando o ambiente. Ainda, Newell (2004) descreveu sobre as vantagens do cultivo de bivalves ao ambiente, atentando que por serem estes organismos suspensívoros, realizam a filtragem de nutrientes que se encontram em excesso nas águas.



**Fig. 1:** Maricultura de ostras (*Crassostrea brasiliana*) no litoral sul do Paraná. Cultivo do tipo *long line*.

O ambiente alterado pela maricultura e pelos organismos bentônicos que ali se instalam se assemelha muito a um ambiente recifal natural, atraindo assim diversas espécies de peixes típicas desses ambientes consolidados (Freitas e Velastin 2010). Por serem mais abrigadas, em especial as mariculturas estuarinas, muitas espécies migram para essas áreas buscando refúgio e alimento (Goodbrand et al. 2013, Granneman e Steele 2014), como por exemplo pequenas espécies de peixes críticos.

Um dos problemas para se trabalhar com essas espécies de peixes críticos recifais é a dificuldade na obtenção dos mesmos em áreas naturais. Devido às características funcionais deste grupo, como por exemplo, a utilização de tocas como abrigo e formação de ninhos, além do tamanho reduzido dos indivíduos, a amostragem destes animais (geralmente realizada por métodos visuais) é prejudicada. Assim,

maiores informações sobre a autoecologia destas espécies poderiam ser obtidas analisando as áreas de mariculturas, uma vez que concentram os indivíduos em uma área menor, possibilitando a captura desses organismos.

Um exemplo de uma espécie que utiliza as mariculturas por se assemelham ao seu ambiente natural de ocorrência é *Hypleurochilus fissicornis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Fig. 2). A referida espécie pertence à família Blenniidae e distribui-se da Paraíba (Brasil) até Mar del Plata (Argentina) e nos Açores, Portugal (Menezes e Figueiredo 1985, Santos et al. 1997, Floeter et al. 2003), tendo como habitat natural recifes coralíneos.



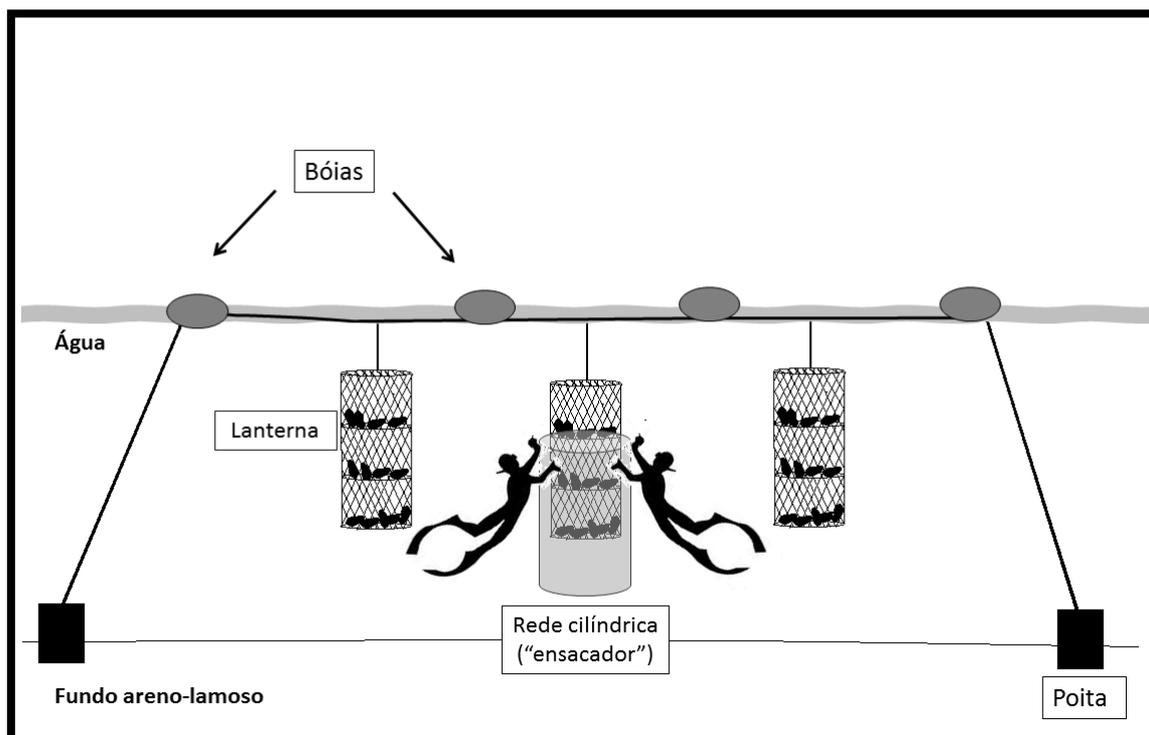
**Fig. 2:** Exemplar de *Hypleurochilus fissicornis*. Fonte: Jean Christophe Jyeux ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)).

A espécie é encontrada em grande abundância em cultivos de bivalves (Gerhardinger et al. 2004, Freitas e Velastin 2010), porém sua biologia é pouco estudada, muito provavelmente devido à sua restrita área de abrangência e também à dificuldade na amostragem, assim como para outras espécies de blenídeos (Longo e Floeter 2012, Hundt et al. 2014).

Sabe-se que *H. fissicornis* é formadora de ninhos e realiza cuidado parental exercido pelos machos da espécie, sendo esta uma característica de todas as espécies da família. As fêmeas depositam os ovócitos em conchas vazias, cracas e até mesmo painéis experimentais de incrustações, ficando a cargo do macho o cuidado dos ovos (Menezes e Figueiredo 1985, Omena e Souza 1999). Assim, um cultivo de bivalves pode ser bastante atrativo para essa espécie.

Com relação à alimentação da espécie, não se sabe muito a respeito, com exceção a um trabalho que analisou juntamente *H. fissicornis* e *Parablennius pilicornis* e encontrou como presas preferenciais Hydrozoa, Bryozoa e Amphipoda (Omena e Souza 1999). Porém, a família Blenniidae conta com uma ampla gama de hábitos alimentares, da onivoria à herbivoria, exibindo uma grande variedade de itens compondo as dietas, desde mexilhões, gastrópodes, cracas e lepas à algas filamentosas, hidrozoários e detritos (Mazé et al. 1999, Wilson 2000, Monteiro et al. 2005, Mendes et al 2009, Hundt et al. 2014).

O impacto dos novos organismos atraídos em decorrência da maricultura no ambiente natural adjacente e sob a fauna nativa não é conhecido (Freitas e Velastin 2010), sendo importante conhecermos esses ambientes antropizados a fim de verificar a utilização deles pelas espécies. Devido à crescente atividade maricultora no sul do Brasil a proposta desse trabalho foi avaliar a utilização da maricultura pela espécie. *H. fissicornis*. A espécie foi escolhida devido à sua abundância nos cultivos e pela maior facilidade de obtenção dos espécimes (Fig. 3), quando comparada a obtenção nos ambientes recifais naturais.



**Fig. 3:** Método utilizado para amostragem da ictiofauna associada às mariculturas. Dois mergulhadores utilizam uma rede cilíndrica e “ensacam” as lanternas de cultivo, evitando o escape de organismos. Após isso, as lanternas devidamente ensacadas são retiradas da água.

Para o presente trabalho objetivamos conhecer a autoecologia de *H. fissicornis* e organizamos a dissertação em dois capítulos, confeccionados na forma de manuscritos. O primeiro capítulo aborda a biologia reprodutiva da espécie, caracterizando escalas de maturidade e táticas reprodutivas. O manuscrito referente ao primeiro capítulo foi submetido ao periódico *Scientia Marina*. O segundo capítulo aborda a biologia alimentar, identificando os itens alimentares utilizados na dieta e verificando variação temporal e ontogênica dos mesmos na alimentação da espécie.

## Referências

- Floeter S. R., Gasparini J. L., Rocha L. A., Ferreira C. E. L., Rangel C. A., Feitoza B. M. 2003. Brazilian reef fish fauna: checklist and remarks (updated Jan. 2003). Brazilian Reef Fish Project: [www.brazilianreeffish.cjb.net](http://www.brazilianreeffish.cjb.net).
- Freitas M. O., Velastin R. 2010. Ictiofauna associada a um cultivo de mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) Norte Catarinense, Sul do Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci.* 32(1): 31-37.
- Gerhardinger L. C., Hostim-Silva M., Barreiros J. P. 2004. Empty mussel shells on mariculture ropes as potential nest places for the blenny *Hypleurochilus fissicornis* (Perciformes: Blenniidae). *J. Coast. Res.* SI39: 1202-1204.
- Goodbrand, L., Abrahams M. V., Rose G. A. 2013. Sea cage aquaculture affects distribution of wild fish at large spatial scales. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 70(9): 1289-1295.
- Granneman J. E., Steele M. A. 2014. Fish growth, reproduction, and tissue production on artificial reefs relative to natural reefs. *ICES J Mar Sci. Journal du Conseil*, p. fsu082. doi: 10.1093/icesjms/fsu082.
- Hundt P. J., Nakamura Y., Yamaoka K. 2014. Diet of combtooth blennies (Blenniidae) in Kochi and Okinawa, Japan. *Ichthyol. Res.* 61: 76-82.
- Longo G. O., Floeter S. R. 2012. Comparison of remote video and diver's direct observations to quantify reef fishes feeding on benthos in coral and rocky reefs. *J. Fish. Biol.* 81: 1773-1780.
- Mazé R. A., Domínguez J., Pérez-Cardenal. 1999. Diet of *Lipophrys pholis* (L.) (Teleostei, Blenniidae) in Cantabrian coastal waters (Spain). *Acta Oecol.* 20(4): 435-448.
- Mendes T. C., Villaça R. C., Ferreira C. E. L. 2009. Diet and trophic plasticity of an herbivorous blenny *Scartella cristata* of subtropical rocky shores. *J. Fish. Biol.* 75: 1816-1830.
- Menezes N. A., Figueiredo J. L. 1985. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil – V Teleostei (4). Museu de Zoologia. Univ. São Paulo. São Paulo, pp. 54-55.
- Monteiro N. M., Quintera S. M., Silva K., Vieira M. N., Almada V. C. 2005. Diet preference reflects the ontogenetic shift in micro-habitat use in *Lipophrys pholis*. *J. Fish. Biol.* 67: 102-113.

- Newell R. I. E. 2004. Ecosystem influences of natural and cultivated populations of suspension-feeding bivalve molluscs: a review. *J. Shellfish Res.* 23(1): 51-61.
- Omena E. P., Souza M. M. 1999. Efeito da predação no desenvolvimento inicial da comunidade incrustante na região da Urca, Baía de Guanabara, RJ. *Oecol. Bras.* 7: 213-227.
- Santos R. S., Porteiro F. M., Barreiros J. P. 1997. Marine fishes of the Azores: annotated checklist and bibliography. *Bull. Univ. Azores. Supplement 1.* 244 p.
- Thrush S. F., Dayton P. K. 2002. Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: Implications for Marine Biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 33: 449-473.
- Wilson S. K. 2000. Trophic status and feeding selectivity of blennies (Blenniidae: Salariini). *Mar. Biol.* 136: 431-437.
- Wu H., Peng R., Yang Y., He L., Wang W., Zheng T., Lin G. 2014. Mariculture pond influence on mangrove areas in south China: Significantly larger nitrogen and phosphorus loadings from sediment wash-out than from tidal water exchange. *Aquaculture.* 426-427: 204-212.

## **CAPÍTULO I**

**A utilização de maricultura como sítio reprodutivo: Reprodução de *Hypleurochilus fissicornis* (Actinopterygii: Blenniidae).**

Manuscrito submetido à Scientia Marina em  
novembro de 2014.

**A utilização de maricultura como sítio reprodutivo: Reprodução de *Hypleurochilus fissicornis* (Actinopterygii: Blenniidae)**

**Resumo**

Mariculturas em estuários proporcionam substrato para colonização de organismos incrustantes, atraindo assim pequenas espécies de peixes crípticos não encontradas anteriormente nesse ambiente. O blenniídeo *Hypleurochilus fissicornis* é uma das espécies que se associa a esse novo sistema, sendo encontrada em alta abundância nos cultivos de bivalves. Visando compreender a estratégia reprodutiva que a espécie utiliza nesse novo espaço, os espécimes foram obtidos a partir de coletas mensais em uma maricultura no litoral sul do estado do Paraná. Após a tomada dos dados morfométricos, os indivíduos tiveram suas gônadas retiradas para determinação do sexo e estágio de maturação. As gônadas foram pesadas e algumas destinadas à análise histológica. A espécie apresentou uma ovogênese com mesmo padrão para outros teleósteos, mas com espermatogênese mostrando uma dinâmica bastante complexa. A liberação de gametas é parcelada e sincrônica entre os sexos, com duração de oito meses (maio a dezembro), obtendo seu pico no inverno. *Hypleurochilus fissicornis* demonstrou obter sucesso reprodutivo, utilizando o cultivo como sítio de desova. A espécie realiza uma variedade de táticas para proteção e garantia de sua prole, como desovas em lotes, longo período reprodutivo,  $L_{50}$  reduzido, cuidado parental e pico reprodutivo no inverno.

**Palavras-chave:** gametogênese, histologia, peixe recifal, cuidado parental.

**Using mariculture as breeding site: reproduction of *Hypleurochilus fissicornis***  
**(Actinopterygii: Blenniidae)**

**Abstract**

Mariculture in estuaries provide substrate for colonization by fouling organisms, thus attracting small cryptic fish species hitherto unknown in this environment. The blenny *Hypleurochilus fissicornis* is one of the species that is associated with this new system and is found at high abundance in bivalve farming. Aiming to understand the reproductive strategy that this species uses in this new environment, specimens were collected monthly in a mariculture on the southern coast of Paraná State (Brazil). After obtaining morphometric data, gonads were removed to determine sex and maturity stage. Gonads were weighed and analyzed histologically. Oogenesis had the same pattern as other teleosts, but spermatogenesis showed a very complex dynamics. The spawning is multiple and synchronous between sexes, lasting eight months (May to December), peaking in winter. *Hypleurochilus fissicornis* was reproductively successful using the mariculture as a breeding site. The species has a variety of tactics to protect its offspring (e.g. batch spawning, long reproductive period, reduced L<sub>50</sub>, parental care and reproductive peak in winter).

**Key words:** gametogenesis, histology, reef fish, parental care.

## Introdução

Peixes habitantes de recifes artificiais demonstram ter o mesmo sucesso reprodutivo ou até maior do que aqueles que vivem em recifes naturais, provavelmente em virtude da maior proteção oferecida pelos ambientes de origem antrópica (Granneman e Steele 2014). As mariculturas são exemplos de ambientes artificiais que oferecem recursos de proteção e forrageio para espécies de peixes (Goodbrand et al. 2013).

As estruturas de maricultura modificam o ambiente, assimilando-se a um ambiente recifal. Isso possibilita que espécies antes não encontradas em determinado local possam vir a utilizá-lo (Freitas e Velastin 2010). Além de espécies de peixes crípticos, outros organismos como corais, briozoários, esponjas e equinodermos são atraídos para esses novos ambientes consolidados, sendo estes em sua maioria suspensívoros, alterando, portanto, o material em suspensão e assim a turbidez (Thrush e Dayton 2002).

*Hypleurochilus fissicornis* (Quoy & Gaimard, 1824) é uma espécie críptica marinha de pequeno porte, habitante de ambientes consolidados como recifes de corais e rochosos. Distribuí-se no Atlântico Ocidental desde o estado da Paraíba no Brasil, até Mar del Plata, Argentina, e no Atlântico Norte é encontrada nos Açores (Portugal) (Menezes e Figueiredo 1985, Santos et al. 1997, Floeter et al. 2003). Assim como outros Blenniidae, os machos cuidam dos ninhos onde as fêmeas depositam os ovócitos. Os locais preferenciais para ninhos de *H. fissicornis* são fendas de rochas, conchas vazias, cracas e até mesmo painéis experimentais de incrustações (Menezes e Figueiredo 1985, Omena e Souza 1999).

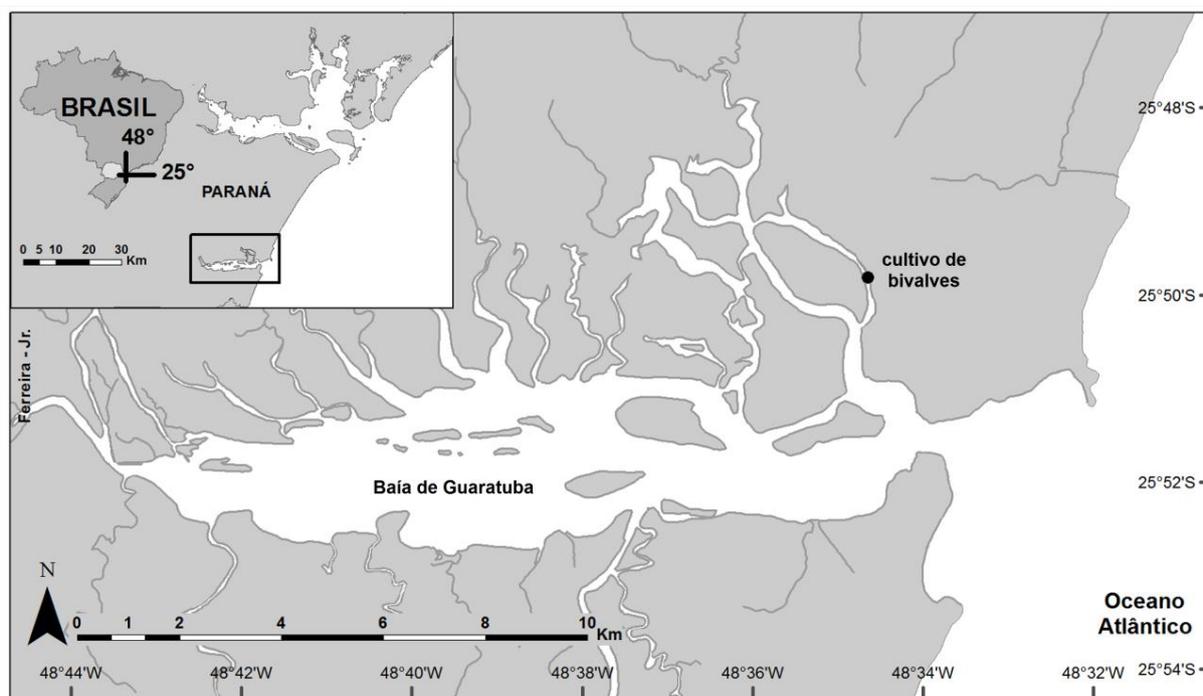
Organismos pequenos, como é o caso dos blenídeos, têm o potencial para dominar os recursos e moldar as funções do sistema onde estão inseridos quando são abundantes, desempenhando papel fundamental na cadeia trófica dos ambientes recifais (Ackerman e Bellwood 2000). Em recifes costeiros naturais e naqueles artificiais com o propósito de aumentar a diversidade local, *H. fissicornis* é geralmente encontrada em baixas abundâncias desde o norte do Rio de Janeiro até a costa centro-sul de Santa Catarina (Barreiros et al. 2004, Brotto et al. 2007, Luiz-Jr. et al. 2008, Alves e Pinheiro 2011). Já em mariculturas a espécie é encontrada em altas abundâncias (Gerhardinger et al. 2004, Freitas e Velastin 2010), podendo nos indicar que *H. fissicornis* esteja obtendo um maior sucesso reprodutivo nos ambientes artificiais abrigados do que no seu ambiente natural costeiro.

