



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO-UFRRJ  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
BIOLOGIA ANIMAL

TESE DE DOUTORADO

Rosa da Silva Santos

PADRÕES ECOMORFOLÓGICOS EM PEIXES DE UMA BAÍA TROPICAL  
DO SUDESTE DO BRASIL: ABORDAGENS UTILIZANDO FORMA DOS  
OTÓLITOS *SAGITTAE*, FORMA CORPORAL E DIETA

SEROPÉDICA-RJ  
2019

ROSA DA SILVA SANTOS

PADRÕES ECOMORFOLÓGICOS EM PEIXES DE UMA BAÍA TROPICAL  
DO SUDESTE DO BRASIL: ABORDAGENS UTILIZANDO FORMA DOS  
OTÓLITOS *SAGITTAE*, FORMA CORPORAL E DIETA

Tese submetida como requisito  
parcial para a obtenção do grau de  
**Doutora em Biologia Animal**, Área  
de Concentração: **Biodiversidade  
Animal**.

Sob a Orientação do Professor  
**Dr. Francisco Gerson Araújo**

Seropédica, RJ  
2019

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S237p Santos, Rosa da Silva, 1981-  
Padrões ecomorfológicos em peixes de uma baía tropical do sudeste do Brasil; abordagens utilizando forma dos otólitos sagittae, forma corporal e dieta / Rosa da Silva Santos. - Ubatuba, 2019.  
128 f.: il.

Orientador: Francisco Gerson Araújo.  
Tese (Doutorado). -- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL, 2019.

1. Padrões ecomorfológicos dos otólitos sagittae de espécies que compõem a assembléia de peixes de uma baía tropical do sudeste do Brasil. 2. Ecomorfologia de espécies que compõem a assembleia de peixes de uma baía tropical do sudeste do Brasil. 3. Dieta de espécies que compõem a assembléia de peixes de uma baía tropical do sudeste do Brasil: levantamento de dados. I. Araújo, Francisco Gerson, 1954-, orient. II Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL III. Título.

"O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001".

...

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA

ROSA DA SILVA SANTOS

PADRÕES ECOMORFOLÓGICOS EM PEIXES DE UMA BAÍA TROPICAL DO  
SUDESTE DO BRASIL: ABORDAGENS UTILIZANDO FORMA DOS OTÓLITOS  
*SAGITTAE*, FORMA CORPORAL E DIETA

Tese aprovada em 15/08/2019

Francisco Gerson Araújo (Ph.D) – UFRRJ (Orientador)

**Banca não presencial:**

Alejandra Vanina Volpedo (Dra.)- Universidade de Buenos Aires

Carlos António da Silva Assis (Dr.)- Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Lilian Casatti (Dra.)- Universidade Estadual Paulista- S. J. do Rio Preto

**Banca presencial:**



Francisco Gerson Araújo (Ph.D) – UFRRJ

(Orientador)



Jayme Magalhães Santangelo (Dr.) – UFRRJ



Ildemar Ferreira- Representante do Colegiado do PPGBA

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus por me dar forças para concluir esse trabalho em um momento tão difícil e delicado. Quando a desistência parecia ser o melhor caminho, Ele me mostrou que havia algo maior reservado para mim e que eu deveria continuar para ser digna da recompensa.

Agradeço à minha mãe Laci, por ter me ajudado e me amparado tanto, me dando suporte, sendo meu porto seguro em vários momentos, principalmente no último ano. Agradeço às minhas irmãs Juliana, Karina, Clarice, Joice, Natali e ao meu irmão Jefferson por todo apoio e incentivo nesse trabalho, por não deixarem que meus amados sobrinhos me esqueçam (apesar das visitas tão escassas), por estarem sempre torcendo por mim. Claro, obrigado também aos meus cunhados Ailton, Rogério, Diego e Jennifer, que também sempre me incentivaram muito e fazem tão bem à minha família.

Agradeço ao meu professor orientador Francisco Gerson Araújo, por mais essa oportunidade, por seus ensinamentos, pelo apoio e por todo tempo dedicado a me ensinar sempre alguma coisa nova e importante para o meu trabalho. À CAPES, pela bolsa concedida durante o curso.

Agradeço ao Fernando Luiz Killesse Salgado (Salgadinho), pela dedicação à inclusão dos meus peixes na coleção ictiológica do nosso laboratório- LEP. À Luciene Marqui Corrêa pela ajuda com o tratamento das fotos dos peixes. Ao querido Gustavo Henrique Soares Guedes por me ajudar com a identificação das espécies, pois essa foi uma etapa muito importante do meu trabalho. Ainda do nosso laboratório, não posso deixar de agradecer a Dr<sup>a</sup> Marcia Cristina Azevedo, de quem sempre recebi tanto incentivo, tanta força e também muito conhecimento, que me foi passado através das nossas muitas conversas.

Agradeço de coração ao meu querido amigo Leandro Quintella, por todo apoio que me deu, por tanto incentivo, por tantas palavras positivas em momentos tão difíceis, enfim, por sua amizade tão verdadeira.

Agradeço aos professores que não são da UFRRJ, mas mesmo assim sempre estiveram dispostos a me ajudar em algo que eu precisava muito (alguns até mesmo sem me conhecer pessoalmente), sempre muito solícitos, tornando possíveis várias etapas do meu trabalho: Alberto Peret, Alejandra Volpedo, Lilian Casatti, meus sinceros agradecimentos.

Por último, mas extremamente importante, quero agradecer a uma pessoa que Deus colocou na minha vida quando eu mais precisava. Marcio Gustavo, muito obrigado por ser sempre tão companheiro, por colocar meu trabalho sempre em primeiro lugar, por me incentivar tanto, por me trazer ânimo nos momentos em que eu já estava prestes a desistir, por fazer comida pra mim quando eu já estava vivendo de achocolatado por falta de tempo, rsrs. Obrigado por seus cuidados meu amor!

*“A compaixão pelos animais está intimamente ligada à bondade de caráter, e pode ser seguramente afirmado que quem é cruel com os animais não pode ser um bom homem”*

Arthur Schopenhauer (1788 – 1860) - Filósofo

*“Quando o homem aprender a respeitar até o menor ser da criação, seja animal ou vegetal, ninguém precisará ensiná-lo a amar seu semelhante.”*

Albert Schweitzer (1875 – 1965) - Teólogo, filósofo e médico

*“A compaixão para com os animais é das mais nobres virtudes da natureza humana.”*

Charles Darwin (1809–1882) - Naturalista

*“Em memória da minha doce Shakira, o cachorrinho mais feliz e inteligente que já conheci. Adotá-la foi uma decisão que me fez bem a alma, me fez crescer como ser humano e me ensinou a ser mais forte. Sua companhia durante os três primeiros anos de Doutorado me fez feliz de um modo que nem sei explicar. Perdê-la aos poucos durante o último ano foi muito sofrido, doloroso, mas cumprimos juntas uma missão que nos foi dada. Gratidão por tanta benção. Jamais a esquecerei!”*

<b>Índice</b>	<b>Pág.</b>
Resumo.....	1
Abstract.....	3
Capítulo 1: Introdução geral.....	5
Referencias bibliográficas.....	9
Capítulo 2: Padrões ecomorfológicos dos otólitos <i>sagittae</i> de espécies que compõem a assembléia de peixes de uma baía tropical do sudeste do Brasil	
Resumo.....	14
Abstract.....	15
Introdução.....	16
Área de estudos.....	20
Amostragem.....	21
Análise de dados.....	22
Resultados.....	23
Harmônicas.....	25
Análise dos Componentes Principais.....	29
Análise morfométrica.....	31
Comprimento total × Comprimento do otólito.....	31
Área do otólito × Área do olho.....	34
<i>Sulcus acusticus</i> .....	35
Discussão/Conclusão.....	37
Referências bibliográficas.....	41
Capítulo 3: Ecomorfologia de espécies que compõem a assembleia de peixes de uma baía tropical do sudeste do Brasil	
Resumo.....	53
Abstract.....	54
Introdução.....	55
Área de estudos.....	57
Amostragem.....	58
Metodologia.....	58

Atributos ecomorfológicos.....	60
Tratamento estatístico.....	61
Resultados.....	61
Composição do descarte.....	61
Análise de agrupamento.....	63
Análise dos Componentes principais.....	66
Discussão/Conclusão.....	70
Referências bibliográficas.....	75
Apêndice.....	84
Capítulo 4: Dieta de espécies que compõem a assembléia de peixes de uma baía tropical do sudeste do Brasil: levantamento de dados	
Resumo.....	87
Abstract.....	88
Introdução.....	89
Metodologia.....	91
Resultados.....	91
Dados bibliográficos.....	100
Dados alimentares.....	101
Discussão/Conclusão.....	106
Referências bibliográficas.....	110
Capítulo 5: Considerações Finais .....	125

## Lista de Figuras

### Capítulo 1

Figura 1- Canais semicirculares com localização dos otólitos e ilustração do epitélio sensorial.....	6
--	---

### Capítulo 2

Figura 1-Pares de otólitos sagittae (S) e <i>asterisci</i> (A) no interior das membranas otolíticas (MO), banhados por fluido endolinfático (EF) e conectados ao epitélio sensorial(SE) (otólitos de <i>Paralonchurus brasiliensis</i> ).....	17
---	----

Figura 2- Membrana otolítica rompida (RMO) evidenciando as terminações nervosas do epitélio sensorial (SE) e otólito <i>asterisci</i> dentro da membrana (A).....	17
Figura 3- Área de estudos.....	21
Figura 4- Dendrograma da análise de agrupamento sobre as vinte primeiras harmônicas dos otólitos.....	25
Figura 5- Otólitos que compõem o grupo 1 na análise de agrupamento das harmônicas.....	26
Figura 6- Otólitos que compõem o grupo 2 na análise de agrupamento das harmônicas.....	26
Figura 7- Otólitos que compõem o grupo 3 na análise de agrupamento das harmônicas.....	27
Figura 8- Otólitos que compõem o grupo 4 na análise de agrupamento das harmônicas.....	27
Figura 9- Otólitos que compõem o grupo 5 na análise de agrupamento das harmônicas.....	27
Figura 10- Otólitos que compõem o grupo 6 na análise de agrupamento das harmônicas.....	28
Figura 11- Otólitos que compõem o grupo 7 na análise de agrupamento das harmônicas.....	28
Figura 12- Otólitos que compõem o grupo 8 na análise de agrupamento das harmônicas.....	29
Figura 13- Otólitos que compõem o grupo 9 na análise de agrupamento das harmônicas.....	29
Figura 14- Ilustração da variação da forma explicada por cada componente principal (PC).....	30
Figura 15- Explicação da variação da forma (%) pelos principais componentes (autovalores).....	30
Figura 16- Diagrama de ordenação da análise de componentes principais de contorno (eixos 1, 2, e 3).....	32
Figura 17- Representação gráfica dos dados morfométricos para os grupos das espécies.....	33
Figura 18- Regressão entre o Ct dos peixes e dos otólitos de cada espécie (valores médios).....	34
Figura 19- Regressões entre área dos otólitos e área dos olhos.....	35
Figura 20- Posição do <i>sulcus acusticus</i> para as espécies estudadas.....	36
Figura 21- Tipos de aberturas de <i>sulcus acusticus</i> .....	36

### Capítulo 3

Figura 1- Área de estudo, Baía de Sepetiba, com indicação da área de pesca de camarão.....	58
Figura 2- Representação esquemática das medidas morfométricas e as áreas estimadas.....	60
Figura 3- Dendrograma da análise de agrupamento, dos peixes amostrados em três grupos.....	64
Figura 4- Média dos atributos ecomorfológicos para os grupos definidos pela análise de agrupamento.....	66
Figura 5- Explicação da variação dos atributos ecomorfológicos através dos componentes principais 1 e 2.....	67
Figura 6a- Ordenação da análise de componentes principais sobre os atributos ecomorfológicos das espécies.....	69
Figura 6b- Ordenação da análise de componentes principais sobre a média dos atributos ecomorfológicos das espécies.....	69

## Capítulo 4

Figura 1- Exemplar de <i>C. edentulus</i> .....	91
Figura 2- Exemplar de <i>C. spixii</i> .....	92
Figura 3- Exemplar de <i>P. punctatus</i> .....	93
Figura 4- Exemplar de <i>M. americanus</i> .....	93
Figura 5- Exemplar de <i>M. furnieri</i> .....	94
Figura 6- Exemplar de <i>P. brasiliensis</i> .....	95
Figura 7- Exemplar de <i>S. rastrifer</i> .....	95
Figura 8- Exemplar de <i>E. gula</i> .....	96
Figura 9- Exemplar de <i>E. argenteus</i> .....	96
Figura 10- Exemplar de <i>O. ruber</i> .....	97
Figura 11- Exemplar de <i>D. radiale</i> .....	97
Figura 12- Exemplar de <i>T. lepturus</i> .....	98
Figura 13- Exemplar de <i>A. lineatus</i> .....	98
Figura 14- Exemplar de <i>E. crossotus</i> .....	99
Figura 15-Exemplar de <i>C. spilopterus</i> .....	99
Figura 16- Exemplar de <i>S. tessellatus</i> .....	100
Figura 17- Representação da relação trófica entre as espécies.....	102
Figura 18- Agrupamento das espécies com base nos itens alimentares encontrados.....	105

## Capítulo 5

Figura 1- Representação das formas de agrupamento nas três abordagens utilizadas.....	127
---	-----