A fim de conhecer a estratégia utilizada por *H. fissicornis* em ambiente artificial, o presente trabalho teve como objetivos: (1) caracterizar as escalas de maturidade de fêmeas e machos a partir do desenvolvimento das células germinativas (ovogênese e espermatogênese),

(2) identificar as táticas reprodutivas a fim de verificar se a espécie está obtendo sucesso reprodutivo e (3) verificar a utilização das estruturas de cultivo no processo reprodutivo.

## Materiais e Métodos

A baía de Guaratuba (Fig. 1) possui uma área de 50,19 km<sup>2</sup> e está situada na planície costeira do litoral sul do Brasil, sendo o clima da região mesotérmico úmido. Para caracterizar o período de estudo (maio de 2013 a maio de 2014), os dados de temperatura do ar e pluviosidade foram fornecidos pelo Instituto Tecnológico SIMEPAR. As maiores temperaturas médias mensais foram registradas em janeiro (25,8°C), fevereiro (26,1°C) e março (24,1°C) e as menores nos meses de julho (15,9°C) e agosto (16,3°C), sendo a temperatura média anual de 21,0°C. A pluviosidade acumulada foi de 2020,6 mm, com maior volume de chuvas em junho (220,2 mm) e o menor em agosto (77,4 mm).



**Fig. 1:** Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. Cultivo de bivalves (*Crassostrea brasiliana*) amostrado (ponto preto). Fonte: Augusto Luiz Ferreira Junior.

As amostragens de material biológico e de dados ambientais foram realizadas mensalmente entre maio/2013 e maio/2014 em um cultivo de ostras (*Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819)) localizado no rio dos Pinheiros, próximo à desembocadura da baía. O cultivo utilizado é do tipo *long line*, sendo as ostras colocadas em “lanternas”, as quais são fixadas a um cabo principal que permanece emerso devido à presença de flutuadores. As

despescas ocorreram em lanternas que não sofriam manutenção, portanto sem interferências periódicas e possível afastamento dos indivíduos.

Para a obtenção do material biológico, as lanternas foram ensacadas com uma rede cilíndrica de malha 1 mm por meio de mergulho, a fim de evitar escape de organismos, e trazidas à superfície, conforme metodologia utilizada por Freitas e Velastin (2010). Conchas em que foram observadas desovas da espécie também foram coletadas, assim como os dados de temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido (OD) e salinidade, obtidos com a utilização de uma sonda multiparâmetros.

Em laboratório, os exemplares de *H. fissicornis* tiveram mensurados o comprimento total (CT em cm) e o peso total (PT em g). Posteriormente, as gônadas foram retiradas, pesadas (PG em g) e identificadas macroscopicamente quanto ao sexo e desenvolvimento gonadal (de acordo com Vazzoler 1996 e Brown-Peterson et al. 2011). Algumas gônadas foram destinadas ao processo histológico de rotina, sendo fixadas em ALFAC por 18h para posterior inclusão em Paraplast. As lâminas foram coradas com Hematoxilina-Eosina e analisadas sobre microscópio de luz a fim de caracterizar a escala de maturidade de fêmeas e machos e confirmar a identificação macroscópica dos estádios gonadais. A caracterização do desenvolvimento das células germinativas feminina foi baseada no trabalho de Lowerre-Barbieri et al. (2013), enquanto as escalas de maturidade para fêmeas e machos foram confeccionadas de acordo com Vazzoler 1996 e Brown-Peterson et al. (2011). A proporção sexual mensal e por classes de comprimento foi analisada pelo teste  $\chi^2$  ( $\alpha=0.05$ ), sendo as classes (sete classes com amplitude de 1 cm) estabelecidas pelo postulado de Sturges (Sokal and Rolf 1981).

Para a análise do desenvolvimento gonadal calculou-se o Índice Gonado-Somático (IGS) individual, expresso pela fórmula  $IGS=(PG/PT)*100$ . A partir do IGS individual foi obtido o IGS médio mensal para fêmeas e machos e confeccionadas as curvas de maturação, permitindo estabelecer o período reprodutivo. Após a análise histológica das gônadas, a distribuição das frequências percentuais mensais de desenvolvimento gonadal e as frequências de jovens e adultos foram determinadas, considerando jovens somente os indivíduos com gônadas imaturas.

A relação peso-comprimento foi calculada por  $PT=aCT^b$ , em que  $a$  é o coeficiente linear e  $b$  o angular, ambos determinados pela aplicação do método de mínimos quadrados. A partir disso calculamos o fator de condição total e somático, expressos, respectivamente, por  $K=PT/CT^b$  e  $K'=PC/CT^b$ , sendo PC o peso do corpo do exemplar excetuando-se o peso da gônada.

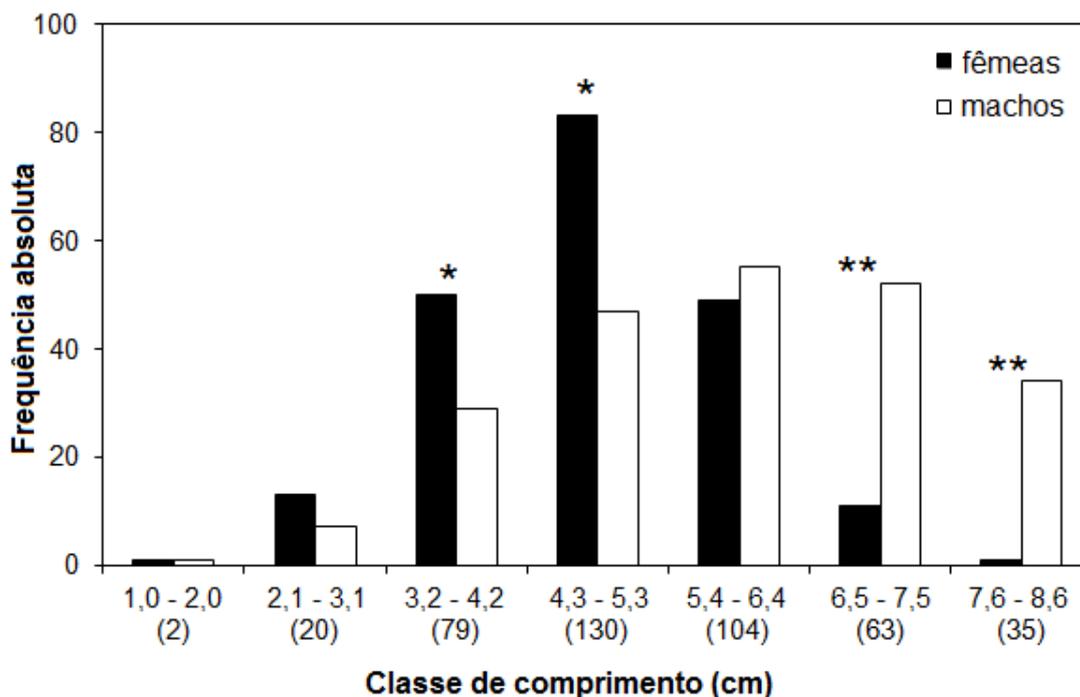
O comprimento de primeira maturação ( $L_{50}$ ) foi estabelecido por  $Fr=1-(e^{-aL^b})$ , sendo  $Fr$  a frequência relativa de indivíduos adultos,  $e$  a base do logaritmo neperiano,  $a$  e  $b$  os coeficientes estimados pelo método dos mínimos quadrados transformando-se as variáveis envolvidas e  $L_m$  é o ponto médio das classes de comprimento, conforme Fávoro et al. (2003) e Oliveira e Fávoro (2011) em estudos reprodutivos de peixes estuarinos.

As variáveis abióticas foram analisadas através de uma Análise de Componentes Principais (PCA), sendo posteriormente utilizados os eixos de maior explicabilidade para relacionar com os estádios de desenvolvimento gonadal, através da correlação de Spearman ( $\alpha=0.05$ ). O critério utilizado para a escolha dos eixos mais importantes foi o método de *Broken-Stick*. As estações do ano foram definidas como outono (abril a junho), inverno (julho a setembro), primavera (outubro a dezembro) e verão (janeiro a março). As análises estatísticas foram realizadas no software R 3.1.0.

## Resultados

O total de 519 espécimes foi coletado de maio/2013 a maio/2014, sendo 205 fêmeas, 228 machos e 86 indivíduos que não tiveram o sexo identificado, incluindo nesses juvenis e adultos de 1,2 a 5,4 cm. Nos meses de fevereiro a março de 2014 não foram obtidos exemplares. O CT das fêmeas variou de 2,0 a 7,8 cm (média  $4,78 \pm 1,06$ ) e dos machos de 2,0 a 8,5 cm (média  $5,64 \pm 1,50$ ).

Não houve diferenças significativas na proporção de machos e fêmeas nos meses, exceto em janeiro, em que foi encontrado maior número de machos ( $\chi^2=4,89$ ; g.l.=1;  $p<0,05$ ). A análise de proporção sexual por classes de comprimento evidenciou diferenças entre os sexos, sendo as classes intermediárias (3,2-4,2 e 4,3-5,3 cm) dominadas por fêmeas ( $\chi^2= 5,12$  e  $\chi^2=8,57$ , g.l.=1;  $p<0,05$  respectivamente) e as maiores classes (6,5-7,5 e 7,6-8,6 cm) por machos ( $\chi^2=27,55$  e  $\chi^2=30,11$ ; g.l.=1 e  $p<0,05$  respectivamente) (Fig. 2).



**Fig. 2:** Frequência de fêmeas e machos de *H. fissicornis* entre as classes de comprimento coletados em cultivo de bivalves no Paraná-Brasil, entre maio de 2013 e maio de 2014. Valores entre parênteses abaixo das classes de comprimentos indicam número de indivíduos na classe. \* para p-valor<0,05 e \*\* para p-valor<0,001.

### Descrição histológica das gônadas

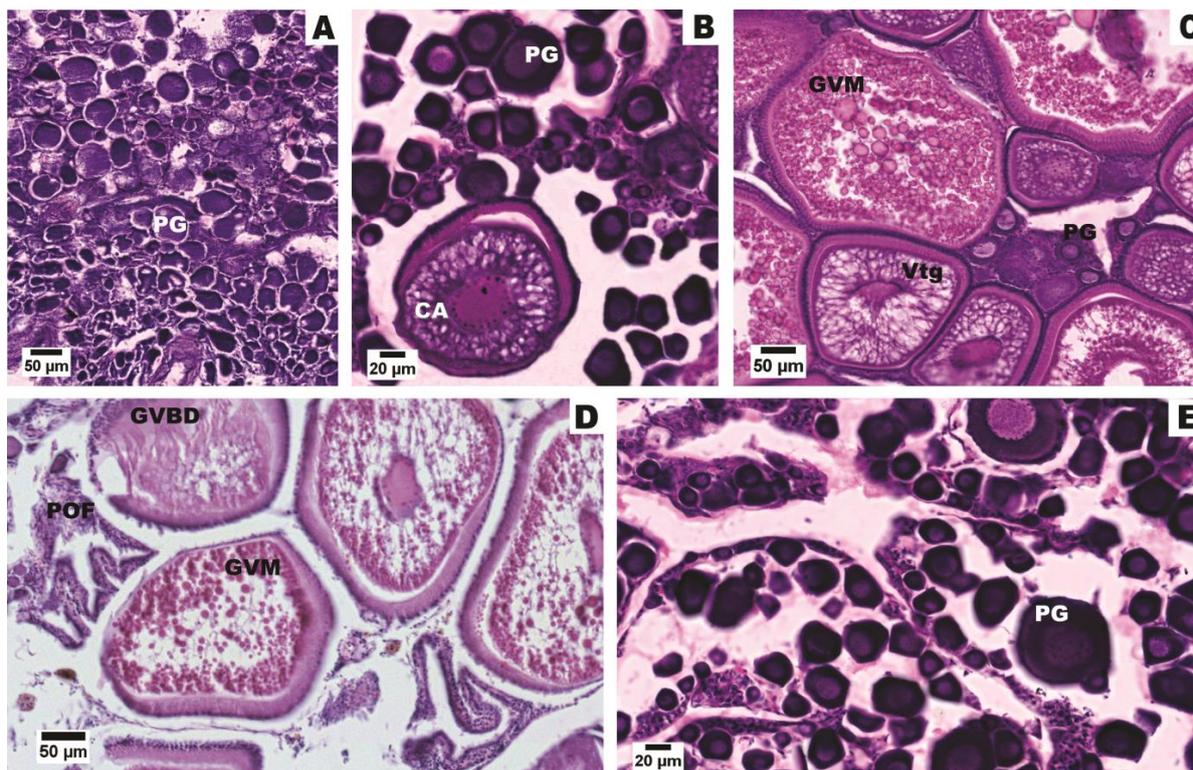
A histologia nos permitiu caracterizar seis fases de desenvolvimento dos folículos ovarianos, tendo as principais características descritas a seguir: as oogônias são as menores células germinativas, apresentando núcleo grande e citoplasma escasso. O ovócito de crescimento primário (PG) se caracteriza pelo aumento do volume e da basofilia citoplasmática. Na próxima fase os ovócitos apresentam vesículas citoplasmáticas, sendo chamados de cortical alveolar (CA), e os vitelogênicos (Vtg) primário, secundário e terciário apresentam, além das vesículas, grânulos de vitelo no citoplasma. No próximo estágio os ovócitos com migração da vesícula germinativa (GVM) mostram-se com maiores diâmetros, tendo o citoplasma preenchido por grânulos de vitelo. Após essa fase, ocorre a hidratação pré-ovulatória promovendo a fusão dos grânulos de vitelo, caracterizando o processo de hialinização, sendo assim caracterizados os ovócitos com “ruptura da vesícula germinativa” (GVBD). As células foliculares são evidenciadas pavimentosas nas PGs, tornando-se cilíndricas no final do processo de ovogênese. A membrana vitelina é observada a partir da CA.

O desenvolvimento das células da linhagem espermática se inicia com a espermatogônia, célula de maior volume. Essas células perdem o volume citoplasmático durante o processo de divisão celular mitótico e meiótico, originando células menores, as quais apresentam o núcleo mais condensado e altamente basófilo a cada divisão celular, resultando o processo na formação dos espermatozóides, as menores células da linhagem espermática. Cada tipo celular ocorre organizado em ninhos, dispostos radialmente, formando a parede dos túbulos seminíferos, estando os espermatozóides localizados na luz dos túbulos. Os testículos localizam-se perifericamente e envolvem uma porção central, a glândula testicular. Neste estudo não conseguimos identificar a função da glândula testicular no processo reprodutivo.

A partir da caracterização da ovogênese e da espermatogênese, determinamos a escala de maturidade gonadal com cinco estádios para cada sexo (Tabelas 1 e 2 e Figs. 3 e 4). A observação de gônadas capaz de desovar – parcialmente desovada, obtidas a partir das análises histológicas, permitiram caracterizar a desova do tipo parcelada para a espécie.

**Tabela 1:** Escala de maturação de fêmeas de *Hyleurochilus fissicornis* em um cultivo de bivalves, Paraná – Brasil. Escala adaptada de Vazzoler (1996), Brown-Peterson et al. (2011) e Lowerre-Barbieri et al. 2013. PG= ovócitos de crescimento primário; CA= cortical alveolar; Vtg= vitelogênicos primário, secundário e terciário; GVM= migração da vesícula germinativa; POF= folículo pós-ovulatório; GVBD= ruptura da vesícula germinativa.

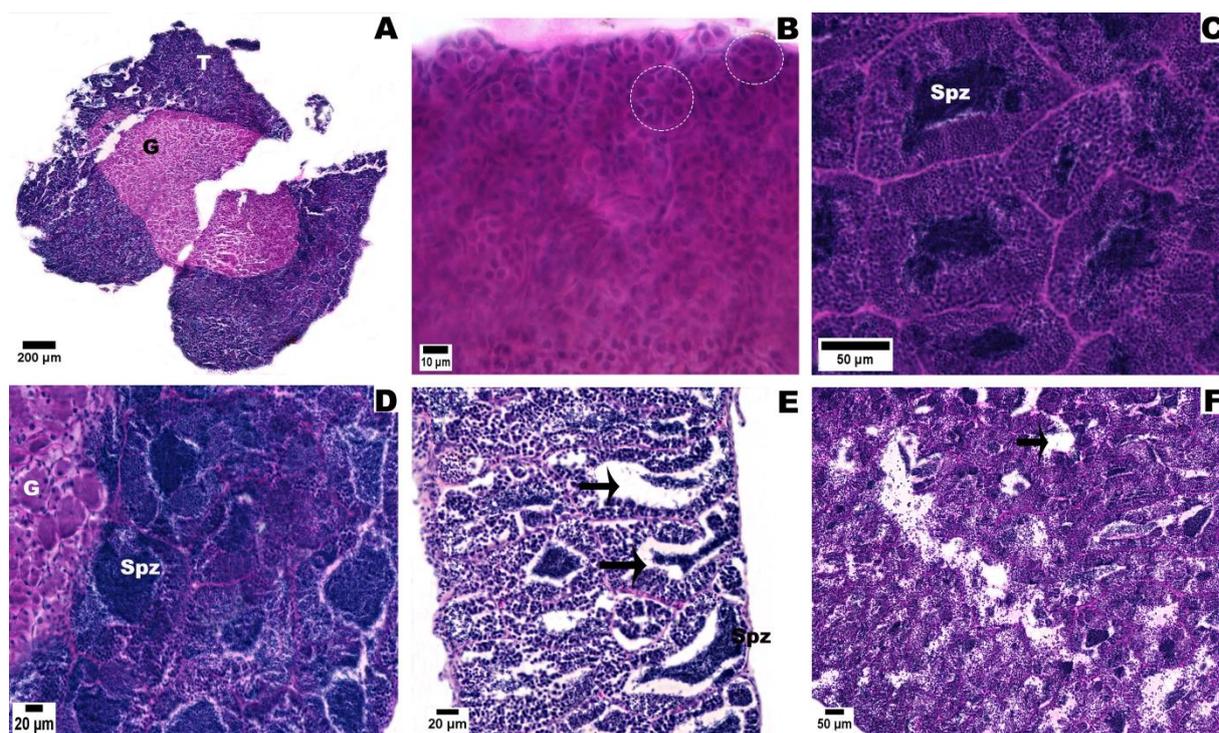
Estágio de desenvolvimento gonadal	Características microscópicas
Imaturo	Apenas fêmeas jovens possuem esse estágio. Características dos ovários imaturos: oogônias e folículos PG estão bem-organizados nas lamelas ovígeras. Esse estágio não apresenta folículos em vitelogênese.
Desenvolvimento	Iniciando esse estágio as fêmeas são consideradas adultas, entrando no ciclo reprodutivo. Características: oogônias, PG, ovócitos CA e em menores concentrações ovócitos Vtg são presentes. Predominante são os folículos com células PG e CA. Conforme a maturação progride, a quantidade de Vtg aumenta.
Capaz de desovar	Folículos com células GVM. Em menor número são encontrados folículos com ovócitos Vtg e PG.
Parcialmente desovado	Ocorre apenas em espécies que fazem desovas em lotes. Características: folículos GVM e POFs abundantes. Estágios iniciais de maturação dos ovócitos também podem estar presentes, assim como folículos GVBD.
Pós-desova	Ovários pós-desova evidenciam o fim do período reprodutivo. Compreendem os estágios “Regredindo” e “Regenerando” descritos por Brown-Peterson et al. (2011). Características: POFs e PG presentes de forma desorganizada nas lamelas ovígeras, as quais posteriormente vão se organizando e sendo constituídas de oogônias e PG, com ausência de POF.



**Fig. 3:** Histologia ovariana de *H. fissicornis*, coloração com HE. A- Ovário imaturo: ovócitos de crescimento primário (PG); B- Ovário em desenvolvimento: ovócito cortical alveolar (CA); C- Capaz de desovar: ovócitos vitelogênicos (Vtg) e fase de migração da vesícula germinativa (GVM); D- Parcialmente desovado: ovócitos em fase de ruptura da vesícula germinativa (GVBD) e folículos pós-ovulatórios (POF); E- Ovário pós-desova.

**Tabela 2:** Escala de maturação masculina de *Hypleurochilus fissicornis* em um cultivo de bivalves, Paraná – Brasil. Adaptada de Vazzoler (1996) e Brown-Peterson et al. (2011).

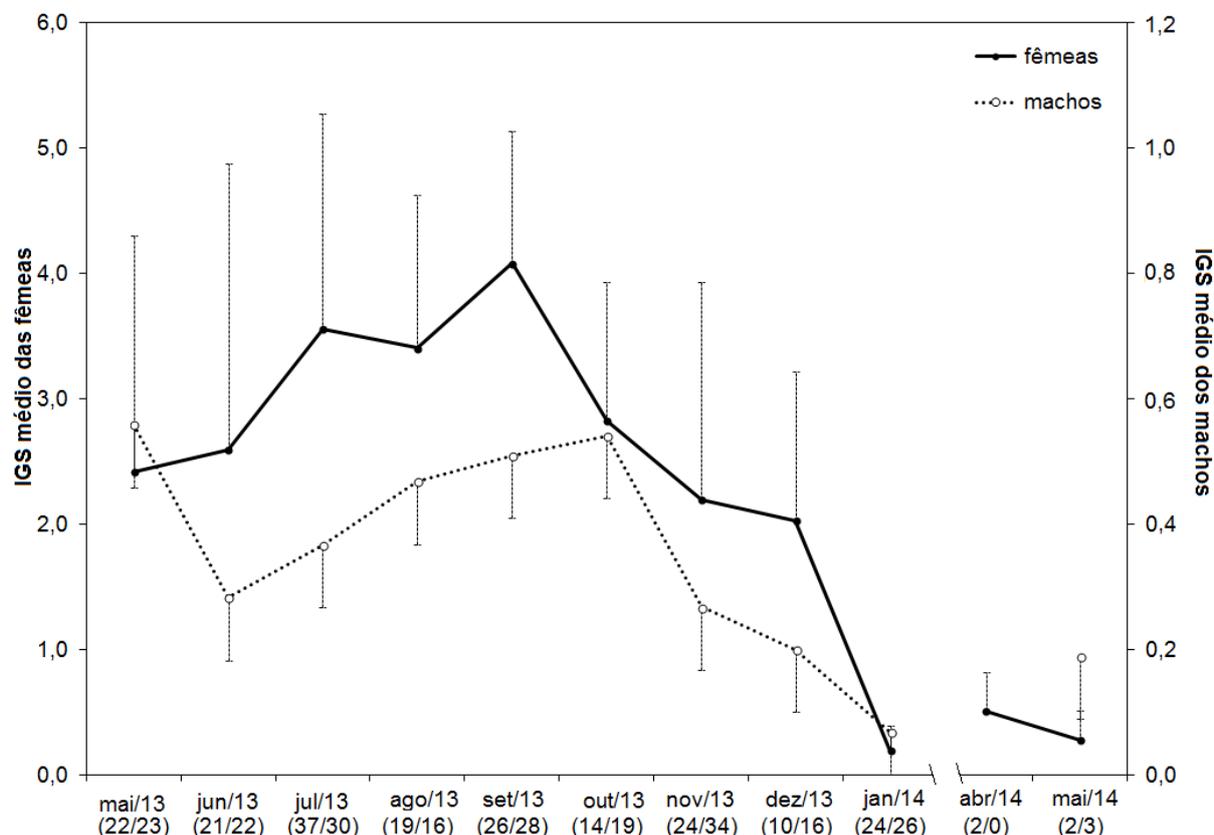
Estágio de desenvolvimento gonadal	Características microscópicas
Imaturo	Apenas machos jovens apresentam esse estágio. As células dos testículos são as maiores dentre todos os estádios (espermatogônias), uniformemente distribuídas em todo o testículo sem evidência de lúmen.
Desenvolvimento	Nesse estágio o peixe entra no ciclo reprodutivo, virando adulto. Características: diversas fases celulares são encontradas nos testículos. O túbulo seminífero é rodeado de células maiores e no centro (lúmen) predominam os espermatozoides. Não há predominância de um tipo celular.
Capaz de espermiar	Espermatogônias, espermatócitos e espermátides ainda presentes nas bordas dos túbulos, mas em menor quantidade, com alargamento da área central composta de espermatozoides. Predominam os espermatozoides.
Parcialmente espermiado	Ainda encontramos todas as fases celulares rodeando o túbulo, porém o centro encontra-se parcialmente vazio, com menor número de espermatozoides que no estágio anterior.
Pós-espermição	Estádio que evidencia o fim do período reprodutivo. Compreendem os estágios “Regredindo” e “Regenerando” de Brown-Peterson et al. (2011). As células encontram-se desordenadas, com muitos espaços vazios nos testículos e poucos ou nenhum espermatozoides restantes nos túbulos.



**Fig. 4:** Histologia testicular de *H. fissicornis*, coloração com HE. A – secção histológica transversal da gônada masculina mostrando a glândula testicular (G) no centro e o testículo (T). B – Testículo imaturo: os túbulos seminíferos estão circulados. Note que as células são maiores na gônada masculina imatura. C – Testículo em desenvolvimento: espermatozoides (Spz). Note que diversas fases celulares são encontradas na periferia dos túbulos seminíferos. D – Capaz de espermiar: Spz predominam. E – Parcialmente espermiado: setas indicam espaços vazios devido à liberação de espermatozóides. F – Testículos pós-espermição: um grande número de espaços vazios (seta).

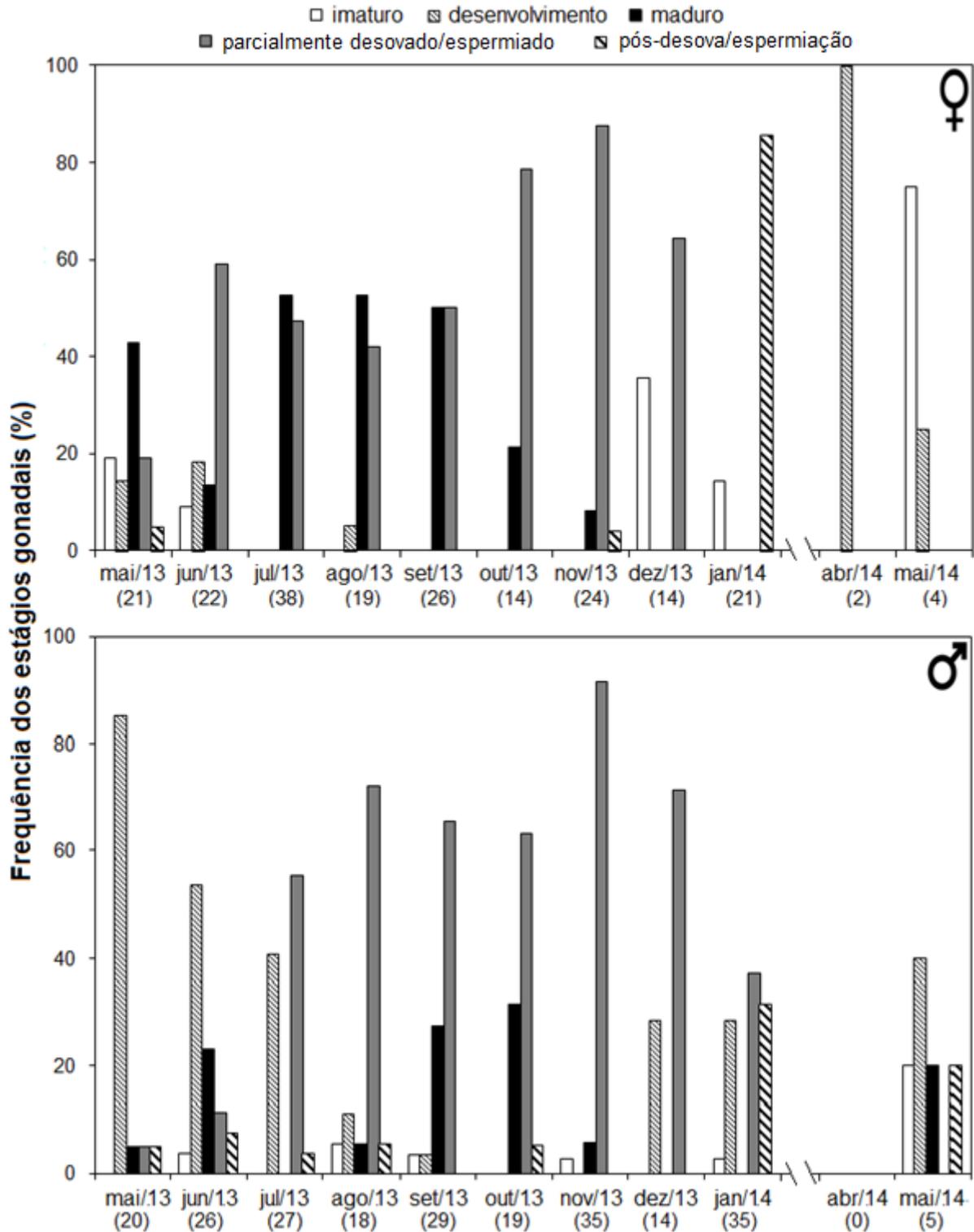
## Análise reprodutiva

A curva de maturação mostrou uma tendência sincronizada para fêmeas e machos, caracterizando período reprodutivo extenso com duração de oito meses (maio a dezembro) (Fig. 5).

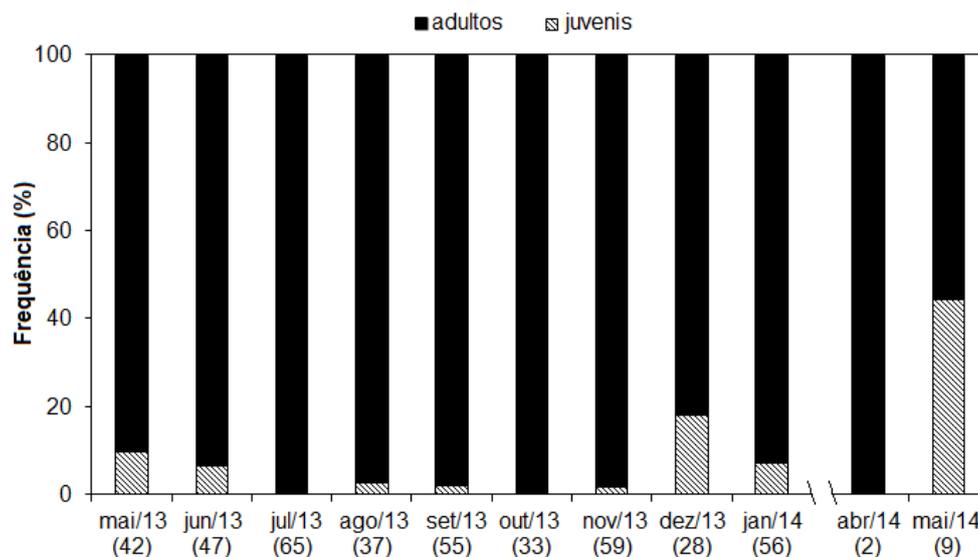


**Fig. 5:** Índice Gonadosomático (IGS) médio mensal com desvio padrão de fêmeas e machos de *H. fissicornis* em cultivo de ostras, Paraná-Brasil. Números entre parênteses abaixo dos meses indicam número amostral de fêmeas/machos. Amostras foram coletadas entre maio de 2013 e maio de 2014. De fevereiro a março de 2014 não foram capturados exemplares no local.

O período com maior atividade reprodutiva foi o inverno, apresentando as maiores frequências de gônadas capaz de desovar (Fig. 6). Indivíduos parcialmente desovados e parcialmente espermiados foram amostrados durante todo o período, exceto em janeiro e maio de 2014, meses com menores valores médios de IGS e maiores frequências de gônadas nos estágios pós-desova/pós-espermição e desenvolvimento, respectivamente. Jovens foram encontrados em praticamente todo o período amostrado, mas em maior abundância nos meses de dezembro, janeiro e maio (Fig. 7).

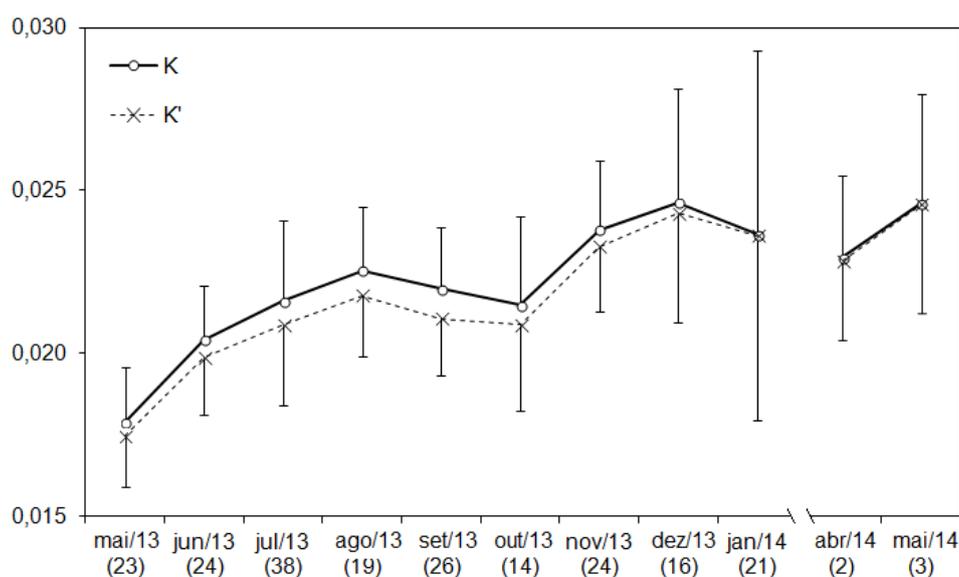


**Fig. 6:** Frequência percentual mensal dos estádios de maturação das fêmeas (acima) e machos (abaixo) de *H. fissicornis* num cultivo de bivalves, Paraná-Brasil, entre maio de 2013 e maio de 2014. Números entre parênteses abaixo dos meses indicam o n amostral do mês.