## Lista de tabelas

## Capítulo 2

Tabela 1- Número total de indivíduos por espécies capturados e utilizados neste estudo.....	24
Tabela 2- Número total de indivíduos por espécies que não foram utilizadas nas análises.....	24
Tabela 3- Descrição do <i>sulcus acusticus</i> para cada espécie estudada.....	36

### **Capítulo 3**

Tabela 1- Espécies em menor ocorrência que não foram utilizados nas análises.....	62
Tabela 2-Frequência de ocorrência das espécies selecionadas para as análises.....	63
Tabela 3- Análise dos Componentes principais das amostras das espécies estudadas.....	67

### **Capítulo4**

Tabela 1- Itens alimentares mais freqüentes nos estômagos das espécies estudadas.....	102
---	-----

## Resumo

**SILVA SANTOS, Rosa da.** Padrões ecomorfológicos em peixes de uma baía tropical no sudeste do Brasil: abordagens utilizando forma dos otólitos *sagittae*, forma corporal e dieta. 128p. Tese (Doutorado em Biologia Animal). Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

A ecomorfologia de peixes é o estudo das relações entre a forma corporal dos indivíduos e sua função ecológica, tendo como base primordial a comparação entre os padrões de variação na forma e os padrões de variação de atributos ecomorfológicos, como hábitos alimentares e exploração do nicho. Partindo desse princípio, buscou-se identificar os padrões ecomorfológicos relacionados à forma dos otólitos *sagittae*, forma corporal, e dieta de espécies que compõem a assembléia de peixes de uma baía tropical no sudeste do Brasil. A ictiofauna amostrada foi proveniente da pesca de arrasto de camarões, predominada por indivíduos de pequeno porte e compreendeu 22 espécies. No segundo capítulo, a análise de agrupamento sobre os dados de contorno dos otólitos (Análises das Elipses de Fourier - EFA) resultou na identificação de 9 grupos. Os diferentes padrões encontrados significam diferentes formas de otólitos com diferentes funções, desde os mais compridos e largos (significando maior capacidade auditiva com forrageio de fundo) até otólitos menores e mais estreitos com *rostra* proeminente (significando maior capacidade natatória e menor necessidade de comunicação acústica). Foi constatada significativa correlação direta entre o tamanho dos otólitos e o tamanho dos peixes para espécies bentônicas que têm otólitos grandes (*M. furnieri*, *P. brasiliensis* e *O. ruber*). Para as demais espécies, o tamanho do otólito não apresentou consistente variação em função do tamanho dos indivíduos que são em sua maioria juvenis. No terceiro capítulo, 13 medidas morfométricas foram tomadas para o cálculo de 10 atributos ecomorfológicos, os quais foram utilizados para interpretação dos hábitos de vida, compreensão das adaptações e diferentes usos do habitat. A análise de Componentes Principais aplicada aos atributos ecomorfológicos permitiu a identificação de 8 grupos. Os atributos ecomorfológicos que mais influenciaram na divisão dos grupos foram índice de compressão (IC), índice de compressão do pedúnculo caudal (ICPCd), altura relativa (AR), posição relativa do olho (PRO) e comprimento relativo da cabeça (CRC). Os peixes que mais se diferenciaram nesta análise foram os Pleuronectiformes (com corpos mais altos e comprimidos lateralmente, indicando serem aptos a deslocamentos verticais com limitada manobrabilidade) e os Scorpaeniformes (com olhos posicionados dorsalmente e cabeça relativamente comprida, indicando ser espécie de hábitos bentônicos apta a capturar presas relativamente grandes), sugerindo diferentes maneiras de explorar o ambiente. No quarto capítulo, através do levantamento bibliográfico baseado em dados secundários, concluiu-se que a maioria das espécies estudadas é carnívora ictiófaga, com alguns casos de canibalismo. Foi notável o uso de crustáceos (Decapoda, Brachyura, Mysidacea), anelídeos (Polychaeta, Nereidae) e moluscos (Gastropoda, Bivalvia, Cephalopoda) como itens alimentares de quase todas as espécies, com exceção do Engraulidae *Cetengraulis edentulus*, que foi a única espécie exclusivamente herbívora, predando componentes do fitoplâncton. Esta espécie ficou isolada das outras nas três abordagens, apresentando elevados valores de ARB, ABO e CRPCd, além de otólitos diferenciados com *rostra* proeminente, borda

ventral denteada e hábito alimentar bastante distinto. Estas características fizeram com que esta espécie permanecesse como um grupo isolado nos três capítulos. Os Gerreidae *Eucinostomus gula* e *Eucinostomus argenteus* apresentaram consistente similaridade tanto na morfologia corporal, quanto na morfologia do otólito e hábitos alimentares. Esta consistente similaridade também foi encontrada para *Menticirrhus americanus* e *Paralichthys brasiliensis*, que também se mantiveram juntas nas diferentes abordagens dos três capítulos. Os Pleuronectiformes não apresentaram consistência e se separaram nas três abordagens, mas se mantiveram sempre próximos, em grupos vizinhos, demonstrando alguma similaridade entre eles, dependendo do nível de corte dos dendogramas. *Cathorops spixii* não foi utilizado na abordagem de morfologia do otólito, mas se manteve junto a *Orthopristis ruber* nos capítulos de morfologia corporal e dieta. Os Sciaenidae se mantiveram juntos na abordagem de ecomorfologia corporal (exceto *S. rastrifer*) e se separaram nas abordagens de ecomorfologia dos otólitos e dieta, mantendo proximidade formando grupos vizinhos nos dendogramas das diferentes análises. Os resultados demonstraram a existência de uma associação entre a morfologia corporal e dos otólitos, e os hábitos de vida e de exploração dos recursos, particularmente os que se relacionam com a alimentação.

**Palavras chave:** peixes costeiros, otólitos, dieta, morfologia, Baía de Sepetiba

## Abstract

**SILVA SANTOS, Rosa da.** Ecomorphological patterns in fish from a tropical bay in southeastern Brazil: approaches using shape of the *sagittae* otoliths, body shape and diet. 128p. Thesis (Doctorate in Animal Biology). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

Ecomorphology in fish is the study of the relationships between individuals' body shape and their ecological function, based on the comparison between patterns of variation in shape and patterns of variation of morphological attributes such as feeding habits and niche exploration. Based on this principle, we sought to identify the ecomorphological patterns related to the shape of the *sagittae* otoliths, body shape, and diet of species that make up the fish assemblage of a tropical bay in southeastern Brazil. The ichthyofauna sampled came from the shrimp trawling, and was dominated by small-sized individuals and comprised 22 species. In the Second Chapter, the cluster analysis on the contour data of the otoliths (Fourier Ellipses Analysis - EFA) resulted in the identification of 9 groups. The different otoliths patterns indicate different functions, from the longer and wider otoliths (associated with greater auditory capacity with bottom foraging) to smaller and narrower otoliths with prominent *rostra* (associated with greater swimming capacity and less need for acoustic communication). A significant correlation was found between the size of the otoliths in relation to the size of the fish for benthic species and that they have large otoliths (*M. furnieri*, *P. brasiliensis* and *O. ruber*). For the other species, the size of the otolith did not present consistent change as function of the size of the individuals that are mostly juveniles. In the Third Chapter, 17 morphometric measurements were taken for the calculation of 10 ecomorphological attributes, which were used to interpret the life habits and a better understanding of the adaptations and occupation of different habitat use. The Principal Components Analysis applied to the ecomorphological attributes allowed the identification of eight groups of fish. The ecomorphological attributes that most influenced the division of the groups were compression index (CI), caudal peduncle compression index (ICPCd), relative height (RA), relative eye position (PRO) and relative head length (CRC). Therefore, the fish that most differed in this analyses were the Pleuronectiformes (with high bodies laterally compressed, indicating to be able to vertical displacements with limited maneuverability) and the Scorpaeniformes (with eyes positioned dorsally and with a relatively long head indicating benthic habits capable of catching relatively large prey), suggesting different ways to explore the environment. In the Fourth Chapter, through the bibliographic survey based on secondary data, it can be concluded that the great majority of the species studied are carnivorous ichthyophagous (13 species), of which some practice cannibalism. It was noticeable the use of crustaceans (Decapoda, Brachyura, Mysidacea), annelids (Polychaeta, Nereidae) and molluscs (Gastropoda, Bivalvia, Cephalopoda) as food items of almost all species, with the exception of Engraulidae *Cetengraulis edentulus* which was the only exclusively herbivorous species preying on phytoplankton components. This species was isolated from the others in the three approaches, presenting high values of ARB, ABO and CRPCd, as well as differentiated otoliths with prominent *rostra*, dented ventral border and quite different feeding habits. These characteristics constrain this species to remain in an isolated group in the three approaches. Gerreidae *Eucinostomus gula* and *Eucinostomus argenteus* presented consistent similarity in both body morphology, otolith morphology and feeding habits. This consistent similarity was also found for *Menticirrhus americanus* and *Paralanchurus brasiliensis*, which also remained grouped together in all three approaches. The Pleuronectiformes did not form a consistent group in the

different approaches, but were always organized in neighboring groups demonstrating a certain level of similarity between them, depending on the level of cut of the dendograms. *Cathorops spixii* was not used in the otolith morphology approach, but it remained with *Orthopristis ruber* in the chapters on body morphology and diet. The Sciaenidae stayed together in the body ecomorphology approach (except *S. rastrifer*) and separated in the ecomorphology approaches of the otoliths and diet, maintaining proximity forming neighboring groups in the dendograms of the different analyzes. The results demonstrated the existence of an association between body morphology and otoliths, and the life and exploitation habits of resources, particularly those related to food.

**Keywords:** coastal fish, otoliths, diet, morphology, Sepetiba Bay.

## Capítulo 1

### Introdução Geral

Os peixes constituem mais da metade dos vertebrados vivos no mundo, com cerca de 32 000 espécies (NELSON *et al.*, 2016) e sua morfologia corporal é bastante diversificada. Diferenças morfológicas servem de base para estudos sobre ecomorfologia, que entre os estudos ecológicos, é a ciência que associa a forma dos indivíduos aos aspectos ecológicos (BALON *et al.*, 1986). A ecomorfologia se fundamenta na ideia de que as diferenças morfológicas existentes entre as espécies podem estar associadas à ação de diferentes pressões ambientais e biológicas por elas sofridas (BALON *et al.*, 1986; IRSCHICK & LOSOS, 1999).

A base teórica da ecomorfologia foi estabelecida por Darwin, quando escreveu sobre a adaptação dos organismos ao ambiente, ou seja, relações de forma e função (FREIRE & AGOSTINHO, 2001; BREDA *et al.*, 2005). Nesse tipo de estudo, o formato corporal e a estrutura da boca costumam ser descritos como duas fortes evidências da evolução dos peixes e sua adaptação aos diferentes habitats (LOWE-McCONNELL, 1975).

Dentro dos estudos de ecomorfologia, tem-se utilizado cada vez mais os otólitos (VOLPEDO & ECHEVERRÍA, 2003; VOLPEDO *et al.*, 2008; SADIGHZADEH *et al.*, 2014), que são estruturas calcificadas componentes do ouvido interno dos peixes. Estas estruturas auxiliam na comunicação, pois favorecem a audição, a percepção de movimentos na água e até mesmo equilíbrio postural, ou seja, a percepção do peixe em relação à sua posição na coluna d'água (ROMER, 1966; LOWENSTEIN, 1971; HARDER, 1975; LAGLER, *et al.*, 1977 ). Existem três pares de otólitos (*sagittae*, *asterisci* e *lapilli*) e estão localizados em diferentes posições relativas nos canais semicirculares dentro do ouvido interno dos peixes. Os três pares ocorrem em Teleostei, mas cada qual difere em localização, função, tamanho, formato e microestrutura (SECOR *et al.*, 1992). Estas estruturas preenchem quase completamente a cavidade interna dos três principais compartimentos do labirinto membranoso, *sacculus*, *lagena* e *utrículo*, respectivamente (CORDIER & DALCQ, 1954; GRASSÉ, 1958; ROMER,

1966; HILDEBRAND, 1988). No interior desses compartimentos, denominados “câmeras otolíticas”, os otólitos são banhados por um fluido linfático chamado “endolinfa”, e mantidos em posição pela membrana otolítica, que estabelece ligação entre os otólitos e o epitélio sensorial (Fig.1).

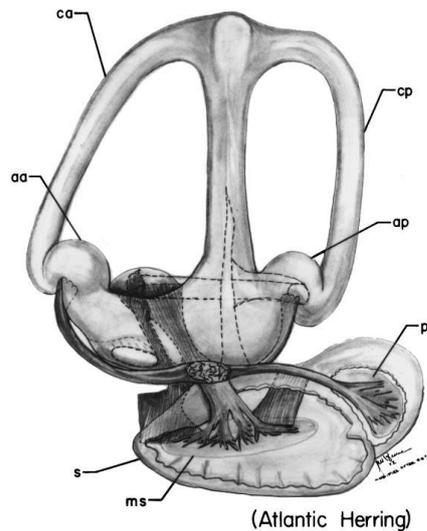


Fig.1- Os canais semicirculares anterior (ca) e posterior (cp) são mostrados, enquanto o terceiro (horizontal) é representado por linhas tracejadas. As regiões sensoriais dos canais estão localizadas em cristas (aa, ap). São três órgãos otolíticos, o sáculo (s), lagena (pl) e utrículo (sem etiqueta, mas logo abaixo de 'aa'). Cada órgão otolítico tem um único otólito e um epitélio sensorial (ms para o sáculo). O ouvido é innervado pelo oitavo nervo craniano, que pode ser visto mais prontamente projetando-se para o epitélio sacular (figura de Popper, 2000).