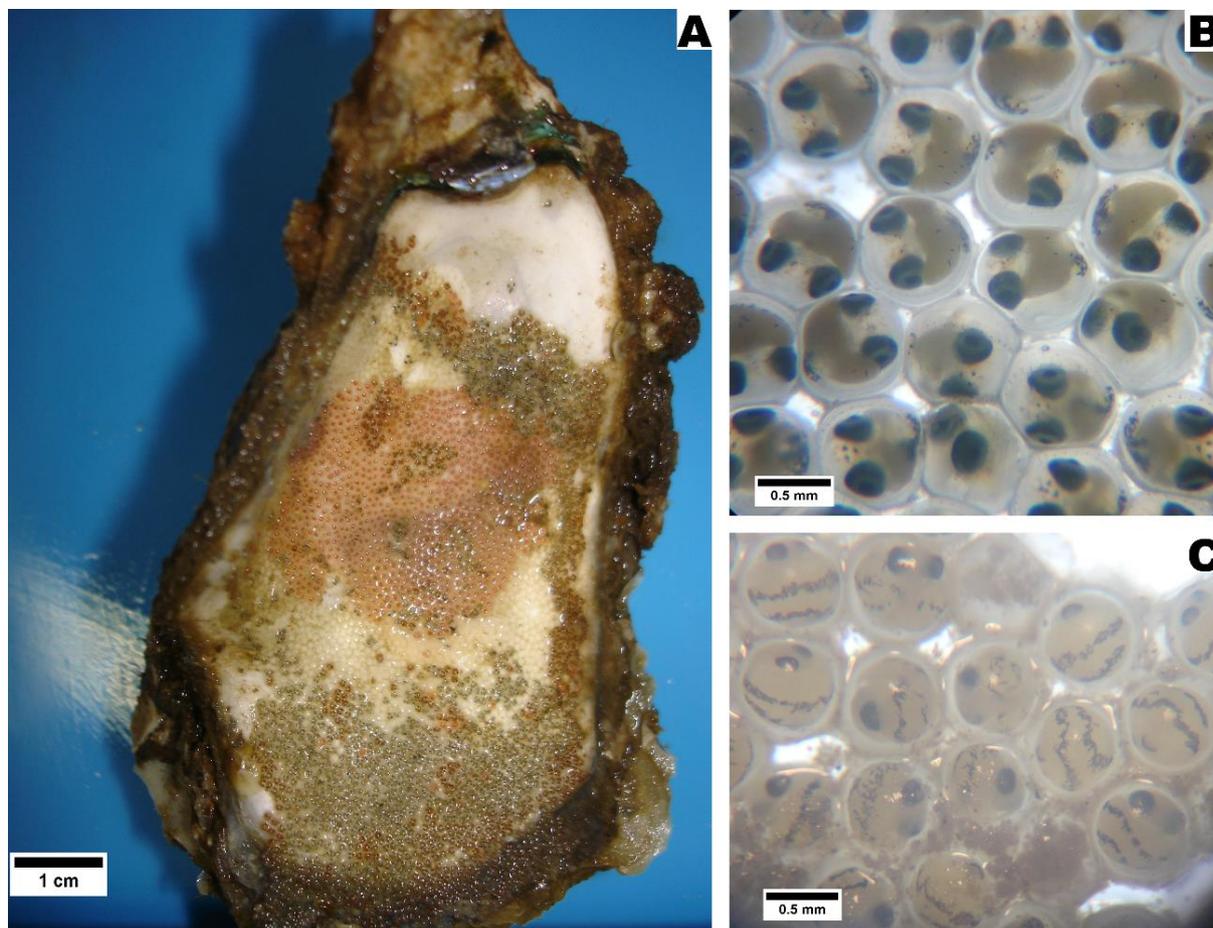
**Fig. 7:** Frequência de jovens e adultos de *H. fissicornis* capturados num cultivo de bivalves, Paraná-Brasil entre maio de 2013 e maio de 2014. Em fevereiro e março de 2014 não foram capturados indivíduos. Números entre parênteses abaixo dos meses indicam o total de indivíduos coletados no mês.

Corroborando a curva de maturac o e a frequência dos estádios gonadais, a análise dos fatores de condi o total ( $K$ ) e somático ( $K'$ ) confirmou o extenso período de investimento nas gônadas, especialmente para as fêmeas (Fig. 8). Para os machos a análise gráfica não evidenciou diferença em virtude da pequena varia o do peso dos testículos ao longo do período.



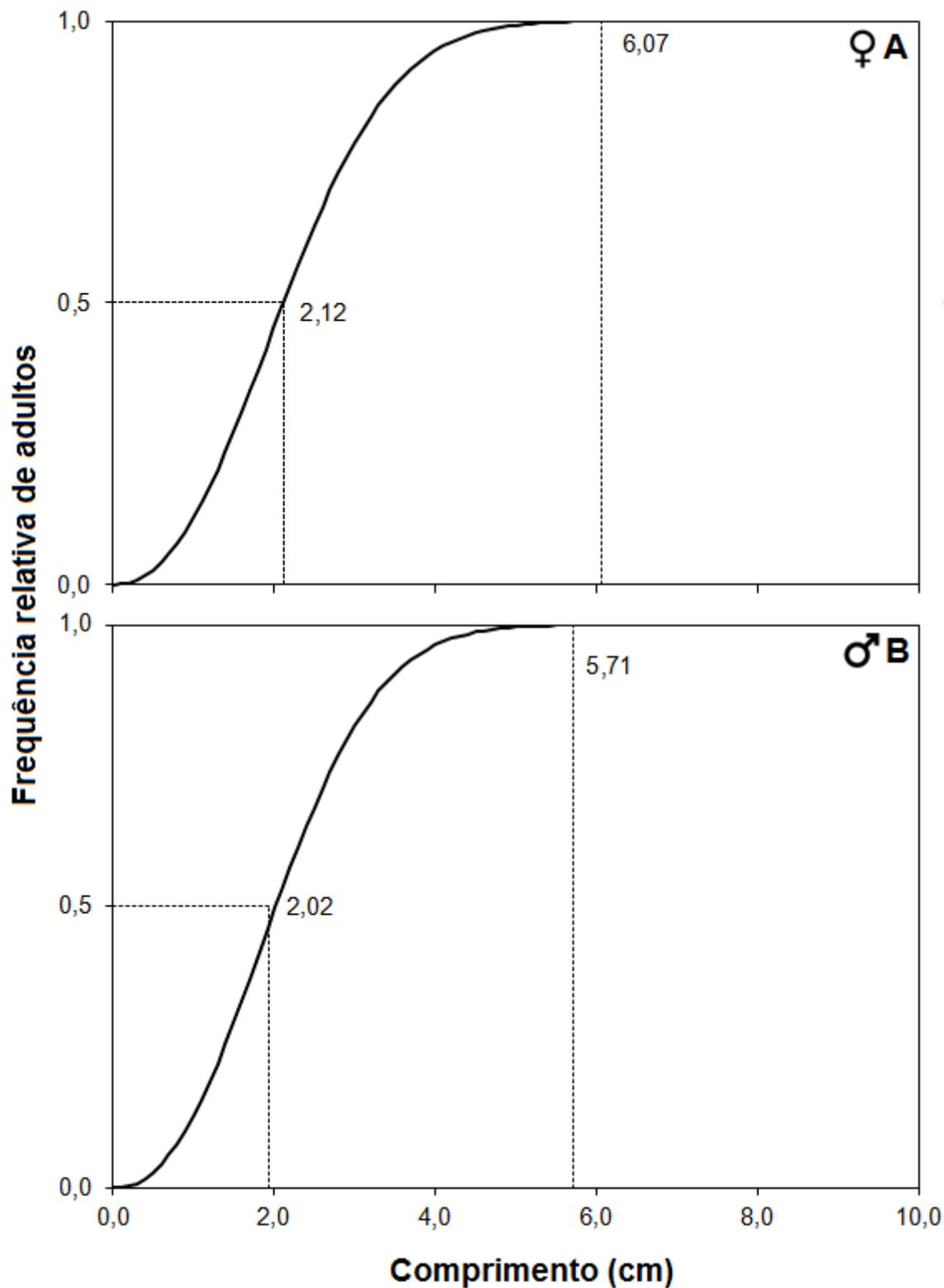
**Fig. 8:** Valores de fator de condi o total ( $K$ ) e fator de condi o somático ( $K'$ ) com desvio padrão para fêmeas de *H. fissicornis* num cultivo de bivalves, Paraná-Brasil entre maio de 2013 e maio de 2014. De fevereiro a março de 2014 não foram capturados exemplares no local. Valores entre parênteses abaixo dos meses indicam o n amostral do mês em questão.

A utilização de conchas vazias de ostras para a deposição de ovos pelas fêmeas foi observada durante o período de junho a novembro. As conchas com desovas estavam sob os cuidados de um único macho da espécie, sendo que em cada ninho foram observados, através da coloração, diversos estágios de desenvolvimento dos ovos (Fig. 9).



**Fig 9:** A- Concha da ostra *Crassostrea brasiliana* com desova de *H. fissicornis* evidenciando (através da colocação) diferentes fases de desenvolvimento dos ovos. B e C- Ovos de *H. fissicornis* (desova) encontrados em conchas num cultivo de bivalves da costa do Paraná-Brasil.

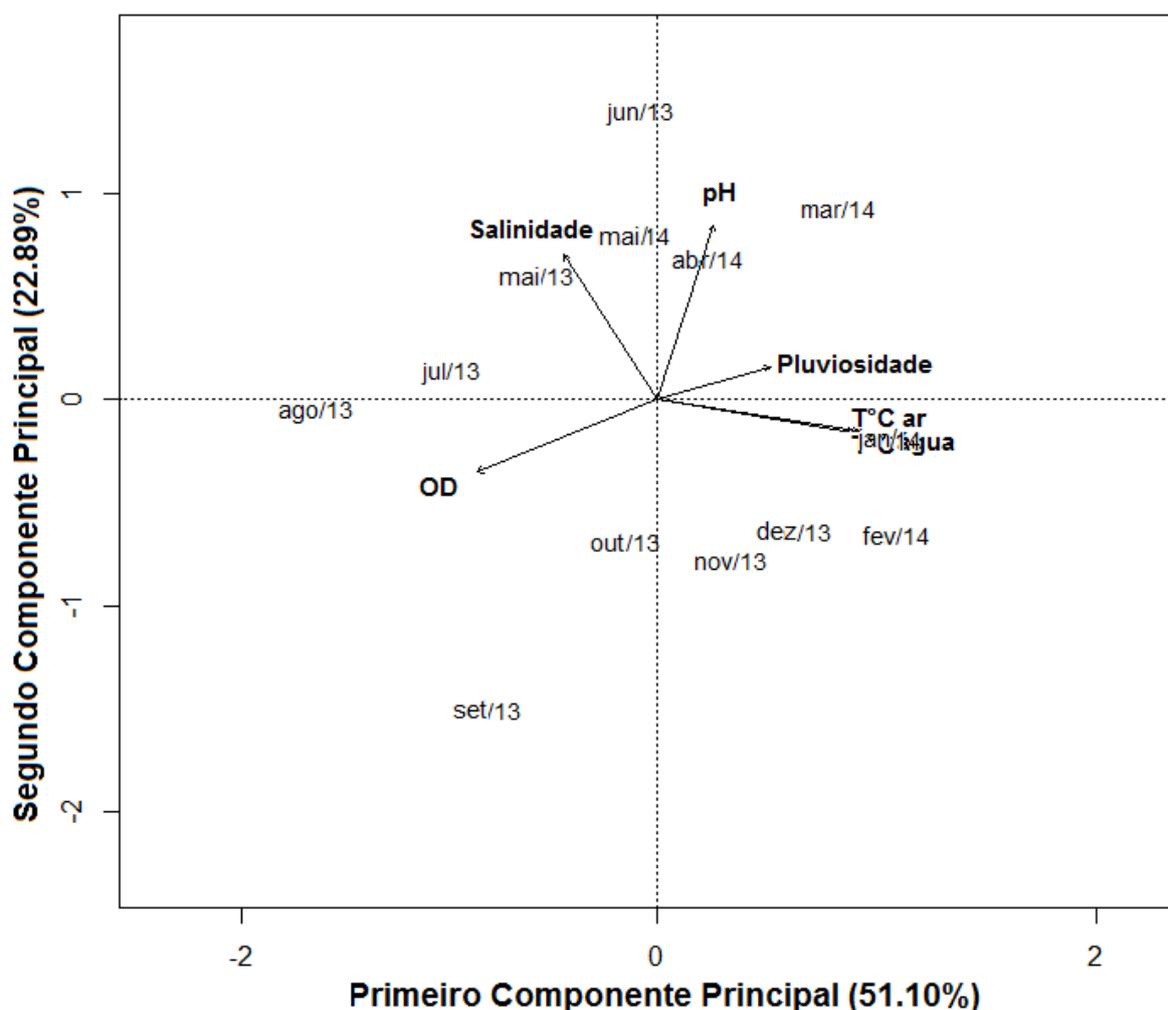
O  $L_{50}$  das fêmeas foi determinado em 2,12 cm e o  $L_{100}$  em 6,07 cm (Fig.10A). Para machos a estimativa foi de  $L_{50} = 2,02$  cm e  $L_{100} = 5,71$  cm (Fig. 10B).



**Fig. 10:** Comprimento de primeira maturação estimado para fêmeas (A) e machos (B) de *H. fissicornis* coletados num cultivo de bivalves, Paraná-Brasil entre maio de 2013 e maio de 2014.

### Relação dos fatores abióticos com a reprodução

As mensurações dos dados abióticos mostraram que nos meses de junho a agosto as temperaturas da água e do ar foram as mais baixas, acompanhadas dos maiores valores de OD. No período de estudo a salinidade variou de 13 a 30 e o pH de 7,05 a 8,19. A análise de componentes principais sumarizou os resultados abióticos encontrados, sendo que o primeiro eixo foi suficiente para explicar a maior variabilidade dos dados. O eixo 1 foi fortemente influenciado pelas temperaturas da água e do ar positivamente e negativamente pelo OD (Fig. 11; Tabela 3).



**Fig. 11:** Diagrama da Análise de Componentes Principais para os meses de maio de 2013 a maio de 2014 em um cultivo de bivalves, Paraná-Brasil. Vetores representam as variáveis abióticas amostradas. T°C ar e T°C água (temperatura do ar e da água respectivamente), OD (oxigênio dissolvido). Entre parênteses ao lado da legenda do eixo está a porcentagem de explicação do mesmo.

**Tabela 3:** Eigenvalues e valores calculados pelo método de “Broken-Stick”. Variáveis abióticas estão abaixo com suas respectivas contribuições para explicar os eixos da PCA. Em negrito estão os valores das variáveis que mais contribuíram para a explicação do primeiro eixo (PC1).

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
Eigenvalues	3,066	1,373	0,778	0,574	0,164	0,044
Broken-Stick	2,450	1,450	0,950	0,617	0,367	0,167
Contribuição das variáveis a cada eixo						
T°C água	<b>1,106</b>	-0,187	0,203	0,236	-0,166	0,170
Salinidade	-0,531	0,827	0,058	0,658	-0,095	-0,019
pH	0,315	0,992	0,106	-0,545	-0,142	0,019
OD	<b>-1,019</b>	-0,412	-0,225	-0,109	-0,376	0,008
T°C ar	<b>1,134</b>	-0,179	0,148	0,092	-0,183	-0,177
Rainfall	0,635	0,185	-0,985	0,068	0,003	0,007

Para fêmeas e machos, o estágio capaz de desovar/espermiar obteve uma forte correlação negativa com o primeiro componente da PCA, indicando que os indivíduos madurem em temperaturas mais frias (Tabela 4), corroborando a curva de maturação.

**Tabela 4:** Resultado das Correlações de Spearman realizadas entre o componente 1 da PCA (representando valores de temperatura do ar e da água e oxigênio dissolvido) e as frequências mensais dos estádios de maturação. Valores estatisticamente significativos ( $\alpha=0,05$ ) estão em negrito.

<i>Estádio</i>	Fêmeas		Machos	
	$\rho$	p-valor	$\rho$	p-valor
Imaturo	0,13	0,653	-0,29	0,325
Desenvolvimento	-0,26	0,189	-0,39	0,093
Capaz de desovar/espermiar	-0,88	<b>&lt; 0,001</b>	-0,49	<b>0,042</b>
Parcialmente desovado/espermiado	-0,31	0,146	-0,36	0,108
Pós-desova/espermição	0,21	0,239	-0,24	0,787

## Discussão

A determinação da maturação gonadal se dá de acordo com a dinâmica do desenvolvimento das células da linhagem germinativa. As fêmeas apresentaram uma escala de maturidade ovariana com o mesmo padrão de outros teleósteos, enquanto os machos de *H. fissicornis* apresentam uma glândula testicular associada ao testículo, tornando a determinação do desenvolvimento da gônada masculina mais complexa.

Por estarem os testículos de *H. fissicornis* restritos a uma reduzida porção periférica à da glândula testicular, diferindo da maioria dos teleósteos, a determinação dos estádios desenvolvimento, capaz de espermiar e parcialmente espermiado foi de difícil caracterização.

Os estádios supracitados demonstraram dificuldade na diferenciação por apresentarem todos os tipos celulares da linhagem espermatogênica, diferindo ligeiramente no número de espermatozóides. Para a espécie, ficou caracterizada a liberação dos gametas de forma parcelada, evidenciado pelo estádio parcialmente desovado/espermiado, Essa liberação de gametas de forma parcelada é uma importante tática reprodutiva, pois reduz a probabilidade de perda das larvas devido a flutuações ambientais (Santos 1995).

*Hypleurochilus fissicornis* apresentou um longo período reprodutivo, essencialmente influenciado pela queda nas temperaturas. O extenso período reprodutivo foi também encontrado para *Coryphoblennius galerita* na costa portuguesa (Almada et al. 1996). Entretanto, espécies de Blenniidae no litoral de Portugal e da Espanha apresentaram o pico reprodutivo no verão (Almada et al. 1994, Almada et al. 1996, Carrassón e Baú 2003), enquanto que *H. fissicornis* no sul do Brasil obteve maior atividade reprodutiva no inverno, estando assim a maturação gonadal intimamente relacionada à queda nas temperaturas da água. Essa diferença da época da reprodução pode ser uma tática utilizada pela espécie para evitar potenciais predadores, pois foram observados no verão juvenis de peixes piscívoros (Epinephelidae) na área de estudo, não sendo registrada a ocorrência dos mesmos nas outras estações (observação pessoal). Ainda, o desaparecimento dos espécimes de *H. fissicornis* nos meses de fevereiro e março demonstra que o cultivo de bivalves é utilizado pela espécie somente como sítio reprodutivo. Assim, após a reprodução os indivíduos abandonam o local, corroborando os resultados obtidos para *Salaria pavo* (Almada et al. 1994), possivelmente evitando também a predação no verão.

Por outro lado, em águas mais frias, como na Argentina, o período reprodutivo de *H. fissicornis* se dá no verão (Delpiani et al. 2012). Esta situação pode nos indicar um ótimo de temperatura para o desenvolvimento gonadal e posterior desenvolvimento larval para a espécie, o qual é encontrado no inverno em águas mais quentes e no verão em águas mais frias. Para *Parablennius ruber* a temperatura influencia na sua maturação e taxa de crescimento, as quais são aceleradas com o aumento da temperatura (Azevedo e Homem 2002). A relação entre temperatura, latitude e período reprodutivo foi também demonstrada para *Atherinella brasiliensis* por Fávares et al. (2007), sendo talvez essa uma outra possível explicação para as diferenças nas épocas reprodutivas encontradas.

Em relação à utilização das conchas vazias como ninhos, foi observado diversos estágios de desenvolvimento dos ovos em uma mesma concha, indicando que possivelmente mais de uma fêmea utilizem o mesmo ninho, em diferentes períodos, depositando lotes de folículos ovarianos sob cuidados de um único macho. Essa estratégia é utilizada por fêmeas

de *Rhabdoblennius nitidus*, as quais escolhem seus parceiros preferencialmente repetindo a escolha de outra fêmea, com o propósito de reduzir a probabilidade de o macho desertar (Matsumoto e Takegaki 2013). Considerando que a habilidade do macho cuidar dos ovos está diretamente relacionada à probabilidade de sobrevivência das larvas, submeter as parcelas das desovas a diversos parceiros é vantajoso (Santos 1995). A realização de cuidado parental por machos pode explicar também o motivo destes atingirem maiores comprimentos que as fêmeas, uma vez que precisam defender os ninhos.

A espécie *H. fissicornis* foi abundante no cultivo de bivalves, e a presença de jovens em diversos meses é considerado um indicativo de que a espécie está obtendo sucesso reprodutivo no local. Em ambientes recifais marinhos a espécie está presente em baixas abundâncias (Luiz-Jr. et al. 2008, Hackardt e Félix-Hackardt 2009, Alves e Pinheiro 2011), o que pode nos indicar que os cultivos, por estarem mais abrigados no estuário, oferecem maior proteção para a espécie durante o ciclo reprodutivo. Porém, uma ressalva deve ser feita a essa afirmação, considerando que as amostragens dos trabalhos supracitados foram realizadas por censos-visuais, que acabam por subestimar espécies crípticas e de pequeno porte (Ackerman e Bellwood 2000).

A maior frequência de jovens ocorreu em dezembro, corroborando com o final da estação reprodutiva. O maior número de machos em relação às fêmeas foi encontrado em janeiro, podendo indicar que fêmeas deixam o sítio reprodutivo antes, uma vez que apenas os machos cuidam da prole.

A determinação do comprimento de primeira maturação para *H. fissicornis* indicou que indivíduos de comprimentos bastante reduzidos entram no processo reprodutivo. Considerando a razão  $L_{50}/L_{max}$ , os valores obtidos foram de 0.27 para as fêmeas e 0.23 para os machos, permitindo caracterizar uma primeira maturação gonadal prematura, uma vez que o valor da relação  $L_{50}/L_{max}$  encontra-se geralmente entre 0.4 e 0.9, para diferentes espécies (Beverton e Holt 1959).

Os resultados obtidos demonstram que *H. fissicornis* realiza uma variedade de táticas para proteção e garantia de sua prole, como desovas em lotes, longo período reprodutivo, cuidado parental, reduzido comprimento de primeira maturação, e época reprodutiva em baixas temperaturas. Assim, identificamos que o cultivo é utilizado como sítio reprodutivo no inverno, garantindo sucesso reprodutivo para a espécie.

## Referências

- Ackerman J. L., Bellwood D. R. 2000. Reef fish assemblages: a re-evaluation using enclosed rotenone stations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 206: 227–237.
- Almada V. C., Carreiro H., Faria C., Gonçalves E. J. 1996. The breeding season of *Coryphoblennius galerita* in Portuguese waters. *J. Fish Biol.* 48: 295–297.
- Almada V. C., Gonçalves E. J., Santos A. J., Baptista C. 1994. Breeding ecology and nest aggregations in a population of *Salaria pavo* (Pisces: Blenniidae) in an area where nest sites are very scarce. *J. Fish Biol.* 45: 819-830.
- Alves J. A., Pinheiro P. C. 2011. Peixes recifais das ilhas costeiras do Balneário Barra do Sul – Santa Catarina – Brasil. *R. CEPSUL Biodiv. Conserv. Mar.* 2(1): 10-21.
- Azevedo J. M. N., Homem N. 2002. Age and growth, reproduction and diet of the red blenny *Parablennius ruber* (Blenniidae). *Cybium.* 26(2): 129-133.
- Beverton R. J. H., Holt S. J. 1959. A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physiological characteristics. In: Wolstenholme G. E. W., Oconnor M. (eds), *Ciba Foundation Colloquia on Ageing.* 5: 142-180.
- Brotto D. S., Krohling W., Zalmon I. R. 2007. Comparative evaluation of fish assemblages census on an artificial reef. *Rev. Bras. Zool.* 24(4): 1157-1162.
- Brown-Peterson N. J., Wyanski D. M., Saborido-Rey F., Macewicz B. J., Lowerre-Barbieri S. K. 2011. A Standardized Terminology for Describing Reproductive Development in Fishes. *Mar. Coast. Fish. Dynam. Manag. Ecosys. Sci.* 3(1): 52-70.
- Carrassón M., Baú M. 2003. Reproduction and gonad histology of *Aidablennius sphynx* (Pisces: Blenniidae) of the Catalan Sea (northwestern Mediterranean). *Sci. Mar.* 67(4): 461-469
- Delpiani S. M., Bruno D. O. Díaz De Astarloa J. M., Acuña F. 2012. Development of early life stages of the blenny *Hyppleurochilus fissicornis* (Blenniidae). *Cybium.* 36(2): 357-359.
- Fávaro L. F., Lopes S. C. G., Spach H. L. 2003. Reprodução do peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Atheriniformes, Atherinidae), em uma planície de maré adjacente à gamboa do Baguaçu, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 20: 501-506.
- Fávaro L. F., Oliveira E. C., Verani N. F. 2007. Estrutura da população e aspectos reprodutivos do peixe-rei *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Atheriniformes,

- Atherinopsidae) em áreas rasas do complexo estuarino de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 24(4): 1150-1156.
- Floeter S. R., Gasparini J. L., Rocha L. A., Ferreira C. E. L., Rangel C. A., Feitoza B. M. 2003. Brazilian reef fish fauna: checklist and remarks (updated Jan. 2003). Brazilian Reef Fish Project: [www.brazilianreeffish.cjb.net](http://www.brazilianreeffish.cjb.net).
- Freitas M. O., Velastin R. 2010. Ictiofauna associada a um cultivo de mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) Norte Catarinense, Sul do Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci.* 32(1): 31-37.
- Gerhardinger L. C., Hostim-Silva M., Barreiros J. P. 2004. Empty mussel shells on mariculture ropes as potential nest places for the blenny *Hypleurochilus fissicornis* (Perciformes: Blenniidae). *J. Coast. Res.* SI39: 1202-1204.
- Goodbrand, L., Abrahams M. V., Rose G. A. 2013. Sea cage aquaculture affects distribution of wild fish at large spatial scales. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 70(9): 1289-1295.
- Granneman J. E., Steele M. A. 2014. Fish growth, reproduction, and tissue production on artificial reefs relative to natural reefs. *ICES J Mar Sci. Journal du Conseil*, p. fsu082. doi: 10.1093/icesjms/fsu082.
- Hackradt C. W., Félix-Hackradt F. C. 2009. Assembléia de peixes associados a ambientes consolidados no litoral do Paraná, Brasil: Uma análise qualitativa com notas sobre sua bioecologia. *Pap. Avulsos de Zool.* 49(31): 389-403.
- Lowerre-Barbieri S. K., Brown-Peterson N. J., Murua H., Tomkiewicz J., Wyanski D. M., Saborido-Rey F. 2013. Emerging issues and methodological advances in fisheries reproductive biology. *Mar. Coast. Fish. Dynam. Manag. Ecosys. Sci.* 3(1): 32-51.
- Luiz-Jr O. J., Carvalho-Filho A., Ferreira C. E. L., Floeter S. R., Gasparini J. L., Sazima I. 2008. The reef fish assemblage of the Laje de Santos Marine State Park, Southwestern Atlantic: annotated checklist with comments on abundance, distribution, trophic structure, symbiotic associations, and conservation. *Zootaxa* 1807: 1–25.
- Matsumoto Y., Takegaki T. 2013. Female mate choice copying increases egg survival rate but does not reduce mate-sampling cost in the barred-chin blenny. *Anim. Behav.* 86: 339-346.
- Menezes N. A., Figueiredo J. L. 1985. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil – V Teleostei (4). Museu de Zoologia. Univ. São Paulo. São Paulo, pp. 54-55.
- Oliveira E. C., Fávaro L. F. 2011. Reproductive biology of the flatfish *Etropus crossotus* (Pleuronectiformes: Paralichthyidae) in the Paranaguá Estuarine Complex, Paraná State, subtropical region of Brazil. *Neotrop. Ichth.* 9: 795-805.

- Omena E. P., Souza M. M. 1999. Efeito da predação no desenvolvimento inicial da comunidade incrustante na região da Urca, Baía de Guanabara, RJ. *Oecol. Bras.* 7: 213-227.
- Santos R. S. 1995. Anatomy and histology of secondary sexual characters, gonads and liver of the rock-pool blenny, *Parablennius sanguinolentus parvicornis*, (Pisces: Blenniidae) of the Azores. *Arquipel. Life Mar. Sci.* 13(A): 21-38.
- Santos R. S., Porteiro F. M., Barreiros J. P. 1997. Marine fishes of the Azores: annotated checklist and bibliography. *Bull. Univ. Azores. Supplement* 1. 244 p.
- Sokal R. R., Rohlf F. J. 1981. *Biometry*. W. H. Freeman. . New York, 859p.
- Thrush S. F., Dayton P. K. 2002. Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: Implications for Marine Biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 33: 449-473.
- Vazzoler A. E. M. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. EDUEM. Maringá, 169p.

## **CAPÍTULO II**

**Variações temporais e ontogenéticas na dieta do blenídeo *Hyleurochilus fissicornis* em um cultivo de bivalves.**

## **Variações temporais e ontogenéticas na dieta do blenídeo *Hypleurochilus fissicornis* em um cultivo de bivalves.**

### **Resumo**

A família Blenniidae compreende espécies crípticas de peixes de pequeno porte, com ampla gama de hábitos alimentares, entretanto, pela dificuldade na sua amostragem, vagas são as informações acerca do papel ecológico dessas espécies. O conhecimento da alimentação desses peixes contribui para o maior esclarecimento da sua influência sobre a fauna bêntica e das interações no ambiente recifal. Desse modo, buscamos avaliar a alimentação de *Hypleurochilus fissicornis* (Blenniidae) em uma maricultura, observando a variação temporal (quatro estações do ano separadas pelas variáveis abióticas do local) e ontogênica (três classes separadas pelo L<sub>50</sub> da espécie: juvenis, transição e adultos). Os conteúdos dos tratos digestivos foram analisados e identificados. A espécie demonstrou ser especialista, tendo como presa principal hidrozoários. Várias outras presas raras bentônicas fazem parte da dieta da espécie, com Amphipodas complementando a dieta no outono, Ostracodas no final do outono/inverno e Bivalves no verão. Essa variação pode dever-se à disponibilidade dessas presas sazonalmente. Juvenis consumiram mais Ostracodas que as outras classes, com transição se alimentando prioritariamente de Hidrozoários, mas com diversidade de itens raros e adultos consumindo quase exclusivamente Hidrozoários e alguns Cirripédios. Assim, concluímos que *H. fissicornis* pode causar influência sobre os organismos bentônicos e o estabelecimento de incrustantes nas estruturas de mariculturas possibilita a utilização da área pela espécie, uma vez que proveem a sua base alimentar.

**Palavras-chave:** peixe recifal, biologia alimentar, nicho trófico, maricultura.

## **Temporal and ontogenetic shifts in diet of blenny *Hypleurochilus fissicornis* in a bivalve culture.**

### **Abstract**

The Blenniidae family includes small cryptobenthic fishes with wide range of feeding habits. However, due to difficulty in sampling, information about the ecological role of these species are vague. Knowledge of the feeding of these species helps to clarify the influence of them on benthic fauna and of interactions in the reef environment. Thereby, we assess the feeding of *Hypleurochilus fissicornis* (Blenniidae) in a mariculture with respect to temporal shift (four seasons of year divided by abiotic variables of mariculture) and ontogenetic shift (three ontogenetic classes divided by L<sub>50</sub> of specie: juvenile, transition and adults). Contents of digestory tracts were analyzed and identified. The specie showed specialist habit with hydrozoans as principal prey. Many others rare benthic preys were present in diet of the specie, with Amphipods complementing the diet in autumn, Ostracods in autumn final/winter and Bivalves as an important prey in summer. This shift can be due to abundance of prey according to the season. Juvenile consumed more ostracods than other classes, the transition feeding mainly of Hydrozoa, but with a diversity of rare items and adults feeding almost exclusively of hidrozoans and some barnacles. Thereby, we conclude that *H. fissicornis* may cause influence in the benthic organisms and that the establishment of incrustants in mariculture structures allows the utilization of this area by the blenny, since they provide its food base.

**Key words:** fish feeding, feeding biology, trophic niche, mariculture.

## Introdução

Os pequenos peixes crípticos são organismos que vêm sendo negligenciados há algum tempo em estudos de estrutura das comunidades recifais. Essas espécies, quando em grande número, têm o potencial de dominar recursos e modificar funções ecossistêmicas, simplesmente devido às suas abundâncias (Ackerman e Bellwood 2000). Um exemplo dessa importância seria no efeito *bottom-up*, sendo esses peixes alocadores de energia dos níveis inferiores, ou *top-down*, influenciando na disponibilidade de recursos aos níveis superiores, como presas potenciais. Se for o caso, esses pequenos peixes crípticos são fundamentais para determinar a estrutura da comunidade recifal, desempenhando papel essencial na estruturação e manutenção da cadeia trófica desses ambientes, em especial sob as comunidades bênticas (Ackerman e Bellwood 2000; Longo e Floeter 2012). Assim, conhecer os padrões alimentares é pré-requisito para entendermos os mecanismos que estruturam as comunidades (Kotrschal e Thomson 1986).

Porém, essa influência sob o ecossistema recifal pelas pequenas espécies crípticas não pode ser confirmada, pois informações acerca da alimentação dessas espécies são bastante limitadas. Uma razão para essa falta de informação é a dificuldade de captura e de observações desses organismos, que em sua maioria são realizadas através de métodos visuais, fazendo com que as espécies de pequeno porte sejam negligenciadas (Longo e Floeter 2012, Hundt et al. 2014).

Um exemplo dessas espécies está na família Blenniidae, a qual é composta de pequenas espécies crípticas habitantes de recifes coralíneos e rochosos. A espécie *Hypleurochilus fissicornis* (Quoy & Gaimard, 1824) pertence a essa família, distribuindo-se no Atlântico Ocidental desde a Paraíba (Brasil) até o Mar del Plata (Argentina), e no sul de Açores (Portugal) (Menezes e Figueiredo 1985, Santos et al. 1997, Floeter et al. 2003). Por ter sua abundância subestimada pelas técnicas censo-visuais, sua dinâmica no sistema recifal é pouco conhecida, impossibilitando avaliar o seu papel nesse ambiente (Ackerman e Bellwood 2000, Ackerman e Bellwood 2002, Longo e Floeter 2012).

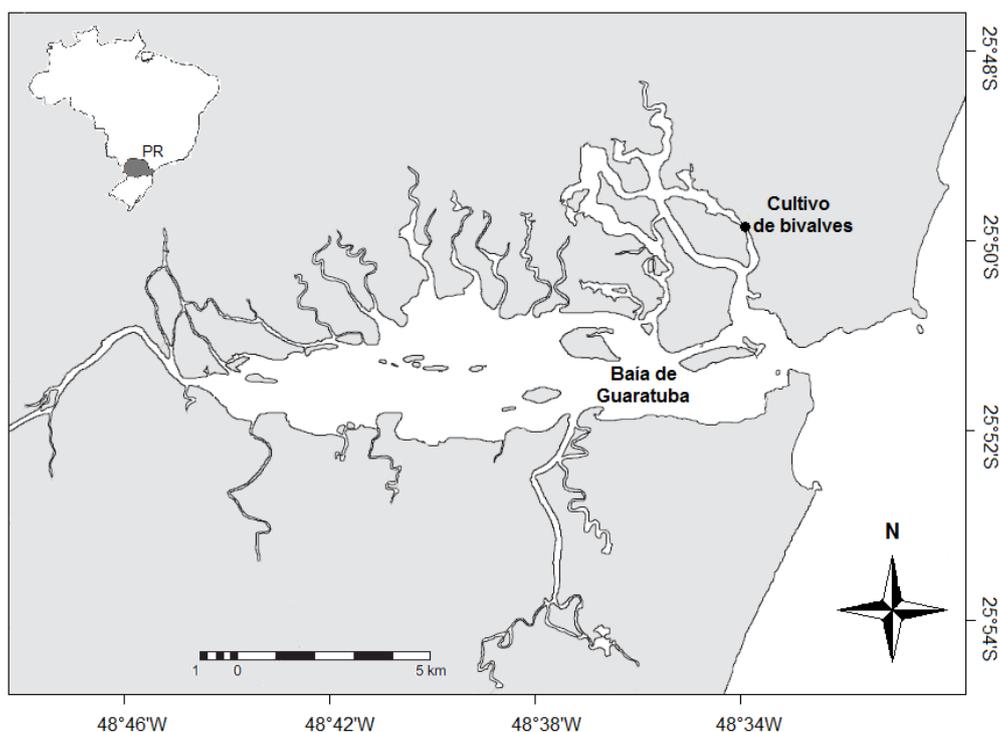
Devido à dificuldade de amostragem nos ambientes recifais naturais costeiros, uma alternativa para se conseguir mais informações a respeito das espécies crípticas de pequeno porte seria utilizar as mariculturas. As estruturas das mariculturas oferecem substrato a organismos incrustantes, como corais, briozoários, esponjas e equinodermas, os quais modificam o ambiente natural que passa a imitar um ambiente recifal natural (Thrush e Dayton 2002, Freitas e Velastin 2010), atraindo diferentes espécies de peixes, como no caso

de *H. fissicornis*. Esse blenídeo é abundante em mariculturas no sul do Brasil (Gerhardinger et al. 2004, Freitas e Velastin 2010), onde encontra refúgio e utiliza a área em seu processo reprodutivo (Possamai e Fávoro em revisão). Desse modo, como esse ambiente artificial parece concentrar esses organismos, utilizá-lo como forma de obter informações acerca da biologia da espécie é um bom modelo para nos aproximar do que ocorre no ambiente recifal natural.