Dentre os três pares de otólitos, o mais conhecido é o *sagitta*, por ser o maior e conseqüentemente o mais fácil de ser encontrado na maioria das espécies (BEGG *et al.*, 2005). Por ser uma estrutura espécie-específica (SECOR *et al.*, 1992) sua aplicação na ciência tem sido bastante difundida. Uma das mais importantes aplicações dos otólitos na ciência é o estudo de sua morfologia, pois trata-se de uma importante ferramenta taxonômica para caracterizar e diferenciar espécies (KOKEN, 1884; CHAINE & DUVERGIER, 1931; HECHT, 1987; VOLPEDO & ECHEVERRÍA, 2000; CAMPANA, 2004; FURLANI *et al.*, 2007; TUSET *et al.*, 2010) podendo ser influenciada por fatores bióticos e abióticos (VOLPEDO & ECHEVERRÍA, 2003; CAPOCCIONE *et al.*, 2011; SADIGZADEH *et al.*, 2014) e estando sujeita a variações genéticas, ontogenéticas e ambientais (LOMBARTE *et al.*, 2003; CAMPANA, 2004; CAMPANA, 2005). Entre os estudos da forma mais utilizados, estão a análise do contorno e a análise biométrica, que diferencia os otólitos em morfotipos inter e

intraespecíficos (TUSET *et al.*, 2003; DUARTE-NETO *et al.*, 2008; SANTOS *et al.*, 2017). Nas últimas décadas, os estudos ecomorfológicos têm-se focado no estabelecimento das relações entre a forma e o tamanho dos otólitos com o meio ambiente e o comportamento dos peixes (VOLPEDO & ECHEVERRÍA, 2003; LOMBARTE & CRUZ, 2007; VOLPEDO & FUCHS, 2010; VOLPEDO *et al.*, 2010; JARAMILLO *et al.*, 2014).

Estudos de ecomorfologia envolvem as relações entre a forma do corpo dos indivíduos e os usos dos recursos, que são dependentes da disponibilidade no ambiente e das pressões ambientais (PERES-NETO, 1999). Como os estudos ecomorfológicos de peixes utilizam as estruturas da morfologia externa para suas análises (nadadeiras, cabeça, olhos e boca) e estas estruturas são ecomorfolologicamente relacionadas com o comportamento natatório e a dieta (DELARIVA & AGOSTINHO, 2001; BREDA *et al.*, 2005; OLIVEIRA, 2005), é necessário buscar enfoques diferenciados na interação da forma com os processos biológicos.

Em estudos de comunidades de peixes, a interação das espécies está entre os fatores principais que devem ser investigados, compreendendo principalmente o regime alimentar, pois o conhecimento a respeito disso é um dos requisitos básicos para análises das relações entre os organismos de um determinado ecossistema (AMARAL & MIGOTTO, 1980). O conhecimento dos hábitos alimentares de espécies de peixes em sistemas costeiros é fundamental para entender os papéis dos componentes das assembléias em seus diferentes aspectos, incluindo os padrões morfológicos associados à procura e obtenção do alimento (BLABER, 1997; CRUZ-ESCALONA *et al.*, 2000). A relação alimentar entre as espécies é primordial para entender a dinâmica da estrutura da comunidade bem como para o desenvolvimento de políticas de manejo para conservação e uso sustentável dos recursos (MICHELI & HALPERN, 2005; GREENSTREET & ROGERS, 2006). Características morfológicas e comportamentais relacionadas à captura de presas e à prevenção de predadores regulam as interações presa-predador, influenciando assim a estrutura das comunidades de peixes (LOWE-McCONNELL, 1977, 1987).

A Baía de Sepetiba (22°54'-23°04'S e 43°34'-44°10'W) é um dos mais importantes ecossistemas aquáticos costeiros do estado do Rio de Janeiro, suportando um grande número de espécies de peixes que utilizam este ambiente nos primeiros anos de vida (ARAÚJO *et al.*, 1997). A pesca de arrasto de camarão nesta baía é uma prática

antiga, que já foi alvo de legislações voltadas para a preservação das espécies. Há algumas décadas, a Portaria SUDEPE n° 121 de 07/03/68, complementada pela Portaria n° 167 de 11/03/70, impediu a introdução de barcos de arrasto na região, tendo como justificativa a necessidade de preservação de camarões imaturos e peixes juvenis de importância comercial. Contudo, as redes de arrastos foram introduzidas aos poucos e, em 1976 já se contavam cerca de 80 barcos de arrasto operando na Baía de Sepetiba, voltados exclusivamente para a pesca arrasteira de camarão (JABLONSKI & RODRIGUES, 1981). Esta atividade se mantém em destaque e em pleno vigor até os dias de hoje, fazendo necessária uma avaliação sobre as espécies componentes da Baía e a interação entre as mesmas. Este estudo, que visa abordar aspectos ecomorfológicos de peixes provenientes da pesca do camarão (*bycatch*) na Baía de Sepetiba, foi dividido em cinco capítulos, sendo a Introdução Geral o capítulo 1 e as considerações finais o capítulo 5.

O capítulo 2 teve como objetivo averiguar os padrões de forma dos otólitos dessas espécies e verificar se a análise da forma do otólito é uma abordagem objetiva para caracterização de grupos morfológicos e associação com o uso do habitat.

O capítulo 3 objetivou a caracterização dos atributos ecomorfológicos das espécies, associando-os ao modo de vida e avaliando quais atributos tem maior influência sobre as espécies.

O capítulo 4 objetivou caracterizar a dieta destas espécies, tendo como base um levantamento bibliográfico.

Esperamos que os principais resultados desses três capítulos possam contribuir para o conhecimento da ecomorfologia de peixes em sistemas costeiros semi-fechados.

**REFERENCIAS:**

AMARAL, A. C. Z. & MIGOTTO, A. E. (1980). Importância dos anelídeos poliquetos na alimentação da macrofauna demersal e epibentônica da região de Ubatuba. Bol. Inst. Oceanogr. S Paulo, 29:31–35.

ARAÚJO, F. G.; CRUZ-FILHO, A. G.; AZEVÊDO, M. C.; SANTOS, A. C. A. & FERNANDES, L. A. M.(1997). Estrutura da comunidade de peixes jovens da margem continental da Baía de Sepetiba, RJ. Acta Biol. Leopoldensia, 19: 61–83.

BALON, E. K.; CRAWFORD, S. S. & LELEK, A. (1986) Fish communities of the upper Danube river (Germany, Austria) prior to the new Rhein-Main-Donau connection. Env. Biol.of Fishes, 15: 243–271.

BEGG, G.A.; CAMPANA, S. E.; FOWLER, A. J. & SUTHERS, I. M. (2005). Otolith research and application: current directions in innovation and implementation. Mar. Fresh. Res., 56:477–483.

BLABER, S. J. M. (1997). Fish and Fisheries of Tropical Estuaries. Fish and Fisheries Series 22, Chapman & Hall, London; 367 pp.

BREDA, L.; OLIVEIRA, E. F. & GOULART, E. (2005). Ecomorfologia de locomoção de peixes com enfoque para espécies neotropicais. Acta Scientiarum: Biological Sciences, 27: 371–381.

CAMPANA, S. E. (2004). Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean. Ottawa: NRC Res. Press. 284 p.

CAMPANA, S. E. (2005). Otolith science entering the 21st century. Mar. Freshw. Res., 56:485–495.

CAPOCCIONI, F.; COSTA, C.; AGUZZI, J.; MENESATTI, P.; LOMBARTE, A. & CICCOTTI, E. (2011). Ontogenetic and environmental effects on otolith shape variability in three Mediterranean European eel (*Anguilla anguilla*, L.) populations. J. Exp. Mar. Biol. Ecol ., 397: 1–7.

CHAINED, J. DUVERGIER, J., (1931). Sur les otolithes fossiles de la Cataogne. Publicacions de l'Institut de Ciències, Institució Catalana d'Història Natural, Memòria, 3: 9–38.

CORDIER, R. & DALCQ, A. (1954). Organe Stato-Acoustique. In: *Traité de Zoologie*, P. P. GRASSÉ (ed.), vol XII, Masson, Paris, págs. 453–521.

CRUZ-ESCALONA, V. H.; ABITIA-CARDENES, L. A.; CAMPOS-DAVILA, L. & GALVAN-MAGANA, F. (2000). Trophic interrelations of the three most abundant fish species from Laguna San Ignacio, Baja California Sur, Mexico. *B. Mar. Sci.*, 66:361–373.

DELARIVA, R. L. & AGOSTINHO, A. A. (2001). Relationship between morphology and diets of six neotropical loricariids. *Journal of Fish Biology*, 58: 832–847.

DUARTE-NETO, P.; LESSA, R.; STOSIC, B. & MORIZE, E. (2008). The use of sagittal otoliths in discriminating stocks of common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) off northeastern Brazil using multishape descriptors. *ICESJ Mar.Sci.*, 65:1144–1152.

FREIRE, A. G.; AGOSTINHO, A. A. (2001). Ecomorfologia de oito espécies dominantes da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná/Brasil). *Acta Limnologia Brasiliensia*, 13: 1–9.

FURLANI, D., GALES, R., PEMBERTON, D., (2007). Otoliths of common australian temperate fish: a photographic guide. Csiro Publishing, Collingwood.

GRASSÉ, P. P. (1958). L'Oreille et ses Anexes. In: *Traité de Zoologie*, P. P. GRASSÉ (ed), vol XIII, Mosson & Cie, Paris, págs. 1063–1098.

GREENSTREET, S.P. R. & ROGERS, S.I. (2006). Indicators of the health of the North Sea fish community: 15 identifying reference levels for an ecosystem approach to management. *ICES Journal of Marine Science* 63, 573–593.

HARDER, W. (1975). *Anatomy of Fishes*. E. Schweigerbart'che Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 612 p.

HECHT, T., (1987). A guide to the otoliths of southern ocean fishes. South African Scientific Committee for Antarctic Research, 17:1–87.

HILDEBRAND, M. (1988). Analysis of Vertebrate Structure. John Wiley & Sons, New York, 701 p.

IRSCHICK, D. J. & LOSOS, J. B. (1999). Do lizards avoid habitats in which performance is submaximal? The relationship between spring capabilities and structural habitat in Caribbean anoles. *Am. Nat.* 154: 293–305.

JABLONSKI, S. & RODRIGUES, L. F. (1981). Análise da pesca de arrasto na Baía de Sepetiba – RJ. Coordenadoria regional da Sudepe no estado do Rio de Janeiro - COREG – RJ, 52p.

JARAMILO, A. M.; TOMBARIS, A. D.; DURA, V. B.; RODRIGO, M. E. & VOLPEDO, A.V. (2014). Otolith eco-morphological patterns of benthic fishes from the coast of Valencia (Spain). *Thalassas* 30, 57–66.

KOKEN, E., (1884). Ueber Fisch-Otolithen, insbesondere über diejenigen der norddeutschen Oligocän-Ablagerungen. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* Band, 36: 500–565.

LAGLER, K.; BARDACH, J. E.; MILLER, R. R. & PASSINO, D. R. M. (1977). *Ichthyology*. John Wiley & Sons, New York, 506 p.

LOMBARTE, A.; TORRES, G. J. & MORALES-NIN, B. (2003). Specific *Merluccius* otolith growth patterns related to phylogenetics and environmental factors. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*83:277–281.

LOMBARTE, C. & CRUZ, A. (2007). Otolith size trends in marine fish communities from different depth strata. *J. Fish. Biol.* 71:53–76.

LOWE-MCCONNELL, R. H. (1975). Fish communities in tropical freshwaters. New York : Longman Inc. 337 pp.

LOWE-McCONNEL, R. H. (1977). Ecology of fishes in tropical waters. The Camelot Press Ltd, Southampton, 64 pp.

LOWE-McCONNELL, R. H. (1987). Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press. 382pp.

LOWENSTEIN, O. (1971). The Labyrinth. In: Fish Physiology, W. S. Hoar & D. J. Randall (eds.), vol V, Academic Press, New York, págs. 207–240.

MICHELI, F. & HALPERN, B. S. (2005). Low functional redundancy in coastal marine assemblages. *Ecol. Lett.*, 8: 391–400.

NELSON, J. S.; GRANDE, T. C. & WILSON, M. V. H. (2016). Fishes of the World. Fifth Edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey:[i]-xli, 1–707.

OLIVEIRA, E. F. (2005). Padrões ecomorfológicos da assembléia de peixes da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, Paraná, Brasil. 68p.

PERES-NETO, P. R. (1999). Alguns métodos e estudos de ecomorfologia de peixes de riachos. Pp. 209-236. In: Caramashi, E. P., R. Mazzoni & P. R. Peres-Neto (eds). Ecologia de Peixes de Riachos. Série Oecologia Brasiliensis, vol. VI. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 260p.

POPPER, A. N. & LU, Z. (2000). Structure-function relationships in fish otolith organs. *Fish. Res.*, 46:15–25.

RAMCHARITAR, J.; GANNON, D. P. & POPPER, A. N. (2006). Bioacoustics of the fishes of the Family Sciaenidae (croakers and drums). *Trans. Am. Fish. Soc.*, 135: 1409–1431.

ROMER, A. S. (1966). Anatomia Comparada (Vertebrados). Editorial Interamericana, México, 425 p.

SADIGHZADEH, Z.; OTERO-FERRER, J. L.; LOMBARTE, A.; FATEMI, M. R. & TUSET, V. M. (2014). An approach to unraveling the coexistence of snappers (*Lutjanidae*) using otolith morphology. *Sci. Mar.*, 78:353–362.