Assim, com o propósito de aumentar a compreensão do papel ecológico de pequenas espécies crípticas em ambientes recifais aos quais elas são abundantes, o presente estudo objetiva avaliar o processo alimentar de *H. fissicornis* em um ambiente recifal artificial, relacionando-o com variações temporais e ontogênicas.

## Materiais e Métodos

A baía de Guaratuba está localizada no litoral do estado do Paraná, sul do Brasil, com uma área de 50,19 Km<sup>2</sup>, no município de Guaratuba entre as latitudes 25°50'S e 25°55'S e longitudes 48°30' e 48°45'W (Marone et al. 2006) (Fig. 1). O clima da região é mesotérmico-úmido (IBGE 2002) com médias anuais de temperatura entre 15°C e 26°C e a pluviosidade entre 77 mm/mês e 220 mm/mês (dados fornecidos pelo Instituto Tecnológico SIMEPAR durante o período de maio/2013 a maio/2014).



**Fig. 1:** Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil, com evidência (ponto) o local do cultivo de bivalves (*Crassostrea brasiliana*) amostrado.

A atividade de maricultura é frequente nessa baía, essencialmente o cultivo de ostras nos rios que a margeiam, como é o caso do Rio dos Pinheiros, local onde ocorreram as amostragens mensais durante o período de maio/2013 a maio/2014. O cultivo em que as amostras foram coletadas é do tipo *long line*, ficando as ostras (*Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819)) em “lanternas” submersas, fixas no topo a um cabo principal o qual fica emerso devido à presença de flutuadores.

Para a coleta dos exemplares as lanternas foram ensacadas por um mergulhador com uma rede cilíndrica de malha 1 mm, visando evitar o escape de organismos com a retirada das lanternas da água, conforme metodologia utilizada por Freitas e Velastin (2010). Depois de emersas, as lanternas foram triadas e os exemplares de *H. fissicornis* levados para análise. As variáveis ambientais de temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido (OD) e salinidade foram obtidas com a utilização de uma sonda multiparâmetros. Apenas as lanternas em que não havia manutenção constante foram utilizadas.

Em laboratório, os exemplares tiveram mensurados o comprimento total (cm) e o peso total (g), para logo após serem dissecados, sexados e seus tratos digestórios retirados. Os tratos foram fixados em formol 4% tamponado com tetraborato de sódio e posteriormente transferidos para álcool 70%. Os tratos (estômagos + intestinos) foram abertos e seus conteúdos retirados sob microscópio estereoscópico com aumento 40x. Os itens encontrados foram identificados ao menor nível taxonômico possível, contabilizados e pesados em balança digital, com precisão da quarta casa decimal de grama. Quando o item não constava massa suficiente para detecção da balança, utilizou-se o último valor de precisão (0,0001 g).

Para a determinação do Índice de Importância Relativa (IRI= (FN+FP)\*FOc) (Pinkas et al. 1971), o qual demonstra quais itens foram mais importantes na dieta da espécie, fez-se necessária a obtenção das frequências de ocorrência (FOc), numérica (FN) e em peso (FP), sendo:

$$FOc = (Fi/Ft)*100, \text{ em que,}$$

Fi = frequência de tratos em que determinado item ocorreu,

Ft = total de tratos analisados;

$$FN = (Ni/Nt)*100, \text{ sendo,}$$

Ni = número total de determinado item,

Nt = número total dos itens;

$$FP = (Pi/Pt)*100, \text{ sendo,}$$

Pi = peso de determinado item,

Pt = peso total de todos os itens.

Para melhor visualização e comparação do IRI, seus valores foram transformados em porcentagem, assim como proposto por Cortés (1997).

A amplitude do nicho trófico da espécie foi estimada pelo Índice de Levins (B), calculado pela expressão  $B=1/\sum P_j^2$ , sendo  $P_j$  a proporção de indivíduos que utilizaram o item  $j$  (Levins 1968). A padronização do B foi realizada pela equação  $B_A=(B-1)/(n-1)$ , sendo  $n$  o número de itens (Hurlbert 1978). A padronização varia de 0 a 1, com valores próximos a 0 indicando uma dieta especialista e valores próximos a 1 generalista. Para visualização gráfica da estratégia alimentar foi utilizada a análise gráfica de Amundsen et al. (1996).

A determinação da sazonalidade foi baseada em Possamai e Fávoro (em revisão), onde as variáveis abióticas foram analisadas através de uma Análise de Componentes Principais (PCA), sendo que apenas o primeiro eixo foi suficiente para representar a distribuição dos dados, segundo o critério de *Broken-Stick*. O primeiro eixo foi influenciado positivamente pelas temperaturas da água e do ar e negativamente pelo OD. Assim, de acordo com a configuração gerada pela PCA, os meses foram agrupados em Outono (mai/13, abr/14 e mai/14), Final de Outono/Inverno (jun/13, jul/13 e ago/13), Final de Inverno/Primavera (set/13, out/13 e nov/13) e Final de Primavera/Verão (dez/13 e jan/14) para a análise da variação temporal da dieta.

Para análise da variação ontogenética os exemplares foram separados em três classes de comprimento, levando-se em consideração o  $L_{50}$  da espécie (Possamai e Fávoro em revisão). As classes foram: juvenis (0 – 2,1 cm), transição (2,2 – 5,8 cm) e adultos (> 5,8 cm). Para as estações do ano e classes ontogenéticas também foram calculados os IRI das presas.

A fim de determinar qual item estava relacionado a cada estação e classe ontogenética foi realizada a análise de Valor Indicador Individual (IndVal) (Dufrene e Legendre 1997). Essa análise leva em consideração a fidelidade e especificidade dos organismos a cada grupo (estação/classe), as quais são calculadas pelas abundâncias dos organismos. O cálculo se dá por  $IndVal_{ij} = A_{ij} * B_{ij} * 100$ , em que  $A_{ij}$  é a fidelidade, ou seja, a proporção de presas da espécie  $i$  que compõem o grupo  $j$ ; e  $B_{ij}$  é a especificidade, ou seja, a proporção de indivíduos (peixes) do grupo  $j$  que contém a presa da espécie  $i$ . Para verificar significância ( $\alpha=0,05$ ) do valor indicador foram realizadas 1000 randomizações.

A verificação de possíveis diferenças na dieta da espécie entre as estações e entre as classes ontogenéticas foi realizada por PERMANOVA a partir de uma matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis com os dados de abundância transformados por  $\log(x)+1$ . Os fatores “estação” e “classe ontogenética” foram tratados como ortogonais. Para a análise

foram utilizadas 9999 permutações e o  $\alpha=0,05$ . Uma análise de SIMPER foi efetuada para verificar quais presas foram responsáveis pela dissimilaridade entre os grupos.

As análises estatísticas foram realizadas no programa R 3.1.2 com exceção à PERMANOVA e à SIMPER que foram efetuadas pelo PRIMER 6.1.13 com o *add on* Permanova+ versão 1.0.3.

## Resultados

O total de 245 tratos digestivos foi analisado, sendo que destes sete estavam vazios e foram desconsiderados da análise. Nos meses de fevereiro e março de 2014 não foram obtidos exemplares e em abril apenas dois indivíduos foram capturados na área.

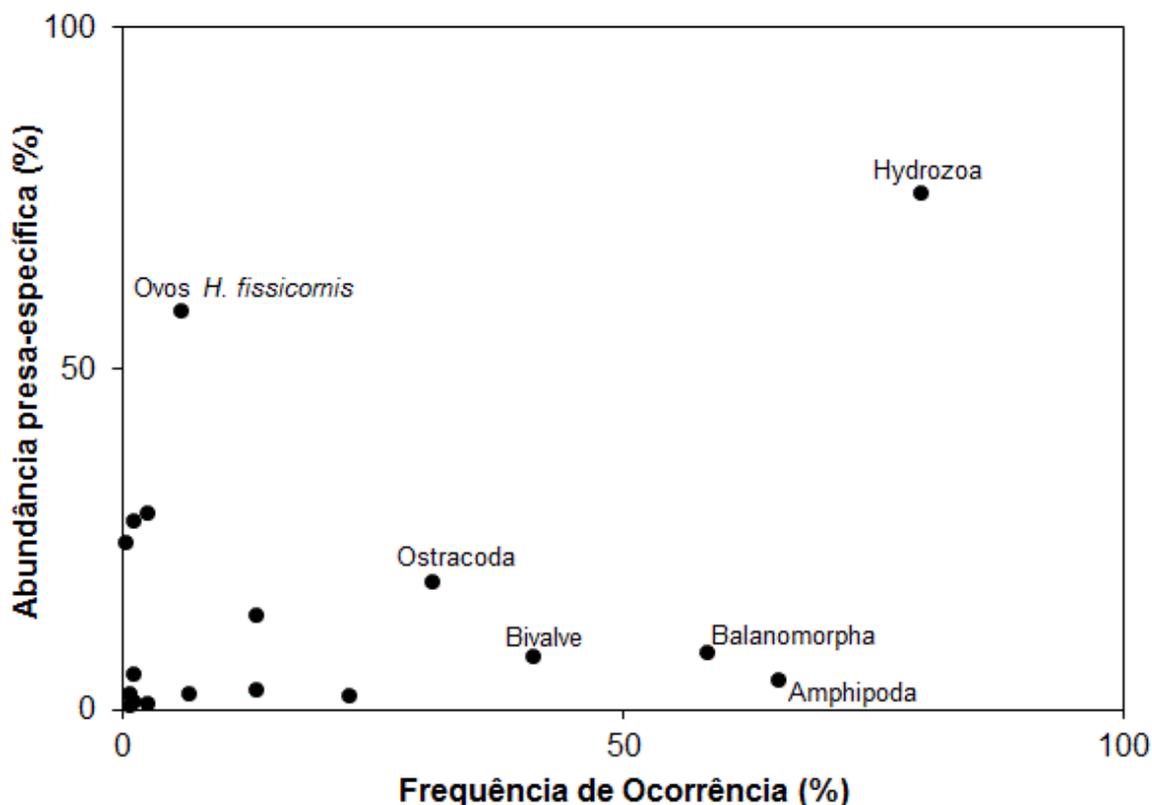
A espécie demonstrou alimentar-se no compartimento bêntico, incluindo em sua dieta diversos itens pertencentes à Amphipoda, Bivalvia, Brachyura, Bryozoa, Cirripedia, Hidrozoa, Ostracoda, Polychaeta, além de estágios larvais de crustáceos e ovos (da própria espécie e de organismo não identificado) (Tabela 1). Foi estimado para a espécie o valor de amplitude de nicho 1,43 e  $B_A = 0,0095$ , caracterizando-a como tendência especialista, sendo corroborada através da análise gráfica de estratégia alimentar, ainda permitindo verificar o grande consumo de hidrozoários (Figura 2).

Através dos valores de IRI% dos itens alimentares, apresentados na tabela 1, verificou-se que os mais importantes foram os hidróides da família Campanulariidae, seguido de cirripédias balanomorphas. A frequência de ocorrência deu importância também aos itens Ostracoda, Pedivéliger e *Corophium* sp.. Os itens Isopoda, Diatomacea (Bacillariophyta), Gastropoda, Pycnogonida e Rodophyta ocorreram em três ou menos indivíduos.

Foi observado canibalismo na dieta de *H. fissicornis*, constatado pelo consumo de seus próprios ovos. Houve 14 ocorrências de consumo de ovos da espécie, sendo que apenas uma foi realizada por fêmea. Do total de ocorrências, 57,14% deram-se no final do outono/inverno (70,10% do total de ovos predados), 35,72% no final do inverno/primavera (29,72% do total dos ovos) e 7,14% no final da primavera/verão (0,18% do total dos ovos). Não houve predação de ovos no outono. Quanto ao estágio de vida dos predadores, 64,29% eram adultos e 35,71% indivíduos em transição, sem ocorrência de juvenis.

**Tabela 1:** Frequência de ocorrência (FOc), frequência numérica (FN), frequência em peso (FP) e Índice de Importância Relativa (IRI) dos itens alimentares da dieta de *Hypleurochilus fissicornis* coletados em um cultivo de bivalves, Paraná, Brasil. Números em negrito demonstram valores expressivos dos itens alimentares.

ITEM ALIMENTAR		FOc	FN	FP	IRI%
	Rhodophyta	0,8403	0,0123	0,4099	0,0029
	Bacillariophyta	1,2605	0,0307	0,0056	0,0004
CNIDARIA	<b>Hydrozoa</b>				
	Campanulariidae Johnston, 1836	<b>81,9328</b>	<b>68,7239</b>	<b>54,2998</b>	<b>82,7450</b>
	<b>Anthozoa</b>				
	Octocorallia	2,5210	0,0368	0,0771	0,0024
	<b>NEMERTHEA</b>	1,2605	0,0368	0,0056	0,0004
ANNELIDA	<b>Polychaeta</b>	5,0420	0,0736	0,0996	0,0072
	Spionidae Grube, 1850	0,8403	0,0245	0,0038	0,0002
	Nereididae Blainville, 1818	2,1008	0,0368	0,1053	0,0025
	<i>Nereis</i> sp. Linnaeus, 1758	0,8403	0,0123	0,1184	0,0009
	<i>Nereis broa</i> Lana & Sovierzovsky, 1987	0,4202	0,0061	0,3140	0,0011
	<i>Neanthes succinea</i> (Leuckart, 1847)	0,4202	0,0061	0,3140	0,0011
	Tubo de polychaeta	2,5210	0,0368	0,3685	0,0084
	<b>BRYOZOA</b>				
	<i>Hippoporina</i> sp. Neviani, 1895	2,5210	2,9018	0,3215	0,0667
MOLLUSCA	<b>Bivalvia</b>	10,5042	0,2577	0,1222	0,0328
	Pedi véliger	<b>24,7899</b>	2,4540	0,1203	0,5239
	Myidae Lamarck, 1809				
	<i>Sphenia fragilis</i> (H. Adams & A. Adams, 1854)	5,0420	0,1902	0,4851	0,0279
	Mytilidae Rafinesque, 1815				
	<i>Brachiodontes</i> sp. Swainson, 1840	0,4202	0,0061	0,0019	0,0000
	<i>Mytella</i> sp. Scoot-Ryen, 1955	4,6218	0,1718	0,0583	0,0087
	<i>Mytella charruana</i> (d'Orbigny, 1842)	11,7647	0,6319	1,2766	0,1843
	<i>Mytella guyanensis</i> (Lamarck, 1819)	1,6807	0,0491	0,0075	0,0008
	<i>Musculus viator</i> (d'Orbigny, 1842)	2,1008	0,2515	0,0602	0,0054
	Ostreidae Rafinesque, 1815	0,8403	0,0184	0,9795	0,0069
	<b>Gastropoda</b>	0,8403	0,0123	0,0038	0,0001
	<b>Pycnogonida</b>	1,2605	0,1840	0,5565	0,0077
	<b>Crustacea</b>				
	Larva de crustácea	0,8403	0,0245	0,0038	0,0002
	Nauplius	0,8403	0,0123	0,0038	0,0001
	Zoea	1,2605	0,0184	0,0056	0,0002
Megalopa	4,2017	0,0675	0,0902	0,0054	
Ostracoda	<b>31,0924</b>	<b>6,3252</b>	0,4907	1,7397	
Cirripedia Balanomorpha	<b>65,9664</b>	2,7669	<b>18,7787</b>	<b>11,6674</b>	
Isopoda	1,2605	0,0184	0,1316	0,0016	
Amphipoda	16,3866	0,6933	0,1654	0,1155	
<i>Ampithoe</i> sp. Leach, 1814	1,2605	0,0429	0,0056	0,0005	
<i>Stenothoe</i> sp. Dana, 1852	3,7815	0,1472	0,0451	0,0060	
Caprellidae Leach, 1814	18,0672	0,7853	1,1539	0,2876	
Corophiidae Leach, 1814	3,7815	0,1718	0,0451	0,0067	
<i>Corophium</i> sp. Latreille, 1806	<b>23,1092</b>	2,9448	1,4395	0,8317	
<b>Decapoda</b>	0,4202	0,0061	0,7314	0,0025	
Caridea					
<i>Alpheus</i> sp. Fabricius, 1798	0,8403	0,0123	1,8933	0,0131	
Anomura					
<i>Petrolisthes</i> sp. Stimpson, 1858	1,6807	0,0307	1,4881	0,0210	
Brachyura	15,5462	0,2454	<b>5,6244</b>	0,7491	
Panopeidae Ortmann, 1893	4,2017	0,0798	1,8294	0,0658	
<i>Acantholobulus</i> sp. Felder & Martin, 2003	0,4202	0,0123	0,5471	0,0019	
OVO	Ovo de crustacea	0,4202	0,4847	0,1786	0,0023
	Ovo não identificado	13,4454	2,0491	0,4813	0,2793
	Ovo de <i>Hypleurochilus fissicornis</i>	5,8824	<b>6,8957</b>	<b>4,7962</b>	0,5646