SANTOS, R. S. ; AZEVEDO, M. C. C.; ALBUQUERQUE, C. Q. & ARAÚJO, F. G. (2017). Different *sagitta* otolith morphotypes for the whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* in the Southwestern Atlantic coast. *Fisheries Research* 195: 222–229.

SCHULZ-MIRBACH, T.; LADICH, F.; PLATH, M.; METSCHER, B. D. & HEß, M. (2014). Are accessory hearing structures linked to inner ear morphology? Insights from 3D orientation patterns of ciliary bundles in three cichlid species. *Front. Zool.*, 11:25.

SECOR, D. H.; DEAN, J. M. & LABAN, E. H. (1992). Otolith removal and preparation for microstructural examination. In *Otolith Microstructure Examination and Analysis* (Stevenson, D. K. & Campana, S. E., eds), pp. 19–57. Ottawa: Department of Fisheries and Oceans.

TUSET, V. M., LOZANO, I. J., GONZÁLEZ, J. A., PERTUSA, J. F., GARCÍA-DÍAZ, M. M. (2003). Shape indices to identify regional differences in otolith morphology of comber, *Serranus cabrilla* (L., 1758). *Journal of Applied Ichthyology*, 19: 88–93.

TUSET, V.; PIRETTI, S.; LOMBARTE, A. & GONZALEZ, J. A. (2010). Using sagittal otoliths and eye diameter for ecological characterization of deep-sea fish: *Aphanopus carbo* and *A. intermedius* from NE Atlantic waters. *Scientia Marina*. 74: 807–814.

VOLPEDO, A. V., ECHEVERRÍA, D. D. (2000). *Catálogo y claves de otolitos para la identificación de peces del mar argentino*. Editorial Dunken, Buenos Aires.

VOLPEDO, A & ECHEVERRÍA D. D. (2003). Ecomorphological patterns of the *sagitta* in fish on the continental shelf off Argentina. *Fish. Res.*, 600:551–560.

VOLPEDO, A & D. FUCHS. (2010). Ecomorphological patterns of the *lapilli* of *Paranoplatense* Siluriforms (South America). *Fish. Res.*, 102:160–165.

## Capítulo 2

Padrões ecomorfológicos dos otólitos *sagittae* de espécies que compõem a assembléia de peixes de uma baía tropical do sudeste do Brasil

Padrões ecomorfológicos dos otólitos *sagittae* de espécies que compõem a assembléia de peixes de uma baía tropical do sudeste do Brasil

**Resumo:** Os otólitos são estruturas calcificadas compostas de cristais de carbonato de cálcio que fazem parte do ouvido interno dos peixes teleósteos, integrando o sistema sensorial e auditivo. A forma dessas estruturas pode estar associada ao uso do ambiente e exploração dos recursos disponíveis. O estudo da forma é uma das mais importantes aplicações dos otólitos na ciência, pois trata-se de uma importante ferramenta taxonômica para caracterizar e diferenciar espécies com relação ao seu hábitat e hábitos de vida. O objetivo deste trabalho foi investigar a forma dos otólitos das espécies que compõem a assembléia de peixes da Baía de Sepetiba, comparando e associando-as ao uso do habitat. Foram encontradas 22 espécies de peixes, provenientes da pesca de arrasto de camarão, das quais 15 foram selecionadas para o presente estudo. Foram realizadas as Análises das Elipses de Fourier (EFA) e de morfometria dos otólitos *sagittae*. Nove grupos foram identificados com base na EFA que considera os descritores numéricos da forma do contorno das estruturas. Os sete primeiros componentes principais demonstraram de forma evidente a divisão desses grupos. A análise morfométrica discriminou os grupos principalmente pelo tamanho dos otólitos, e pela circularidade. A forma de agrupamento das espécies demonstrou ser mais fortemente influenciada pelo hábitat do que pela filogenia. Foi constatada uma relação direta entre o tamanho dos otólitos e o tamanho dos peixes para espécies bentônicas e que têm otólitos grandes (*M. furnieri*, *P. brasiliensis* e *O. ruber*). Para as demais espécies, o tamanho do otólito não apresentou consistente relação com o tamanho dos indivíduos que são em sua maioria juvenis. As posições do *sulcus acusticus* dos otólitos estudados são medial e supramedial, com aberturas mesial, ostial, pseudo-ostial e pseudo-ostíocaudal. A existência de um padrão ecomorfológico diferenciado nos otólitos da fauna acompanhante da pesca de camarão na Baía de Sepetiba encontrada neste trabalho corrobora a validade sobre a relação da forma dos otólitos com o modo de vida das espécies, muitas vezes com padrões semelhantes entre espécies filogeneticamente distintas.

**Palavras chave:** ecomorfologia, morfometria, *sagittae*, peixes costeiros, baías.

Ecomorphological patterns of the *sagittae* otoliths of some species that make up the fish assemblage from a tropical bay in southeastern Brazil

**Abstract:** The otoliths are calcified structures composed of calcium carbonate crystals that form part of the inner ear of teleostean fish, integrating the sensory and auditory system. The shape of these structures may be associated with the use of the environment and exploitation of available resources. The study of form is one of the most important applications of otoliths in science, as it is an important taxonomic tool to characterize and differentiate species in relation to their habitat and life habits. The objective of this work was to investigate the shape of the otoliths of the species that compose the ichthyofauna accompanying shrimp trawling, comparing and associating them with habitat use. Twenty-two fish species from shrimp trawling were found, of which 15 were selected for the present study. The Ellipses Fourier Analysis (EFA) and the morphometry of the *sagittae* otoliths were performed. Nine groups were identified based on the EFA that considers the numerical descriptors of the shape of the outline of the structures. The first seven major components demonstrated clearly the division of these groups. The morphometric analysis discriminates these groups mainly by the size and circularity of the otoliths. The clustering form of the species was shown to be more strongly influenced by habitat use than by phylogeny. A direct relationship between otolith size and fish size for benthic species and large otoliths (*M. furnieri*, *P. brasiliensis* and *O. ruber*) was observed. For the other species, the size of the otolith did not present a consistent relationship with the size of the individuals that are mostly juveniles. The acoustic *sulcus* positions of the studied otoliths are medial and supramedial, with mesial, ostial, pseudo-ostial and pseudo-ostiocaudal openings. The existence of a distinct ecomorphological pattern in otoliths of the accompanying shrimp catches in the Sepetiba Bay found in this study confirms the validity of the relationship between the shape of otoliths with the way of life of the species, often with similar patterns among phylogenetically distinct species.

**Kew words:** ecomorphology, morphometrics, *sagittae*, coastal fishes, bays.

## Introdução

Os otólitos são estruturas calcificadas que fazem parte do ouvido interno dos peixes teleósteos. Formam parte importante do sistema sensorial e auxiliam na comunicação, pois favorecem a audição, a percepção de movimentos na água e até mesmo equilíbrio postural, ou seja, a percepção do peixe em relação à sua posição na coluna d'água (POPPER & COOMBS, 1982; POPPER & LU, 2000; RAMCHARITAR *et al.*, 2006; SCHULZ-MIRBACH *et al.*, 2014). Nos peixes teleósteos existem três pares de otólitos (*sagittae*, *asterisci* e *lapilli*), que diferem em localização, função, tamanho, forma e microestrutura (Secor *et al.*, 1992). Estas estruturas preenchem quase completamente a cavidade interna dos três principais compartimentos do labirinto membranoso, *sacculus*, *lagena* e *utrículus*, respectivamente (SECOR *et al.*, 1991). No interior desses compartimentos, denominados “câmeras otolíticas”, os otólitos são banhados por um fluido linfático chamado “endolinfa”, e mantidos em posição pela membrana otolítica, que estabelece ligação entre os otólitos e o epitélio sensorial (Fig. 1). As células ciliadas do epitélio sensorial (Fig.2) são mecarreceptoras e ao se movimentarem transformam estímulos externos em vibrações e levam as informações ao cérebro do peixe (POPPER & LU, 2000; POPPER *et al.*, 2003; LADICH & POPPER, 2004). Isso é possível porque os otólitos são mais densos que o resto do corpo e vibram em amplitude e fase diferentes das do epitélio sensorial. Essa diferença provoca o movimento das células ciliadas desencadeando potenciais de ação e a detecção do som (SOARES & NIEMILLER, 2013).

Poucos estudos investigaram variação de forma inter e intraespecífica de otólitos *asterisci* e *lapilli* (ASSIS, 2003; ASSIS, 2005; SCHULZ-MIRBACH *et al.*, 2011), pois dentre os três pares de otólitos, o mais conhecido é o *sagittae*, por ser o maior e, por consequência, o mais fácil de ser encontrado na maioria das espécies (BEGG *et al.*, 2005). Por serem estruturas espécie-específicas (SECOR *et al.*, 1992) sua aplicação na ciência tem sido bastante difundida. De forma geral, se destacam as análises dos otólitos para diferenciação de stocks (TUSET, 2000; VOLPEDO, 2001; BERGENIUS *et al.*, 2005; MURTA *et al.*, 2008; STRANSKY *et al.*, 2008; SANTOS *et al.*, 2017), estudos de ecologia trófica (MOLLO, 1981), paleontologia (CAMPANA & NEILSON, 1985), idade e crescimento (TUSET, 2000; MORALES-NIN, 2000; ELEUTÉRIO, 2008; SANTOS *et al.*, 2017). Porém, uma das mais importantes aplicações dos otólitos na ciência, é o estudo de sua morfologia, pois trata-se de uma importante ferramenta

taxonômica para caracterizar e diferenciar espécies (TUSET, 2000; VOLPEDO, 2001; TUSET *et al.*, 2010).

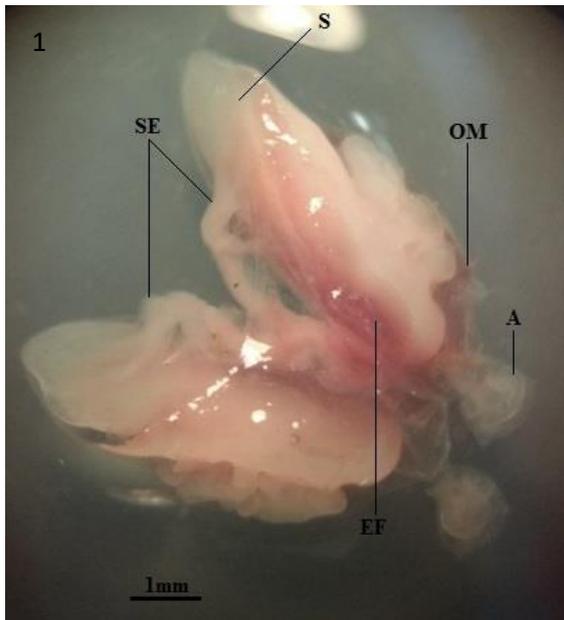


Fig. 1-Pares de otólitos *sagitta* (S) e *asterisci* (A) no interior das membranas otolíticas (OM), banhados por fluido endolinfático (EF) e conectados ao epitélio sensorial (SE) (otólitos de *Paralonchurus brasiliensis*). Foto: arquivo pessoal.

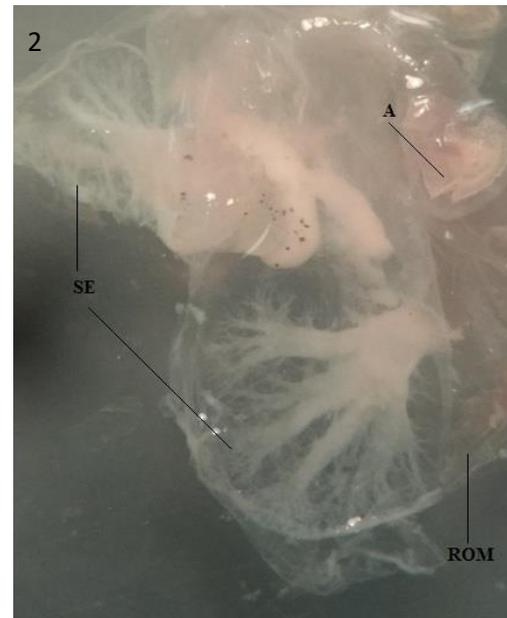


Fig. 2- Membrana otolítica rompida (ROM) evidenciando as terminações nervosas do epitélio sensorial (SE) e otólito *asterisci* dentro da membrana (A). Foto: arquivo pessoal.

Entre os estudos morfológicos mais utilizados, está a análise do contorno, que diferencia os otólitos em morfotipos inter e intraespecíficos (DUARTE-NETO, 2008; SANTOS *et al.*, 2017). A forma dos otólitos pode ser influenciada por fatores bióticos, como crescimento e alimentação e abióticos, como regime climático, temperatura e composição química da água (GAULDIE & CRAMPTON, 2002; LOMBARTE *et al.*, 2003; VOLPEDO & ECHEVERRÍA, 2003; CAPOCCIONE *et al.*, 2011; SADIGZADEH *et al.*, 2014; TUSET *et al.*, 2015) e está sujeita a variações genéticas, ontogenéticas e ambientais (LOMBARTE *et al.*, 2003; CAMPANA, 2004; CAMPANA, 2005). Entre essas variações está a forma do contorno, que pode ser induzida pela temperatura da água, onde temperaturas mais altas aceleram o crescimento do otólito, resultando em estruturas com contorno mais alongado. De mesmo modo, temperaturas mais baixas abrandam o crescimento dessas estruturas, resultando em contornos mais arredondados (REICHENBACHER *et al.*, 2009).

Nas últimas décadas, os estudos ecomorfológicos têm focado no estabelecimento das relações entre a forma e o tamanho dos otólitos com o meio ambiente e o comportamento dos peixes (GAULDIE, 1988; LOMBARTE, 1992; POPPER & PLATT, 1993; AGUIRRE & LOMBARTE, 1999; RAMCHARITAR *et al.*, 2001, 2004; AGUIRRE, 2003; TUSET *et al.*, 2003; VOLPEDO & ECHEVERRÍA, 2003; CRUZ & LOMBARTE, 2004; LYCHAKOV *et al.*, 2006; ASSIS, 2007; LOMBARTE & CRUZ, 2007; VOLPEDO & FUCHS, 2010; JARAMILLO *et al.*, 2014).

Além do contorno, o *sulcus acusticus* dos otólitos também tem sido bastante estudado, pois se diferencia entre as espécies com relação à sua posição, abertura e formato. Além de tudo isso, está relacionado ao *rostra* e *antirostra*, se presente, ausente, tamanho, entre outras características. O *rostra* é uma protuberância localizada na margem anterior do otólito, abaixo da abertura do *ostium*, e frequentemente inclui o ponto mais anterior do otólito. O *antirostra* é menor que o *rostra*, e se desenvolve na abertura do *ostium* quando a excisão forma uma reentrância. A excisura *ostii* é a porção da margem anterior do otólito onde o *ostium* se abre (TUSET *et al.*, 2008). Recentemente, a partir da análise específica do contorno de otólitos *sagittae* em distintos grupos de Perciformes, se associou a variabilidade da região dorso-rostral, relacionada ao desenvolvimento do *ostium*, à variabilidade ambiental e funcional (SADIGZADEH *et al.*, 2014; TUSET *et al.*, 2015).

Estudos afirmam que os otólitos de maiores dimensões são sempre encontrados em peixes marinhos bentônicos e em várias espécies que habitam o mar profundo (PAXTON, 2000; LOMBARTE & CRUZ, 2007; LOMBARTE *et al.*, 2010), com o *rostra* ausente ou pouco desenvolvido em peixes associados a substratos moles, e *rostra* pequeno e não proeminente em peixes relacionados com substratos duros (VOLPEDO & ECHEVERRÍA, 2003). O tamanho do *rostra* também pode ser correlacionado com a capacidade natatória dos peixes (REICHENBACHER *et al.*, 2009). As espécies pelágicas, principalmente aquelas com carácter migratório, são detentoras dos otólitos *sagittae* de menores dimensões (YAMAUCHI *et al.*, 2008), e apresentam um *rostra* bem desenvolvido (VOLPEDO & ECHEVERRÍA, 2003).

Este trabalho teve como objetivos averiguar padrões de forma dos otólitos das espécies que compõe a assembléia de peixes da Baía de Sepetiba- RJ (que é uma área de intensa atividade pesqueira com grande exploração de sua biodiversidade) e verificar se

a análise da forma do otólito é um estudo eficiente para caracterização de grupos morfológicos e associação com o uso do habitat.

### Área de estudos

A Baía de Sepetiba limita-se a Norte e a Leste pelo continente, ao Sul pela Restinga da Marambaia e a Oeste pela Baía da Ilha Grande. Apresenta formato alongado com uma área de 520 km<sup>2</sup>, cercada por diferentes habitats, incluindo manguezais, bancos de areia e pequenos estuários. A profundidade na maior parte da baía é < 5 m, e suas águas são ricas em nutrientes oriundos da drenagem continental (GUEDES & ARAÚJO, 2008). Vários rios e canais de drenagem deságuam na baía, o que ocasiona poluição por diversos efluentes. A maior contribuição de água doce é proveniente do Canal de São Francisco (Rio Guandu) que carrega águas originalmente desviadas do rio Paraíba do sul pelo sistema LIGHT-CEDAE, o qual é utilizado na geração de energia e fornecimento de água para o município do Rio de Janeiro, com fluxo médio de 70-150 m<sup>3</sup>seg<sup>-1</sup>(ARAÚJO *et al.*, 1998). Os peixes utilizados neste trabalho foram capturados em duas localidades da Baía de Sepetiba, que são caracterizadas como áreas de pesca do camarão branco (*Litopenaeus schmitti*) e camarão ferro (*Farfantepenaeus paulensis*), que se concentram nas proximidades da Ilha da Pombeba (23°01'S 43°53'W; profundidade de aproximadamente 15-20m) e nas proximidades da Pedra de Guaratiba (23°03'S; 44°40'W; profundidade 4-5 m) na zona interna da baía (Fig. 3).

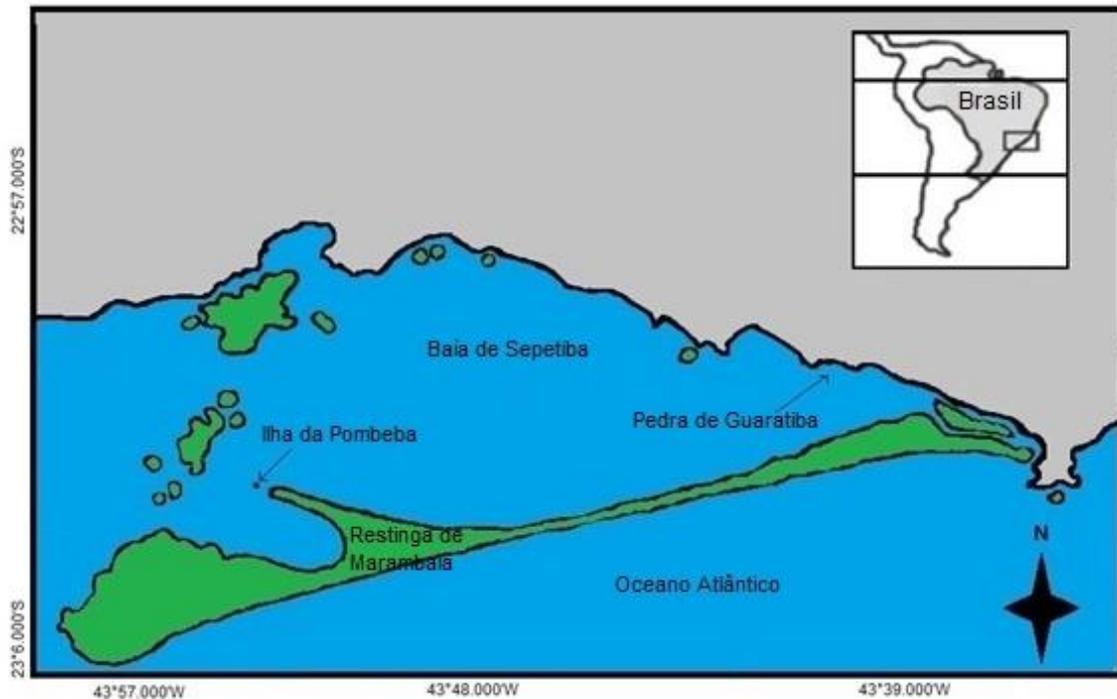


Fig.3. Localização da área de estudos no litoral do Brasil (mapa menor) e dos pontos de coleta na baía de Sepetiba: Ilha da Pombeba e Pedra de Guaratiba.

## Amostragem

Os otólitos utilizados nesse estudo foram retirados de peixes provenientes do descarte da pesca de arrasto de camarão da Baía de Sepetiba. As coletas foram realizadas semanalmente durante os meses de setembro, outubro e novembro de 2017. Algumas coletas não foram realizadas quando as condições de tempo foram desfavoráveis. O calendário de coletas seguiu de acordo com a disponibilidade dos pescadores em realizar os arrastos. O serviço de coleta dos peixes foi realizado pelos próprios pescadores do barco, que juntaram e armazenaram os mesmos após triagem para separar o que lhes era comercialmente interessante. Os peixes foram levados ao laboratório, onde passaram por triagem para contagem, separação e identificação das espécies. Foram selecionadas apenas as espécies com número superior a 12 indivíduos íntegros.

Os peixes foram identificados segundo Menezes e Figueiredo (1980) e medidos em comprimento total (Ct, em centímetros). O procedimento ou método de abertura do

crânio (necessário para a obtenção dos otólitos) pode ser variável consoante o domínio da técnica preferida do pesquisador no manuseio do animal. No presente estudo, optou-se pela abertura abdominal no sentido ânus-cabeça, onde após a retirada das vísceras e brânquias, a cápsula ótica mostrou-se evidente na região posterior do neurocrânio (região auditiva). Com movimentos delicados, as cápsulas foram abertas com o auxílio de uma tesoura, os otólitos foram retirados com pinça ou agulha, dependendo do tamanho das estruturas.

Depois de retirados, os otólitos foram limpos e armazenados para posteriores análises. Os otólitos *sagittae*, direito e esquerdo, foram observados ao microscópio e comparados, visando identificar possíveis diferenças de forma. Comparações do comprimento entre os dois otólitos (direito e esquerdo) utilizando o teste t-Student não apresentaram diferenças significativas. Ao confirmar a similaridade entre as duas estruturas para a maioria das espécies, o otólito esquerdo foi escolhido para realização das análises, seguindo a metodologia utilizada na maioria da literatura disponível. Todos os otólitos foram medidos com paquímetro ou com uma ocular micrométrica, e fotografados em seguida com vista proximal. Para as fotografias, foi utilizado um smartfone MotoG4plus (Motorola) acoplado ao microscópio Nikon SMZ1000. A luz e o aumento das fotos foram configurados de acordo com a necessidade para cada caso, devido à particularidade em relação ao tamanho das estruturas para cada espécie. A terminologia utilizada para a forma dos otólitos de cada espécie segue o padrão estabelecido nos dados da Coleção de Otólitos do Sudeste e Sul do Brasil- COSS Brasil da USP (<http://www.usp.br/cossbrasil>).

### **Análise de dados**

As fotografias foram convertidas em arquivos Bitmap e analisadas com o software SHAPE v1.3 (Iwata & Ukai, 2002). Com base nas formas dos contornos, este software nos forneceu os descritores numéricos da forma, denominados “harmônicas” (Ha). Com base na literatura, 20 primeiras harmônicas foram consideradas suficientes para realizar a Análise das Elipses de Fourier (EFA) e produzir os componentes principais (PC). A partir da obtenção desses dados, realizou-se a análise de agrupamento sobre a matriz de distância Euclidiana, utilizando o método de agrupamento de Ward no software STATISTICA10 (StatSoft, 2011) para identificação de possíveis grupos

determinados pela forma dos otólitos entre as espécies estudadas. Em seguida, as imagens foram salvas em arquivos do tipo JPEG e carregadas no programa FIJI/ImageJ2 com escala de 1 milímetro para obtenção das seguintes medidas morfométricas dos otólitos: Comprimento total (Ct), Largura, Área, Perímetro, Circularidade e diâmetro de Feret.

O efeito do comprimento do peixe na magnitude de cada uma das variáveis foi determinado para todas as medidas morfométricas, utilizando a análise de covariância ANCOVA com o programa STATISTICA 10 (StatSoft, 2011). As variáveis que apresentaram correlação significativa com o comprimento do peixe foram corrigidas utilizando o  $b$  comum entre os grupos conforme LLEONART *et al.* (2000):

$$Y_i^* = Y_i (X_o / X_i)^b,$$

onde,  $Y_i$  é a  $i$  – ésima observação da variável morfométrica  $Y$ ;  $X_o$  é comprimento zoológico médio;  $X_i$  é o comprimento zoológico do indivíduo  $i$ ; e  $b$  é o coeficiente angular comum dentre os grupos. Após a correção, foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) para comparação das medidas morfométricas entre os grupos designados pela análise de agrupamento. Foi realizada uma regressão entre o Ct dos peixes (variável preditora) e Ct dos otólitos (variável resposta). Esta análise também foi realizada para as medidas de área dos otólitos e dos olhos dos peixes.

## Resultados

Foram registradas 22 espécies de peixes do descarte da pesca do camarão, das quais apenas 15 foram representadas por mais de 12 indivíduos íntegros, sendo estas as espécies selecionadas para o presente estudo. Todas as quinze espécies selecionadas pertencem a Classe dos Osteichthyes, distribuídas em cinco Ordens: Pleuronectiformes (4 espécies), Clupeiformes (1), Scorpaeniformes (1), Acanthuriformes (4) e Perciformes (4). Dentro destas Ordens, foram identificadas nove famílias diferentes, listadas a seguir nas tabelas 1 e 2. As espécies selecionadas correspondem a 68,18% do total de espécies coletadas nos arrastos (Tabela 1). Uma considerável porcentagem (31,82%) do total de espécies capturadas, não foi utilizada por causa da baixa representatividade das amostras, exceto *C. spixii*, que não foi utilizado porque não identificamos seus *sagittae* e sim os *lapilli* (Tabela 2).

Tabela 1. Número total de indivíduos por espécies capturados (N) e utilizados (N amostral) neste estudo.