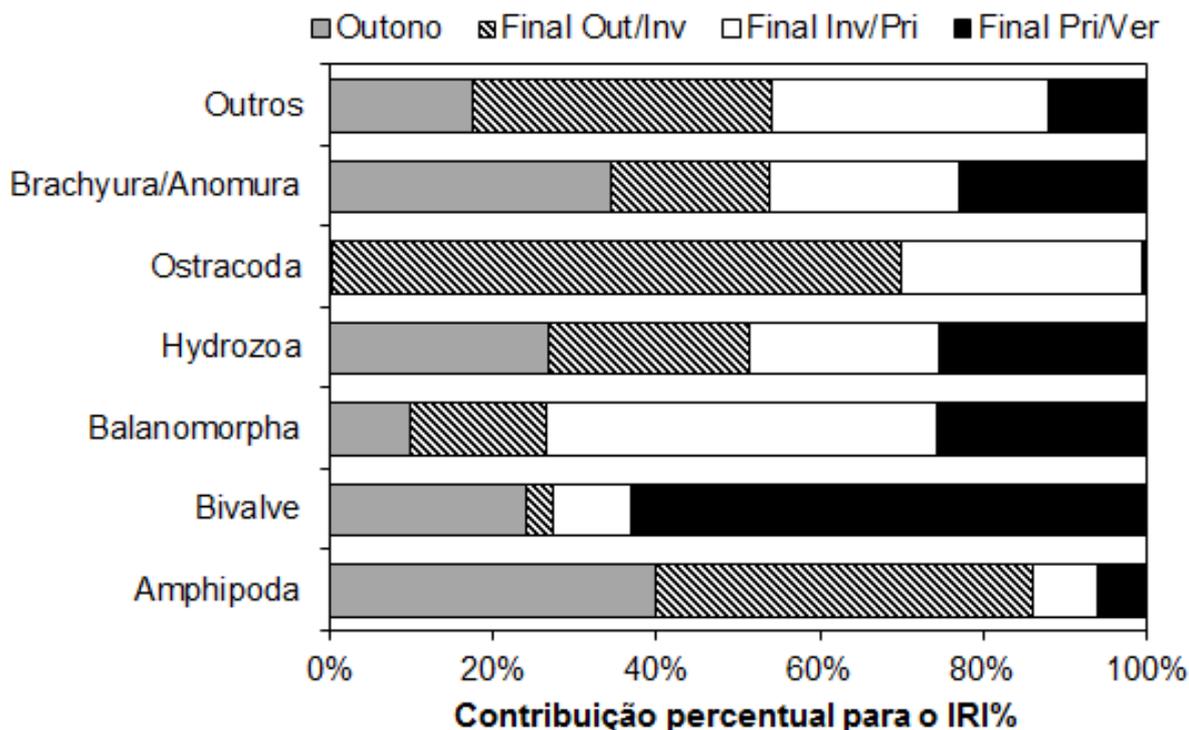
**Fig. 2:** Análise gráfica de estratégia alimentar proposta por Amundsen et al. (2006) representando os itens alimentares consumidos por *H. fissicornis* entre maio/2013 e maio/2014 em um cultivo de bivalves, Paraná, Brasil.

A espécie *H. fissicornis* apresentou variação sazonal ( $F= 4,707$  g.l.=3,  $p<0,001$ ) e ontogênica ( $F=8,481$ , g.l.=2,  $p<0,001$ ) na dieta, com diferentes contribuições das presas para cada estação (Tabela 2 e Fig. 3) e estágio de vida do animal (Tabela 3 e Fig. 4).

**Tabela 2:** Resultado da PERMANOVA ( $t$ ,  $\alpha=0,05$ ), do SIMPER (%Dis) e relação dos itens que contribuíram com a variação sazonal na dieta alimentar de *H. fissicornis*, obtidos entre maio/2013 a maio/2014 em um cultivo de bivalves, Paraná, Brasil. %Dis - valor da dissimilaridade de Bray-Curtis. Out - Outono, Final Out/Inv - Final de Outono/Inverno, Final Inv/Pri - Final de Inverno/Primavera e Final Pri/Ver - Final de Primavera/Verão. (n) número de indivíduos analisados por estação, com as barras separando as estações.

Estações	n	t	p-valor	% Dis	Contribuintes
Out*Final Out/Inv	39/78	2,441	>0,001	73,06	<i>Corophium</i> sp. e Ostracoda
Out* Final Inv/Pri	39/72	2,336	>0,001	70,04	Ostracoda e Caprellidae
Out*Final Pri/Verão	39/48	2,195	>0,001	71,37	Pedivéliger e Caprellidae
Final Out/Inv*Final Inv/Pri	78/72	1,628	0,015	60,21	Ostracoda e <i>Corophium</i> sp.
Final Out/Inv * Final Pri/Ver	78/48	1,789	0,002	62,16	Ostracoda, Pedivéliger e <i>Corophium</i> sp.
Final Inv/Pri * Final Pri/Ver	73/48	2,314	>0,001	61,31	Pedivéliger e Ostracoda

■ Hydrozoa (Campanullaridae) foi o maior contribuinte para a distinção de todos os grupos.

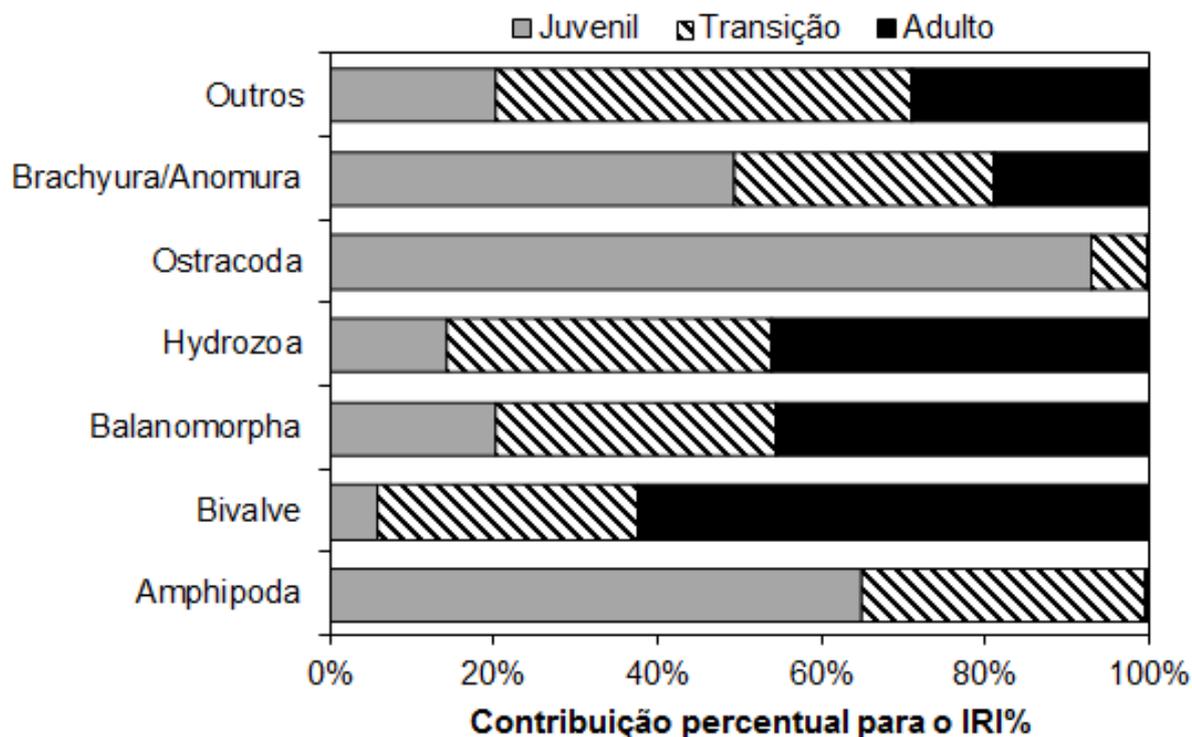


**Fig. 3:** Contribuição percentual dos itens alimentares segundo o Índice de Importância Relativa (IRI) para as estações. Final Out/Inv - Final de Outono/Inverno, Final Inv/Pri - Final de Inverno/Primavera e Final Pri/Ver - Final de Primavera/Verão. n= 238 tratos digestórios de *H. fissicornis* coletados em cultivo de bivalves, Paraná-Brasil entre maio de 2013 e maio de 2014.

**Tabela 3:** Resultado da PERMANOVA ( $t$ ,  $\alpha=0,05$ ), do SIMPER (%Dis) e relação dos itens que mais contribuíram com a variação ontogenética na dieta alimentar de *H. fissicornis*, obtidos entre maio/2013 a maio/2014 em um cultivo de bivalves, Paraná, Brasil. %Dis - valor da dissimilaridade de Bray-Curtis. (n) número de indivíduos analisados por classe, com as barras separando as classes.

Classe	n	t	P-valor	%Dis	Contribuintes
adulto*transição	92/124	2,633	>0,001	60,27	Ostracoda e <i>Corophium</i> sp.
adulto*juvenil	92/21	3,790	>0,001	78,82	Ostracoda e Balanomorpha
transição*juvenil	124/21	2,650	>0,001	75,26	Ostracoda e Balanomorpha

■ Hydrozoa (Campanullaridae) foi o maior contribuinte para a distinção de todos os grupos.

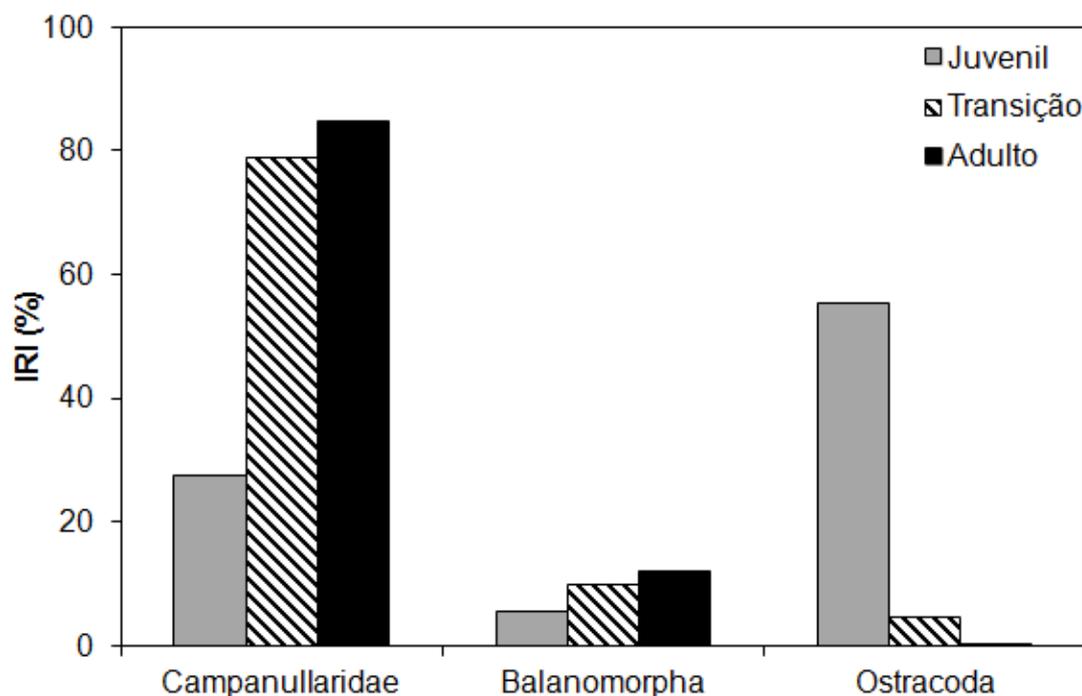


**Fig. 4:** Contribuição percentual dos itens alimentares segundo o Índice de Importância Relativa (IRI) para os estágios de vida da espécie *H. fissicornis* em um cultivo de bivalves, Paraná – Brasil. Amostras obtidas entre maio de 2013 e maio de 2014. n= 238 tratos digestórios analisados.

Apesar de a espécie poder ser caracterizada como especialista por apresentar dominância de hidrozoários na dieta em todas as estações do ano, outros itens também se mostraram importantes sazonalmente e durante o desenvolvimento ontogenético, determinados a partir da análise de IndVal. Os bivalves foram complementares na dieta durante o final da primavera/verão, amphipodas caprelídeos e larvas de crustáceos durante o outono e ostracodas foram importantes no final do outono/inverno. Já para a ontogenia, caprelídeos e larvas megalopa estiveram mais relacionados aos juvenis e balanomorphas e bivalves aos adultos (Tabela 4). Apesar da análise do IndVal não ter relacionado os ostracodas aos juvenis, essa presa foi a de maior IRI% para essa classe e única ocasião em que foi mais predada que Hydrozoa (Fig. 5).

**Tabela 4:** Resultado da análise de IndVal indicando os itens da dieta de *H. fissicornis* mais representativos para as estações do ano e para as classes ontogenéticas. Amostras obtidas entre maio/2013 e maio/2014 em um cultivo de bivalves, Paraná, Brasil. Out - Outono, Final Out/Inv - Final de Outono/Inverno, Final Inv/Pri - Final de Inverno/Primavera e Final Pri/Ver - Final de Primavera/Verão. Valores em negrito expressam  $\alpha=0,05$ . N=238.

Taxon	Sazonalidade	Valor indicador	p-valor	Classe Ontogênica	Valor indicador	p-valor
Balanomorpha	Final Out/Inv	0,309	0,186	<b>Adulto</b>	0,439	<b>0,046</b>
Campanulariidae	Final Inv/Pri	0,248	0,482	<b>Adulto</b>	0,661	<b>0,001</b>
Caprellidae	<b>Out</b>	0,243	<b>0,001</b>	<b>Juvenil</b>	0,178	<b>0,044</b>
Larva de crustacea	<b>Out</b>	0,051	<b>0,032</b>	Juvenil	0,041	0,112
Megalopa	Out	0,050	0,117	<b>Juvenil</b>	0,095	<b>0,037</b>
<i>Musculus vinator</i>	<b>Final Pri/Ver</b>	0,060	<b>0,033</b>	Adulto	0,054	0,057
<i>Mytella charruana</i>	<b>Final Pri/Ver</b>	0,195	<b>0,001</b>	Adulto	0,091	0,243
<i>Mytella</i> sp.	<b>Final Pri/Ver</b>	0,150	<b>0,001</b>	Adulto	0,035	0,509
Ostracoda	<b>Final Out/Inv</b>	0,291	<b>0,007</b>	Juvenil	0,251	0,098
Pedivéliger	<b>Final Pri/Ver</b>	0,274	<b>0,001</b>	<b>Adulto</b>	0,213	<b>0,038</b>
<i>Sphenia fragilis</i>	<b>Final Pri/Ver</b>	0,077	<b>0,030</b>	Adulto	0,054	0,225
Spionidae	<b>Out</b>	0,051	<b>0,018</b>	Transição	0,016	0,587



**Fig. 5:** Relação dos itens alimentares de maiores valores do Índice de Importância Relativa (IRI%) entre as diferentes classes ontogênicas de *H. fissicornis*, obtidos entre maio/2013 a maio/2014 em um cultivo de bivalves, Paraná, Brasil. Campanulariidae é uma família de hidrozoários. Juvenil n=15, Transição n= 134 e Adulto n= 89.

Considerando as estações como fator, todas as interações foram significativas, com exceção ao outono, em que adultos\*transição não sofrem variação, e ao inverno, sem variação em transição\*juvenil (Tabela 5).

**Tabela 5:** Resultado da PERMANOVA ( $t, \alpha=0,05$ ), utilizando-se as estações como fatores para verificação das diferenças entre as interações das classes ontogênicas. Amostras de *H. fissicornis* coletadas entre maio/2013 a maio/2014, em um cultivo de bivalves, Paraná, Brasil. Valores em negrito indicam  $p<0,05$ . Out - Outono, Final Out/Inv - Final de Outono/Inverno, Final Inv/Pri - Final de Inverno/Primavera e Final Pri/Ver - Final de Primavera/Verão. (n) número de indivíduos analisados por classe dentro de cada estação, com as barras separando as classes.

Classe	Out			Final Out/ Inv			Final Inv/ Pri			Final Pri/ Ver		
	n	t	p-valor	n	t	p-valor	n	t	p-valor	n	t	p-valor
adulto*transição	10/20	1,210	0,179	30/43	1,589	<b>0,024</b>	39/30	1,767	<b>0,004</b>	13/31	1,881	<b>0,004</b>
adulto*juvenil	10/09	2,199	<b>&lt;0,001</b>	30/05	1,352	<b>0,007</b>	39/03	2,424	<b>&gt;0,001</b>	13/04	2,115	<b>&gt;0,001</b>
transição*juvenil	20/09	1,813	<b>0,008</b>	43/05	1,352	0,084	30/03	1,978	<b>0,004</b>	31/04	1,914	<b>0,008</b>

Analisando-se as interações considerando a classe como fator, verificamos que para juvenis ocorre variação apenas nas iterações com o outono, estação em que não há variação nas interações para os adultos (Tabela 6).

**Tabela 6:** Resultado da PERMANOVA ( $t, \alpha=0,05$ ), utilizando-se as classes ontogenéticas como fatores para verificação das diferenças entre as interações das estações. Amostras de *H. fissicornis* coletadas entre maio/2013 a maio/2014, em um cultivo de bivalves, Paraná, Brasil. Valores em negrito indicam  $p<0,05$ . Out - Outono, Final Out/Inv - Final de Outono/Inverno, Final Inv/Pri - Final de Inverno/Primavera e Final Pri/Ver - Final de Primavera/Verão. (n) número de indivíduos analisados por estação dentro de cada classe, com as barras separando as estações.