Ordem	Família	Espécie	Nome popular	Ct (mm)	N	N amostral	% N
Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Achirus lineatus</i>	linguado	105-135	12	11	0,15
Pleuronectiformes	Cynoglossidae	<i>Symphurus tessellatus</i>	lingua de mulata	135-170	82	15	1,03
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Etropus crossotus</i>	linguado	115-134	47	15	0,59
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Citharichthys spilopterus</i>	linguado	130-200	25	15	0,32
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Cetengraulis edentulus</i>	sardinha boca-torta	140-165	902	15	11,37
Perciformes	Gerreidae	<i>Eucinostomus gula</i>	carapicu	110-140	408	15	5,14
Perciformes	Gerreidae	<i>Eucinostomus argenteus</i>	carapicu	120-140	384	15	4,84
Perciformes	Haemulidae	<i>Orthopristes ruber</i>	cocoroca	150-260	17	15	0,21
Acanthuriformes	Sciaenidae	<i>Menticirrhus americanus</i>	betara	150-190	13	12	0,16
Acanthuriformes	Sciaenidae	<i>Paralonchurus brasiliensis</i>	Maria-Luiza	155-210	13	12	0,16
Acanthuriformes	Sciaenidae	<i>Stellifer rastrifer</i>	porrudo	140-165	4016	15	50,60
Acanthuriformes	Sciaenidae	<i>Micropogonias furnieri</i>	corvina	180-250	60	15	0,76
Perciformes	Serranidae	<i>Diplectrum radiale</i>	michole	140-165	2009	15	25,32
Perciformes	Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>	peixe espada	275-440	14	13	0,18
Scorpaeniformes	Triglidae	<i>Prionotus punctatus</i>	cabrinha	150-190	14	10	0,18
Total					7936	195	100

Tabela 2. Número total de indivíduos por espécies de menor ocorrência (N) que não foram utilizadas nas análises

Ordem	Família	Espécie	Nome popular	N
Siluriformes	Ariidae	<i>Genidens genidens</i>	bagre	1
Siluriformes	Ariidae	<i>Aspistor luniscutis</i>	bagre	1
Siluriformes	Ariidae	<i>Cathorops spixii</i>	bagre	16
Scorpaeniformes	Dactylopteridae	<i>Dactylopterus volitans</i>	coió	9
Perciformes	Gerreidae	<i>Diapterus rombeus</i>	carapeba	5
Perciformes	Pomatomidae	<i>Pomatomus saltatrix</i>	anchova	1
Perciforme	Serranidae	<i>Dules auriga</i>	Mariquita de penacho	2

## Análise das Harmônicas

A análise de agrupamento baseada nos descritores numéricos da forma do contorno dos otólitos (harmônicas) apresentou a divisão das amostras em nove grupos distintos ao nível de corte 1.0 da distancia Euclidiana (Fig. 4). O grupo 1 foi formado por otólitos de *M. americanus* e *P. brasiliensis*. Os componentes desse grupo pertencem à família Sciaenidae, são bastante similares em forma e tem como principal característica o contorno elíptico (Fig.5).

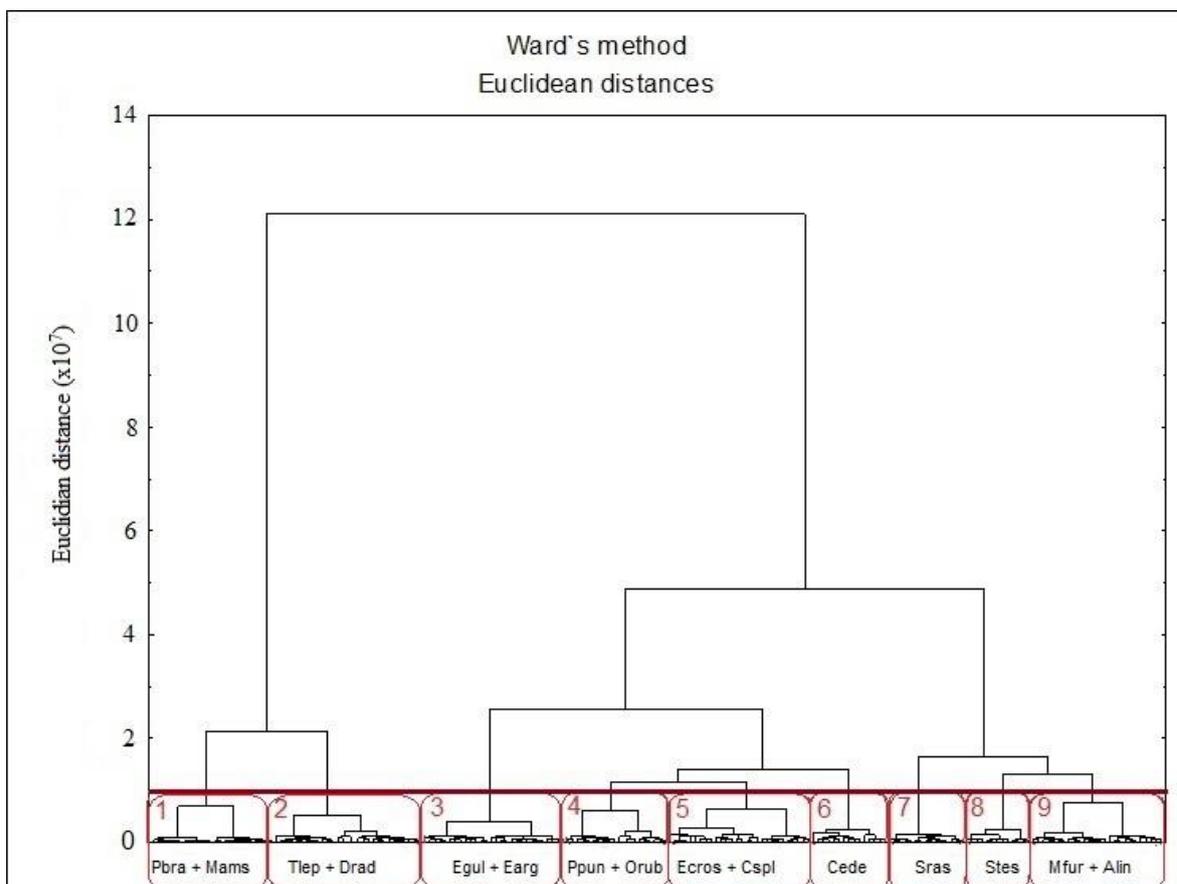


Fig.4- Dendrograma da análise de agrupamento sobre as vinte primeiras harmônicas dos otólitos. Código das espécies: Alin, *A. lineatus*; Cede, *C. edentulus*; Cspl, *C. spilopterus*; Drad, *D. radiale*; Earg, *E. argenteus*; Ecro, *E. crossotus*; Egul, *E. gula*; Mams, *M. americanus*; Mfur, *M. furnieri*; Orub, *O. ruber*; Pbra, *P. brasiliensis*; Ppun, *P. punctatus*; Sras, *S. rastrifer*; Stes, *S. tessellatus*; Tlep, *T. lepturus*.

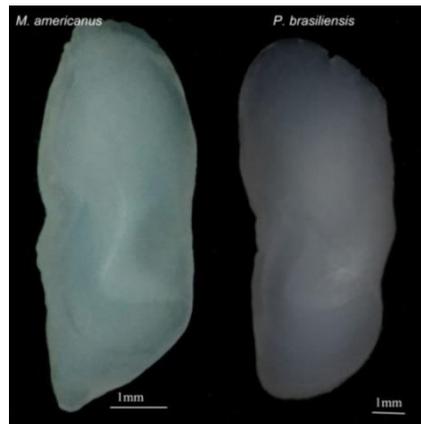


Fig. 5- Otólitos que compõem o grupo 1 na análise de agrupamento das harmônicas

O grupo 2 foi formado por otólitos de *T. lepturus* e *D. radiale*(Fig. 6) das famílias Trichiuridae e Serranidae respectivamente. Os otólitos que compõe esse grupo possuem contorno fusiforme, com *rostra* desenvolvido.

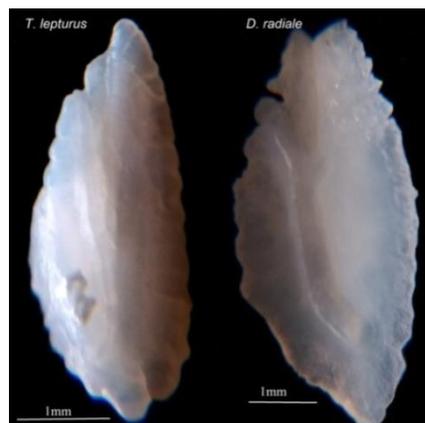


Fig. 6- Otólitos que compõem o grupo 2 na análise de agrupamento das harmônicas

O grupo 3 foi formado por *E. argenteus* e *E. gula* (Fig. 7), que pertencem à família Gerreidae. A principal característica desse grupo está no contorno elíptico, com a porção mediana mais larga.

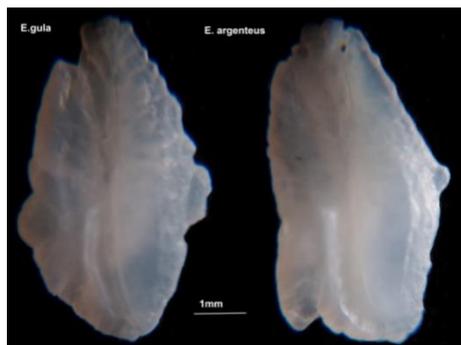


Fig. 7- Otolitos que compõem o grupo 3 na análise de agrupamento das harmônicas

O grupo 4 foi formado por *P. punctatus* e *O. ruber* (Fig.8), pertencentes às famílias Triglidae e Haemulidae, respectivamente. Possuem contorno elíptico, porém, mais largos, tendendo a oval.



Fig. 8- Otolitos que compõem o grupo 4 na análise de agrupamento das harmônicas

O grupo 5 foi formado por otólitos de *E. crossotus* e *C. spilopterus* (Fig.9), ambos da família Paralichthyidae. São estruturas de contorno pentagonal com bordas lisas e pequenas dimensões.



Fig. 9- Otolitos que compõem o grupo 5 na análise de agrupamento das harmônicas

O grupo 6 foi formado apenas por otólitos de *C. edentulus* (Fig.10), pertencente à família Engraulidae. São estruturas de contorno elíptico, com *rostra* proeminente e borda ventral denteada.



Fig. 10- Otólitos que compõem o grupo 6 na análise de agrupamento das harmônicas

O grupo 7 foi composto apenas pelos otólitos de *S. rastrifer* (Fig. 11), pertencente à família Sciaenidae. Possui contorno retangular, com *rostra* ausente, lado anterior reto com bico duplo na parte dorsal e lado posterior oblíquo.



Fig. 11- Otólitos que compõem o grupo 7 na análise de agrupamento das harmônicas

O grupo 8 foi composto apenas pelos otólitos de *S. tessellatus* (Fig.12), pertencente à família Cynoglossidae. Apresenta contorno discoidal, com *rostra* ausente e bordas lisas, sendo uma estrutura de pequenas dimensões.

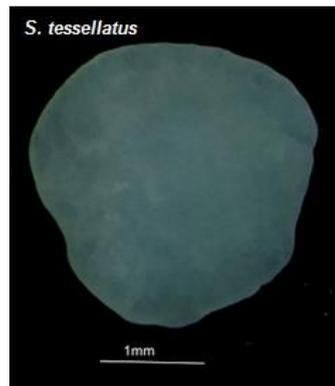


Fig. 12- Otolitos que compõem o grupo 8 na análise de agrupamento das harmônicas

O grupo 9 foi formado pelos otólitos de *M. furnieri* e *A. lineatus* (Fig. 13), pertencentes às famílias Sciaenidae e Achiridae, respectivamente. O primeiro com contorno piriforme e o segundo em forma de bala, ambos com *rostra* ausente.



Fig. 13- Otolitos que compõem o grupo 9 na análise de agrupamento das harmônicas

## Análise dos componentes principais

A análise das Elipses de Fourier (EFA) apresentou sete componentes principais (PC) significantes (Fig.14), explicando 95,31% da variação da forma (Fig. 15). O PC 1 explicou 71,23% dessa variação e, plotado contra os PCs 2 e 3, deixou evidente a separação das espécies ao longo dos eixos.

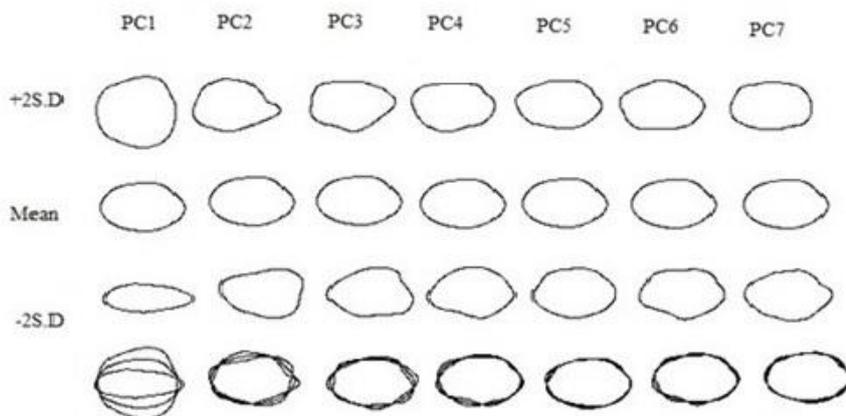


Fig.14- Ilustração da variação (média  $\pm$  2 vezes o desvio padrão- SD) da forma explicada por cada componente principal (PC). Última linha indicando a sobreposição das formas.

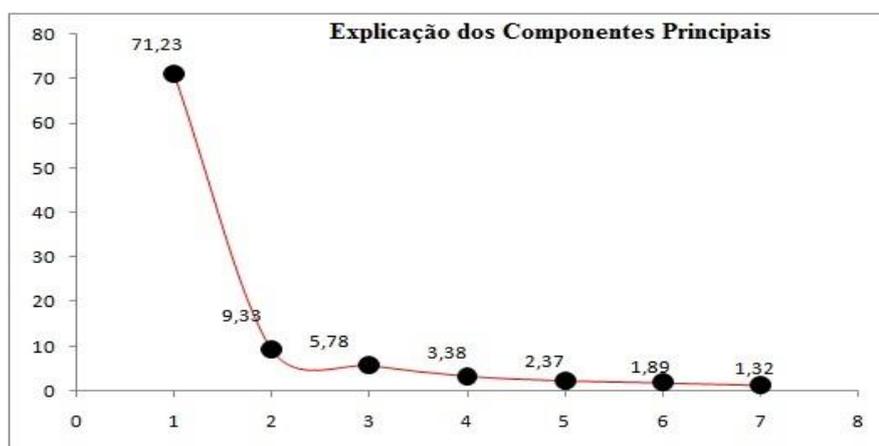


Fig.15- Explicação da variação da forma (%) pelos principais componentes (autovalores).

A espécie *S. tessellatus* (grupo 8) foi separada das espécies de Sciaenidae *P. brasiliensis* e *M. americanus* (grupo 1) e de *T. lepturus* e *D. radiale* (grupo 2) através do eixo 1 do diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da análise de componentes

principais (Fig.16). Esta separação está associada ao contorno do otólito de *S. tessellatus* que apresenta forma discoidal, o que o diferencia visivelmente dos otólitos das outras quatro espécies, que são longos e estreitos.

As espécies *C. edentulus* (grupo 6) e *C. spilopterus* (grupo 5) foram separadas dos Sciaenidae *M. Americanus* e *P. brasiliensis* (grupo 1), e *M. furnieri* (grupo 9) e *S. rastrifer* (grupo 7) ao longo do eixo 2 da ordenação da análise de componentes principais (Fig.16). As espécies *E. argenteus* (grupo 3) e *C. spilopterus* e *E. crossotus* (grupo 5) foram separadas de *S. rastrifer* (grupo 7) ao longo do eixo 3 do diagrama de ordenação (Fig.16), com contornos relativamente inversos. As três primeiras espécies apresentam otólitos largos na base e afinados na parte superior, com o oposto deste padrão sendo apresentado por *S. rastrifer*. Em relação a *C. edentulus* a diferença é bem visível ao observarmos que os otólitos das três primeiras espécies possuem bordas lisas com uma inclinação do lado direito, enquanto esta última espécie além de não apresentar inclinação, possui borda ventral denteada.

### **Análise morfométrica**

As medidas biométricas dos otólitos fornecidas pelo Fiji/ImageJ2 (tamanho, largura, circularidade, perímetro, área e diâmetro de Feret), apresentaram um padrão relativamente similar para os diferentes grupos formados pela análise de agrupamento, com exceção da circularidade. Os maiores valores de tamanho, perímetro, área e diâmetro de Feret foram apresentados para o grupo 9, seguidas dos grupos 4 e 1. A circularidade apresentou um padrão diferenciado, com os maiores valores sendo apresentados para os grupos 5 e 8. Tais diferenças foram significativas de acordo com a Análise de Variância monofatorial (Fig. 17).

### **Comprimento total × comprimento do otólito**

A análise de regressão entre os tamanhos dos peixes em comprimento total (variável preditora) e o comprimento dos otólitos (variável resposta) (Fig. 18) revelou que os otólitos da maioria dos Sciaenidae crescem em direta proporção ao tamanho do corpo. Para os Pleuronectiformes essa tendência não foi confirmada, sendo estes o

grupo que apresenta os menores otólitos em relação ao tamanho do corpo. Cinco espécies se destacaram apresentando estas relações mais definidas, sendo: *M. furnieri*, com maior inclinação da reta, indicado pelo maior coeficiente de regressão, o que sugere maior taxa de crescimento do otólito em relação ao corpo; *T. lepturus*, com a menor taxa de crescimento do otólito em relação ao corpo; *S. tessellatus*, que entre os Pleuronectiformes apresentou a menor taxa de crescimento do otólito em relação ao corpo; *E. argenteus* e *E. gula*, que entre os peixes de menor comprimento corporal, apresentaram maiores comprimentos para os otólitos.

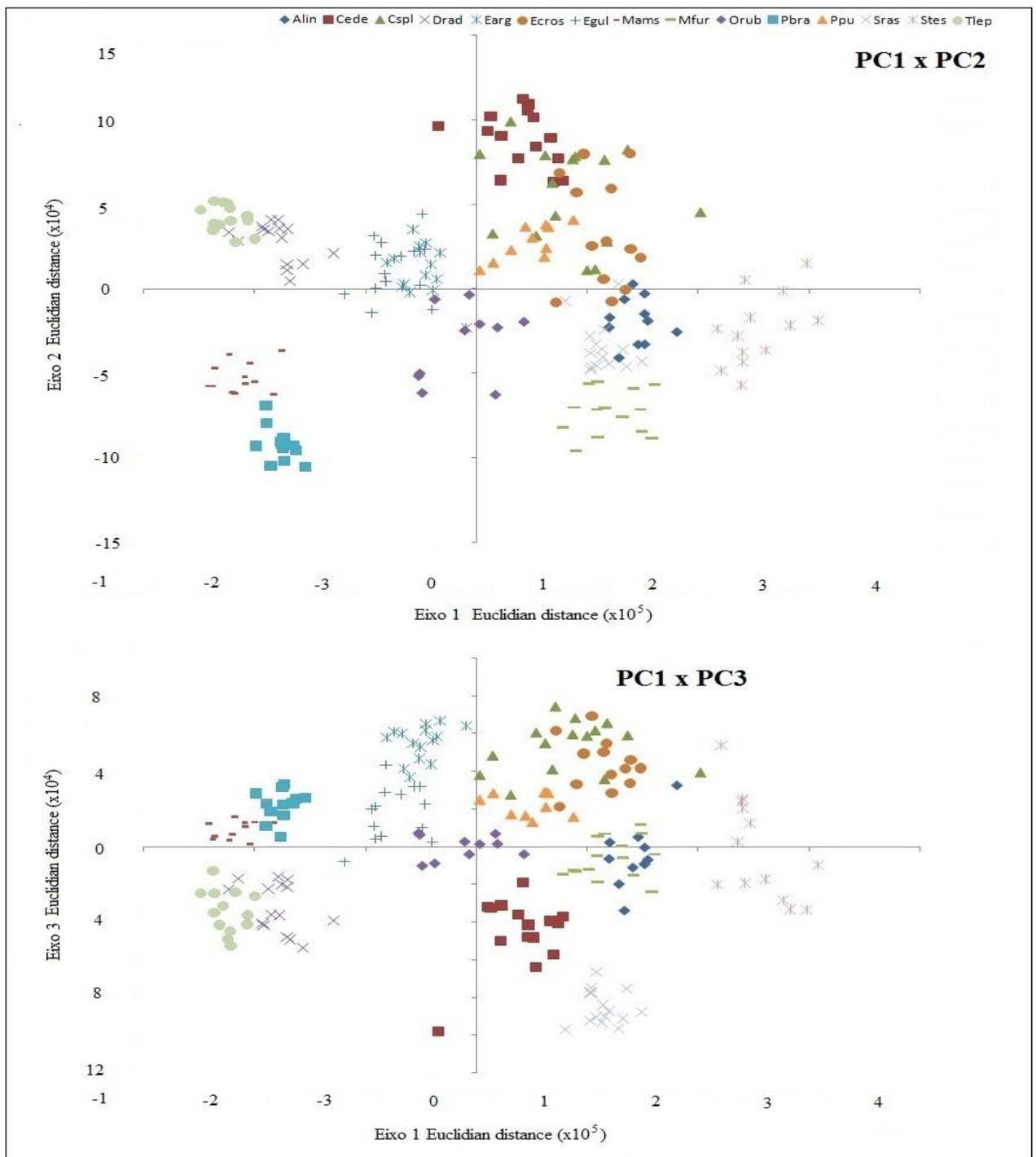


Fig. 16- Diagrama de ordenação da análise de componentes principais de contorno (eixos 1, 2, e 3) sobre as harmônicas produzidas pela EFA. Código das espécies: Mfur, *Micropogonias furnieri*; Egul, *Eucinostomus gula*; Earg, *Eucinostomus argenteus*; Drad, *Diplectrum radiale*; Orub, *Orthopristes ruber*; Sras, *Stellifer rastrifer*; Cspi, *Cathorops spixii*; Cede, *Cetengraulis edentulus*; Cspl, *Citharichthys spilopterus*; Ecro, *Etropus crossotus*; Alin, *Achirus lineatus*; Mams, *Menticirrhus americanus*; Pbra, *Paralonchurus brasiliensis*; Ppun, *Prionotus punctatus*.

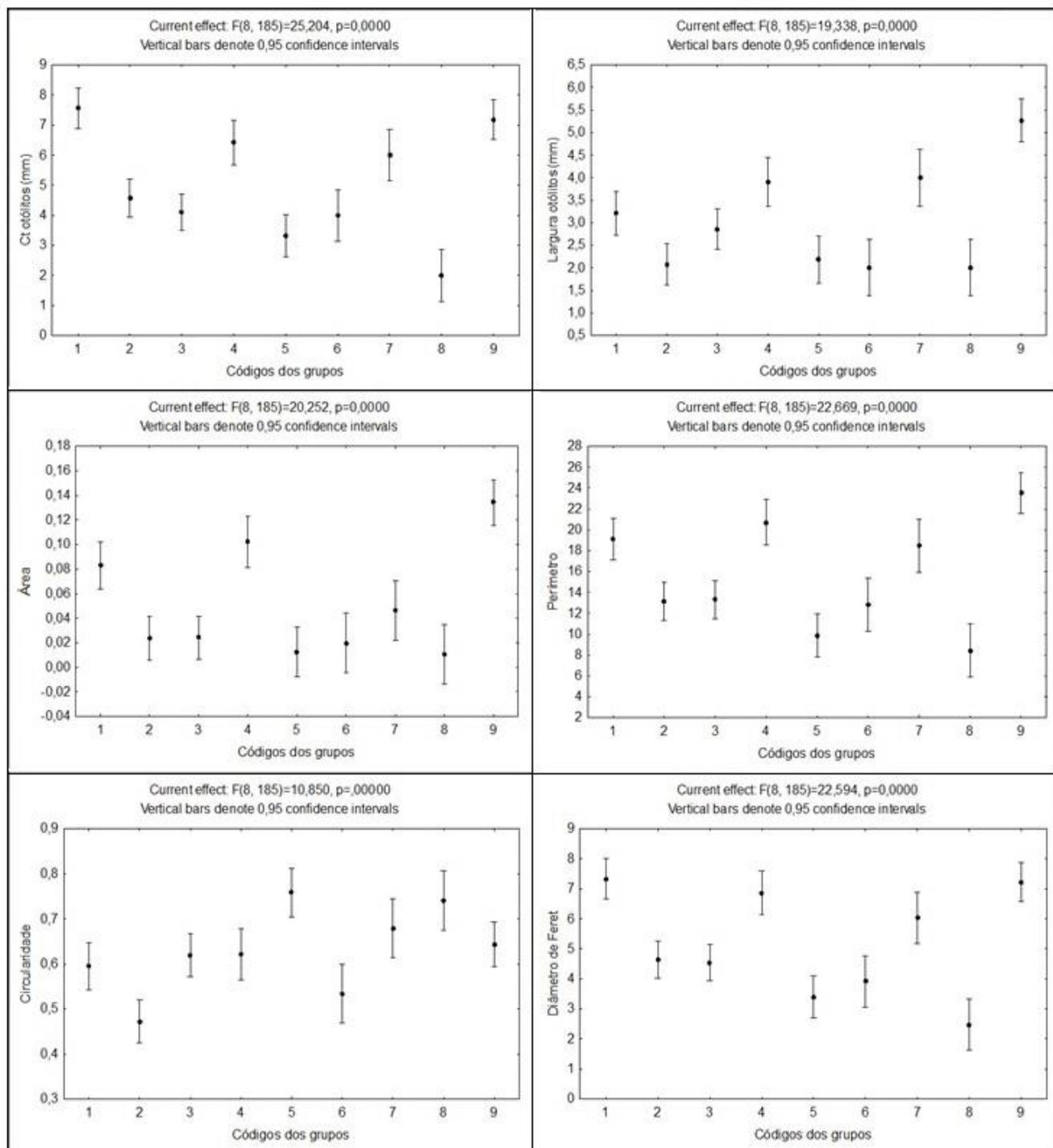


Fig. 17- Representação gráfica das medidas morfométricas dos otólitos entre os grupos formados pela análise de agrupamento.