Estações	Juvenil			Transição			Adulto		
	n	t	p-valor	n	t	p-valor	n	t	p-valor
Out*Final Out/Inv	09/05	1,620	<b>0,028</b>	20/43	2,404	<b>&gt;0,001</b>	10/30	1,303	0,108
Out* Final Inv/Pri	09/03	1,755	<b>0,019</b>	20/30	2,172	<b>&gt;0,001</b>	10/39	0,865	0,654
Out*Final Pri/Ver	09/04	1,533	<b>0,049</b>	20/31	2,626	<b>&gt;0,001</b>	10/13	1,230	0,125
Final Out/Inv*Final Inv/Pri	05/03	1,216	0,204	43/30	1,936	<b>0,001</b>	30/39	1,433	<b>0,040</b>
Final Out/Inv * Final Pri/Ver	05/04	0,679	0,739	43/31	2,851	<b>&gt;0,001</b>	30/13	1,921	<b>&gt;0,001</b>
Final Inv/Pri * Final Pri/Ver	03/04	1,095	0,312	30/31	2,906	<b>&gt;0,001</b>	39/13	1,761	<b>0,003</b>

## Discussão

A família Blenniidae possui uma variedade de espécies que se alimentam de distintos recursos. Uma grande parcela dos blenídeos alimenta-se principalmente de detritos (Hundt et al. 2014), mas *Lipophrys pholis*, por exemplo, tem como base de sua dieta mexilhões, gastrópodes, cracas e levas (Mazé et al. 1999, Monteiro et al. 2005). *Scartella cristata* e vários outros blenídeos da tribo Salariini são herbívoros, alimentando-se prioritariamente de

algas filamentosas e detritos (Wilson 2000, Mendes et al. 2009). Já *Hyppleurochilus fissicornis* demonstrou alimentar-se principalmente de hidrozoários.

Essa diversidade de presas dentro da família pode ser uma tática para evitar sobreposição de nicho, uma vez que essas espécies têm hábitos muito semelhantes, como por exemplo o territorialismo e a utilização de tocas. Assim, evitam a competição por alimento, já que precisam partilhar espaço.

Os itens encontrados na dieta de *H. fissicornis* pertenciam principalmente ao bentos, o que era esperado, uma vez que a espécie é críptica, fazendo uso de tocas como abrigo e sem grande mobilidade. É conhecida a influência de blenídeos sobre a fauna bentônica, modificando a dominância das espécies na comunidade bêntica por meio da predação (Omena e Souza 1999). As duas presas com maiores IRI% (Campanulariidae e Balanomorpha) foram também muito abundantes no local estudado, incrustadas sobre as conchas de ostras do cultivo (observação pessoal).

A análise gráfica sugerida por Amundsen et al. (1996) demonstrou que apesar da espécie preda sobre diversos recursos, sendo esse consumo realizado por diferentes indivíduos, a maioria desses recursos não contribui para aumentar a largura do nicho trófico da espécie. Amphipodas e cirripédios balanomorphas foram itens consumidos ocasionalmente por muitos indivíduos e contribuem para aumentar a largura do nicho trófico, mas o restante das presas não. Ovos da própria espécie foram ingeridos por especialistas individuais, ou seja, poucos organismos ingeriram muito desse item, não contribuindo para aumento do nicho alimentar. Assim, podemos inferir que a espécie é especializada na predação de hidrozoários, com amphipodas e balanomorphas contribuindo para ampliação do nicho trófico da espécie. Esse resultado é suportado pelo Índice de Levins, o qual padronizado resultou em um valor muito próximo a zero, demonstrando nicho alimentar muito restrito.

A espécie *H. fissicornis* demonstrou hábito alimentar com tendência especialista, predando preferencialmente sob hidrozoários da família Campanulariidae, apesar de alimentar-se de uma diversidade grande de outras presas bentônicas. O grande número de presas, portanto, não indica que o animal seja generalista, uma vez que muitas dessas podem ser raras, como no caso das presas utilizadas pela espécie em questão. Porém, mostrou certo oportunismo da espécie.

A vantagem na especialização da dieta está no maior sucesso de forrageio, quando comparamos à espécies generalistas (Terraube et al. 2011). Isso pode ser explicado devido à menor gama de recursos que os especialistas exploram, e portanto, podem ser mais adaptados para determinado tipo de presa, tornando-os mais eficazes (MacArthur e Pianka 1966).

O item preferencial de *H. fissicornis* (Hydrozoa) não variou na dieta conforme a estação do ano, porém houve variação nos outros itens. No outono, notamos uma maior presença de amphipodas complementando a dieta, essencialmente os da família Caprellidae. Caprelídeos são bastante comuns em cultivos de ostras no sul do Brasil, vivendo sobre cordas das estruturas dos cultivos e sobre conchas, além de se fixarem a hidrozoários (Lacerda e Masunari 2011). A ingestão desses amphipodas pode, portanto, ser acidental, ocorrendo juntamente com a predação dos Hydrozoa. O fato de terem sido mais abundantes durante o outono provavelmente deve-se à maior disponibilidade desses no ambiente.

O maior consumo de bivalves durante o final da primavera/verão pode ser explicado pelo fato de que a maioria desses moluscos tem seu pico reprodutivo no verão (Cárdenas e Aranda 2000). Ainda, o grande consumo de pedivéliger no final da primavera/verão reforça essa ideia, mostrando que deve haver um aumento no número de juvenis de bivalves nessa estação, possivelmente disponibilizando maior número dessa presa para *H. fissicornis*.

Quanto à variação ontogênica, juvenis consumiram mais ostracodas e larvas de crustáceos do que as outras classes. Estes itens alimentares foram os organismos de menor tamanho encontrados nesse estudo e, portanto, mais apropriados, proporcionalmente, ao tamanho da boca dos indivíduos juvenis. Ainda, estes itens são presas de outros pequenos peixes crípticos na Baía de Guaratuba, sendo os ostracodas o item principal na dieta de *Ctenogobius shufeldti* (Zanlorenzi e Chaves 2011). Dos organismos marinhos, os hidrozoários estão entre aqueles de menor valor energético (Doyle et al. 2007), provavelmente, não suprimindo as necessidades nutricionais necessárias ao crescimento. Desse modo, os juvenis buscam complementar sua nutrição para o crescimento ingerindo pequenos crustáceos.

Adultos de *H. fissicornis* predaram mais hidrozoários do que as outras classes ontogênicas. Pelo fato dos hidrozoários não apresentarem alto valor energético, a espécie precisa adotar táticas para suprir as necessidades de seu organismo, como a menor atividade natatória, escondendo-se ao invés de nadar para longe frente ao perigo, e o maior tempo de forrageio (Prochazka 1998, Doyle et al. 2007), o que pôde ser evidenciado pela baixa ocorrência de tratos digestivos vazios. Isso ainda nos mostra que esse blenídeo está constantemente se alimentando, atividade possibilitada devido à presença da sua presa preferencial no cultivo, a qual além de ser abundante, é sésil, diminuindo gastos energéticos.

Ainda, uma ressalva deve ser feita, pois apesar de os hidrozoários terem se mostrado como item mais abundante de frequente na dieta de *H. fissicornis*, não conseguimos avaliar o grau de assimilação desse item pela espécie. Estudos empregando isótopos estáveis como

ferramenta poderiam responder a essa pergunta, corroborando (ou não) a baixa nutrição provinda dos hidrozoários para esta espécie.

Para os indivíduos adultos de *H. fissicornis*, que consomem preferencialmente hidrozoários, houve um aumento no consumo de ostracoda no fim do outono e inverno, o que pode estar relacionado a um incremento energético para a atividade reprodutiva (Possamai e Fávares em revisão). Entretanto, o maior consumo desse item ocorre na fase juvenil.

Durante o outono, os indivíduos em transição não diferiram sua dieta dos adultos, porém no final do outono/inverno a dieta dessa classe ficou mais similar à dieta dos juvenis. É possível que os indivíduos em transição aptos à reproduzir utilizem presas mais energéticas à sua dieta durante essa estação, para suprir o gasto com o processo reprodutivo que apresenta seu pico no inverno (Possamai e Fávares em revisão). Essas presas mais energéticas (amphipodas e ostracodas, por exemplo) são ingeridas em maior quantidade por juvenis, explicando a similaridade na dieta.

A ingestão de ovos da própria espécie, que foi confirmada seguindo o trabalho de Delpiani et al. (2012), ocorreu principalmente durante o final do outono, inverno e primavera por machos da espécie. Esse período em que foi constatada maior ingestão, em especial os meses de inverno, equivalem aos meses de maior atividade reprodutiva da espécie (Possamai e Fávares em revisão). Essa relação demonstra que o consumo dos ovos pode ocorrer quando o macho, o qual realiza cuidado parental nos ninhos, percebe que uma parcela da desova não é viável, assim ingere-a a fim de dar espaço para que uma nova fêmea deposite seus ovócitos mais saudáveis, evitando também a infecção da parcela viável (Kraak 1996).

Em resumo, a espécie *H. fissicornis* demonstrou ser uma espécie bentívora, especializada na predação de hidrozoários, mas com uma ampla gama de itens complementando a dieta, demonstrando oportunismo. Não varia sazonalmente o consumo da sua presa preferencial, mas possui variação sazonal na ingestão dos outros itens, devido, provavelmente, à disponibilidade das presas. Ao longo do seu ciclo de vida a espécie também sofre variação das presas, em decorrência do baixo valor energético do item preferencial. Ainda, esse blenídeo pode ser considerado benéfico ao cultivo, uma vez que promove a limpeza dos moluscos cultivados. Por fim, o estabelecimento de organismos incrustantes nas estruturas do cultivo de bivalve possibilita que *H. fissicornis* utilize a área, pois sua base alimentar é proveniente dos organismos que ali se instalam em decorrência do cultivo, propiciando uma concentração dos organismos constituintes da dieta desse blenídeo.

## Referências

- Ackerman J. L., Bellwood D. R. 2000. Reef fish assemblages: a re-evaluation using enclosed rotenone stations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 206: 227–237.
- Ackerman J. L., Bellwood D. R. 2002. Comparative efficiency of clove oil and rotenone for sampling tropical reef fish assemblages. *J. Fish. Biol.* 60: 893-901.
- Amundsen P. A., Gabler H. M., Staldvik F. J. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data – modification of the Costello (1990) method. *J. Fish. Biol.* 48: 607-614.
- Cárdenas E. B., Aranda D. A. 2000. A review of reproductive patterns of bivalve mollusks from Mexico. *B. Mar. Sci.* 66(1): 13-27.
- Cortés E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 726-738.
- Delpiani S. M., Bruno D. O., Díaz De Astarloa J. M., Acuña F. 2012. Development of early life stages of the blenny *Hypleurochilus fissicornis* (Blenniidae). *Cybium.* 36(2): 357-359.
- Doyle T. K., Houghton J. D. R., McDevitt R., Davenport J., Hays G. C. 2007. The energy density of jellyfish: Estimates from bomb-calorimetry and proximate-composition. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 343: 239-252.
- Dufrêne M., Legendre, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monogr.* 67(3): 345-366.
- Floeter S. R., Gasparini J. L., Rocha L. A., Ferreira C. E. L., Rangel C. A., Feitoza B. M. 2003. Brazilian reef fish fauna: checklist and remarks (updated Jan. 2003). Brazilian Reef Fish Project: [www.brazilianreeffish.cjb.net](http://www.brazilianreeffish.cjb.net).
- Freitas M. O., Velastin R. 2010. Ictiofauna associada a um cultivo de mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) Norte Catarinense, Sul do Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci.* 32(1): 31-37.
- Gerhardinger L. C., Hostim-Silva M., Barreiros J. P. 2004. Empty mussel shells on mariculture ropes as potential nest places for the blenny *Hypleurochilus fissicornis* (Perciformes: Blenniidae). *J. Coast. Res.* SI39: 1202-1204.
- Hundt P. J., Nakamura Y., Yamaoka K. 2014. Diet of combtooth blennies (Blenniidae) in Kochi and Okinawa, Japan. *Ichthyol. Res.* 61: 76-82.
- Hurlbert S. H. 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology.* 59(1): 67-77.

- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2002. Mapa de Clima do Brasil. Disponível em: <ftp://geofpt.ibge.gov.br/mapas\_tematicos/ mapas\_murais/ clima.pdf.> Acessado: 01 de abril de 2013.
- Kotrschal K., Thomson D. A. 1986. Feeding patterns in eastern tropical Pacific blennioid fishes (Teleostei: Tripterygiidae, Labrisomidae, Chaenopsidae, Blenniidae). *Oecologia*. 70: 367-378.
- Kraak S. B. M. 1996. Female preference and filial cannibalism in *Aidablennius sphynx* (Teleostei, Blenniidae): a combined field and laboratory study. *Behav. Process.* 36: 85-98.
- Lacerda M. B., Masunari S. 2011. Chave de identificação para caprelídeos (Crustacea, Amphipoda) do litoral dos Estados do Paraná e de Santa Catarina. *Biota Neotrop.* 11(3): 379-390.
- Levins R. 1968. *Evolution in changing environments: Some theoretical explorations.* Princeton Univ. Press. New Jersey. 120 pp.
- Longo G. O., Floeter S. R. 2012. Comparison of remote video and diver's direct observations to quantify reef fishes feeding on benthos in coral and rocky reefs. *J. Fish. Biol.* 81: 1773-1780.
- MacArthur R. H., Pianka E. R. 1966. On optimal use of patchy environment. *Am. Nat.* 100: 603-609.
- Marone E., Noernberg M. A., Santos I., Lautert L. F., Andreoli O. R., Buba H., Fill H. D. 2006. Hydrodynamic of Guaratuba Bay, PR, Brazil. *J. Coast. Res. Special Issue* 39: 1879-1883.
- Mazé R. A., Domínguez J., Pérez-Cardenal. 1999. Diet of *Lipophrys pholis* (L.) (Teleostei, Blenniidae) in Cantabrian coastal waters (Spain). *Acta Oecol.* 20(4): 435-448.
- Mendes T. C., Villaça R. C., Ferreira C. E. L. 2009. Diet and trophic plasticity of an herbivorous blenny *Scartella cristata* of subtropical rocky shores. *J. Fish. Biol.* 75: 1816-1830.
- Menezes N. A., Figueiredo J. L. 1985. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil – V Teleostei (4). Museu de Zoologia. Univ. São Paulo. São Paulo. pp, 54-55.
- Monteiro N. M., Quinteira S. M., Silva K., Vieira M. N., Almada V. C. 2005. Diet preference reflects the ontogenetic shift in micro-habitat use in *Lipophrys pholis*. *J. Fish. Biol.* 67: 102-113.

- Omena E. P., Souza M. M. 1999. Efeito da predação no desenvolvimento inicial da comunidade incrustante na região da Urca, Baía de Guanabara, RJ. *Oecol. Bras.* 7: 213-227.
- Pinkas L., Oliphant M. S., Iverson I. L. K. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Department of Fish and Game. (Fish Bulletin). California. nº 152, 105p.
- Possamai B., Fávoro L. F. 2014 (em revisão). Using maricultures as breeding sites: reproduction of *Hypleurochilus fissicornis* (Actinopterygii: Blenniidae). *Sci. Mar.*
- Prochazka K. 1998. Spatial and trophic partitioning in cryptic fish communities of shallow subtidal reefs in False Bay, South Africa. *Env. Bio. Fish.* 51: 201–220.
- Santos R. S., Porteiro F. M., Barreiros J. P. 1997. Marine fishes of the Azores: annotated checklist and bibliography. *Bull. Univ. Azores. Supplement 1.* 244 p.
- Terraube J., Arroyo B., Madders M., Mougeot F. 2011. Diet specialization and foraging efficiency under fluctuating vole abundance: a comparison between generalist and specialist avian predators. *Oikos.* 120: 234-244.
- Thrush S. F., Dayton P. K. 2002. Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: Implications for Marine Biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 33: 449-473.
- Wilson S. K. 2000. Trophic status and feeding selectivity of blennies (Blenniidae: Salariae). *Mar. Biol.* 136: 431-437.
- Zanlorenzi D., Chaves P. T. 2011. Alimentação de *Ctenogobius shufeldti* (Jordan e Eigenmann, 1887) (Teleostei, Gobiidae) na Baía de Guaratuba, Atlântico oeste subtropical. *Biotemas.* 24(1): 37-46.

## Considerações Finais

A espécie estudada, *Hypoleurochilus fissicornis*, demonstrou estar bastante adaptada ao cultivo de bivalves, pois encontra nele recursos para sua alimentação, abrigo e condições favoráveis à formação de ninhos, essenciais no seu processo reprodutivo.

Com relação à reprodução, a espécie utiliza diversas táticas para obter sucesso, como o longo período reprodutivo, o pico reprodutivo no inverno (a fim de, provavelmente, proteger os juvenis de predadores), as desovas parceladas (realizadas em ninhos, utilizando as conchas vazias do cultivo) e o cuidado parental realizado pelos machos da espécie.

No mês de janeiro, quando finaliza a estação reprodutiva, os indivíduos abandonam a área do cultivo, iniciando o retorno em abril e de forma expressiva em maio, quando as temperaturas da água diminuem. Assim, determinamos que a temperatura da água influencia na reprodução, e que o cultivo de bivalves serve como um sítio reprodutivo para essa espécie.

Quanto à alimentação, a espécie foi caracterizada como especialista-oportunista, com especialismo no consumo de hidrozoários da família Campanulariidae, e com uma diversidade ampla de itens ocasionais complementando a dieta.

Considerando que Hydrozoa não apresenta grande valor energético, indivíduos juvenis utilizam ostracodas, provavelmente, de forma a complementar sua nutrição para o crescimento, enquanto os indivíduos adultos aumentam o consumo de crustáceos no período reprodutivo, provavelmente com o mesmo propósito de complementação energética.

Devido ao fato de o cultivo de bivalves servir como substrato para uma fauna incrustante, diferente daquela existente naturalmente no ambiente antes da instalação da maricultura, a espécie *H. fissicornis* conseguiu estabelecer-se nesse ambiente. A incrustação dos organismos possibilita que a espécie forrageie no local, obtendo a energia suficiente para os seus processos vitais, inclusive a reprodução, utilizando o local como sítio reprodutivo.