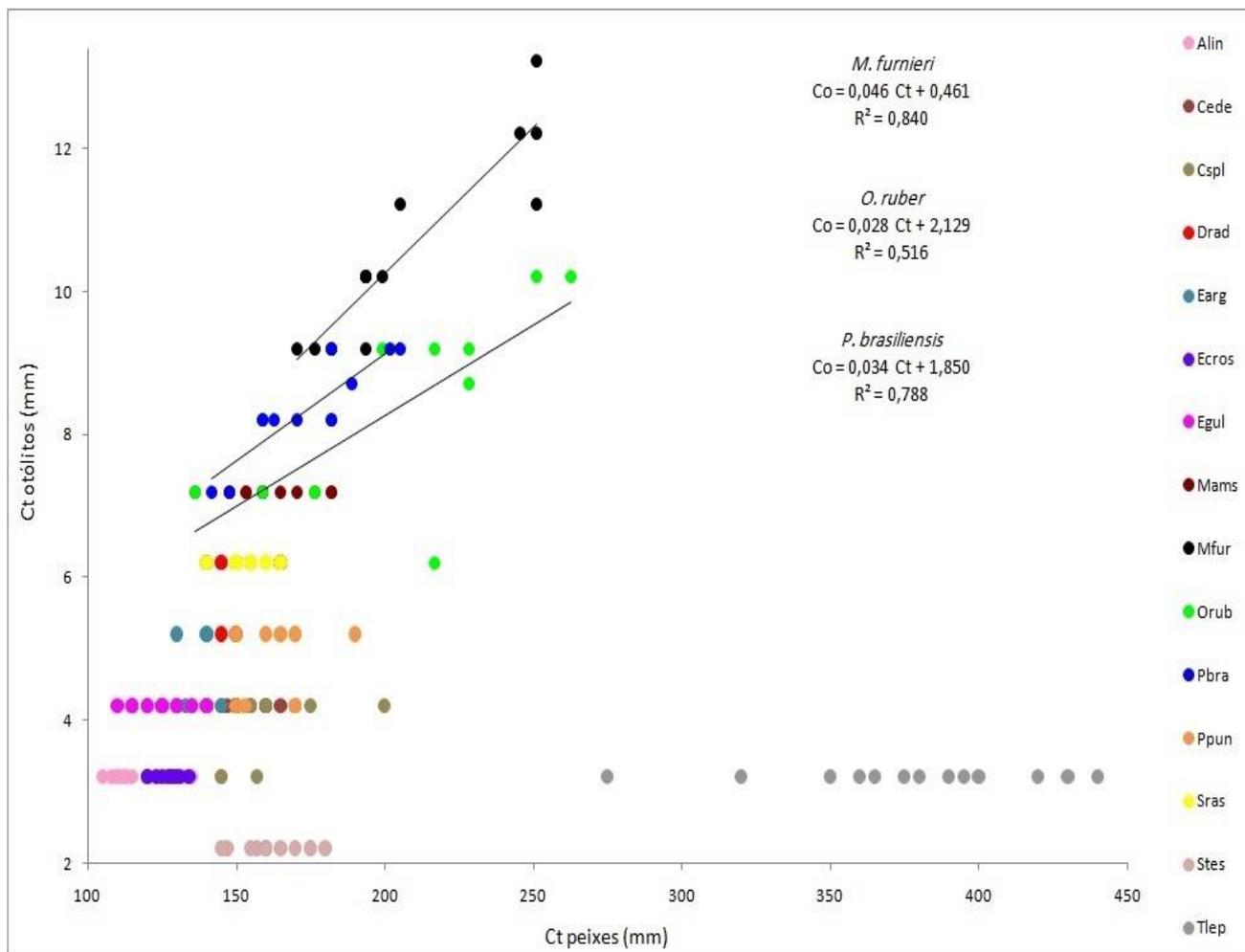


Fig. 18- Regressão entre o Ct dos peixes e dos otólitos de cada espécie (valores médios). Mfur, *Micropogonias furnieri*; Egul, *Eucinostomus gula*; Earg, *Eucinostomus argenteus*; Drad, *Diplectrum radiale*; Orub, *Orthopristes ruber*; Sras, *Stellifer rastrifer*; Cspi, *Cathorops spixii*; Cede, *Cetengraulis edentulus*; Cspl, *Citharichthys spilopterus*; Ecro, *Etropus crossotus*; Alin, *Achirus lineatus*; Mams, *Menticirrhus americanus*; Pbra, *Paralonchurus brasiliensis*; Ppun, *Prionotus punctatus*. Regressões significativas indicadas com seus respectivos coeficientes.

### Área dos otólitos × Área do olho

A análise de regressão entre os valores de áreas dos otólitos (variável preditora) e a área dos olhos (variável resposta) dos peixes (Fig. 19) mostrou algumas relações significativas. As espécies *M. furnieri*, *P. punctatus*, *S. rastrifer*, *T. lepturus* e *C. spilopterus* apresentaram significativa relação positiva entre a área do otólito e a área do olho ( $r > 0.51$ ). As demais espécies não apresentaram relação entre estas duas variáveis.

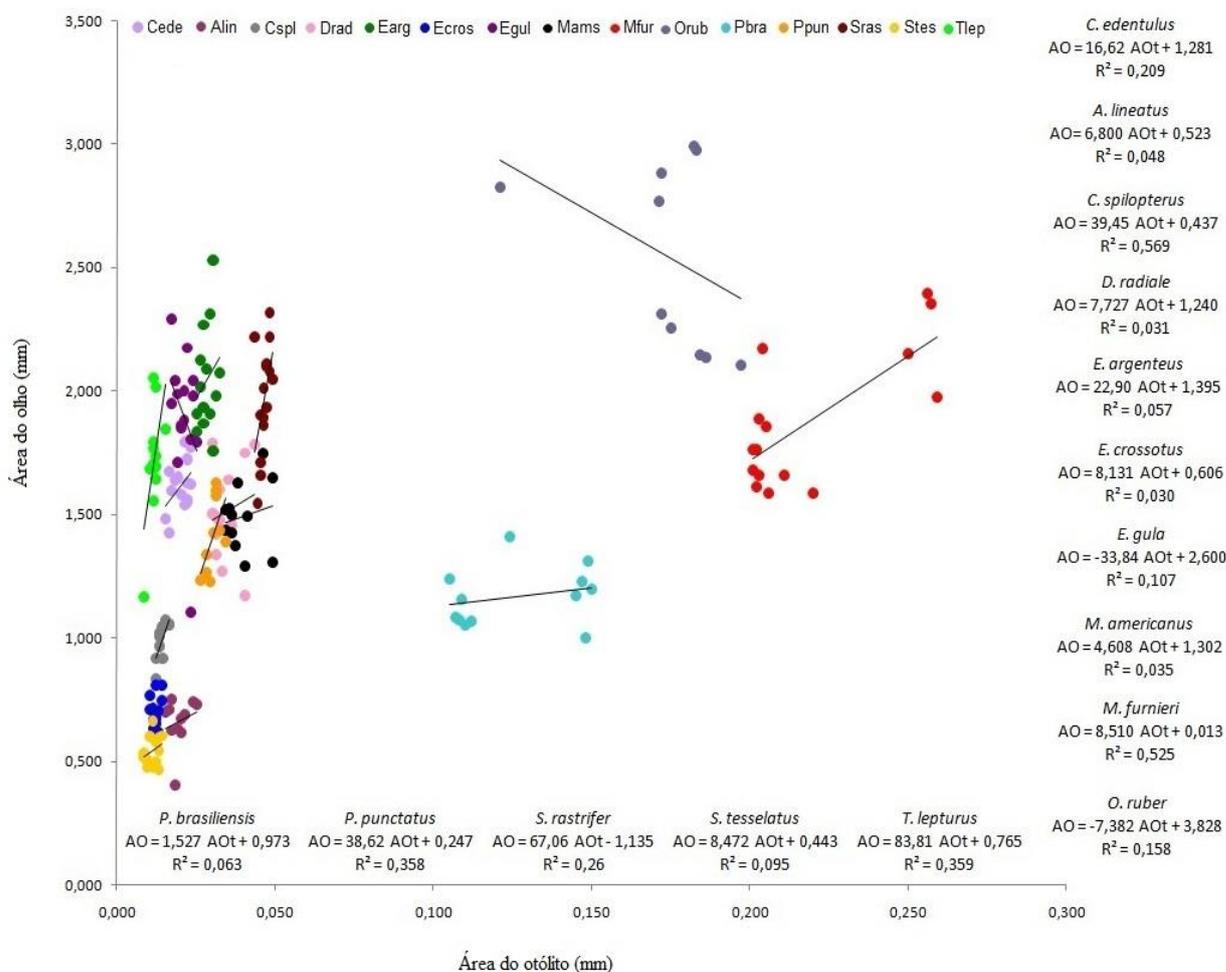


Fig. 19- Regressões entre área dos otólitos e área dos olhos. Mfur, *Micropogonias furnieri*; Egul, *Eucinostomus gula*; Earg, *Eucinostomus argenteus*; Drad, *Diplectrum radiale*; Orub, *Orthopristes ruber*; Sras, *Stellifer rastrifer*; Cspl, *Cathorops spixii*; Cede, *Cetengraulis edentulus*; Cspl, *Citharichthys spilopterus*; Ecros, *Etropus crossotus*; Alin, *Achirus lineatus*; Mams, *Menticirrhus americanus*; Pbra, *Paralonchurus brasiliensis*; Ppun, *Prionotus punctatus*.

### *Sulcus acusticus*

Os otólitos amostrados nesse trabalho apresentaram *sulci acustici* em posição medial e supramedial (Fig. 20). Com relação ao tipo de abertura do *sulcus*, foram encontrados quatro tipos: mesial, ostial, pseudo-ostial e pseudo-ostíocaudal (Fig. 21). Os tipos de *sulcus*, *rostra* e *antirostra* encontrados para cada espécie estão descritos na Tabela 3.

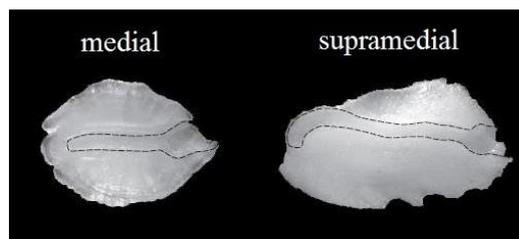


Fig. 20- Posição do *sulcus acusticus* para as espécies estudadas. Imagem adaptada de Tuset *et al.*, 2008.



Fig. 21- Tipos de aberturas de *sulcus acusticus*. Imagem adaptada de Tuset *et al.*, 2008.

Tabela 3- Descrição do *sulcus acusticus* para cada espécie.

Espécies	Posição do sulco	Tipo de abertura	Rostra	Antirostra
<i>A. lineatus</i>	medial	mesial	ausente	ausente
<i>C. edentulus</i>	medial	ostial	desenvolvido	desenvolvido
<i>C. spilopterus</i>	medial	mesial	ausente	ausente
<i>D. radiale</i>	medial	ostial	desenvolvido	pouco desenvolvido
<i>E. argenteus</i>	medial	ostial	desenvolvido	pouco desenvolvido
<i>E. crossotus</i>	medial	mesial	ausente	ausente
<i>E. gula</i>	supramedial	ostial	desenvolvido	ausente
<i>M. americanus</i>	medial	pseudo-ostial	ausente	ausente
<i>M. furnieri</i>	medial	pseudo-ostial	ausente	ausente
<i>O. ruber</i>	supramedial	ostial	desenvolvido	pouco desenvolvido
<i>P. brasiliensis</i>	medial	pseudo-ostial	ausente	ausente
<i>P. punctatus</i>	medial	ostial	desenvolvido	ausente
<i>S. rastrifer</i>	medial	pseudo-ostiocaudal	ausente	pouco desenvolvido
<i>S. tessellatus</i>	medial	mesial	ausente	ausente
<i>T. lepturus</i>	medial	ostial	desenvolvido	pouco desenvolvido

## Discussão/Conclusão

Uma grande variabilidade no contorno e nos índices de forma dos otólitos foi encontrada para as espécies examinadas, uma indicação das influências filogenéticas e de usos do habitat que foram bastante variados. Segundo LOMBARTE & CASTELLÓN (1991), a forma dos otólitos pode ser determinada geneticamente, refletindo relações filogenéticas, mas também pode ser influenciada em menor escala por fatores ambientais. No entanto, o que se observou neste estudo, foi uma maior influência do uso do habitat sobre as relações filogenéticas, já que o agrupamento ocorreu de modo a reunir espécies de diferentes famílias em um mesmo grupo.

Diferentes morfotipos de otólitos foram observados para espécies com diferentes hábitos e usos de habitats. Uma característica fortemente relacionada a isso é o tamanho e o formato da cabeça dos peixes. Os Pleuronectiformes, por exemplo, durante a metamorfose mantêm os otólitos em suas posições originais alinhados com a nadadeira dorsal, diferente dos olhos que giram dentro do crânio (LYCHAKOV *et al.*, 2008), portanto não poderiam comportar em seu neurocrânio uma estrutura grande e robusta. Desse modo, seus otólitos são pequenos e achatados, significando menos peso e mais eficiência dessas estruturas, podendo estar relacionado com a determinação de ângulos no plano vertical (LYCHAKOV *et al.*, 2008).

O comprimento dos otólitos parece estar associado com o uso do hábito pelágico ou bentônico, estando relacionado ao formato da cabeça. Os peixes das famílias Trichiuridae e Engraulidae apresentaram otólitos pequenos, porém, com *rostra* proeminente, ao mesmo passo que a cabeça também é comprimida e alongada, significando favorecimento da hidrodinâmica com redução do nível de energia gasta no deslocamento. Peixes com essas características costumam apresentar padrões de coloração corporal brilhante que, segundo CRUZ & LOMBARTE (2004) está associado à comunicação visual. Além disso, a relação entre os ecotipos de peixes e a forma dos otólitos sugere que os otólitos em espécies pelágicas são caracteristicamente longos com o *rostra* bem desenvolvido, enquanto os otólitos de ecotipos bentônicos são mais arredondados com *rostra* ausente (SANZ-ECHEVERRÍA, 1950; VOLPEDO & ECHEVERRÍA, 2003).

As harmônicas, que são descritores numéricos do contorno, se mostraram bons preditores para diferenciar morfotipos entre diferentes stocks de uma mesma espécie, ou

seja, diferenças intraespecíficas, como foi o caso de *Coryphaena hippurus* entre a costa do Maranhão e do Rio Grande do Norte, atribuindo as diferenças a variações genéticas, já que nenhuma evidência de seleção clinal foi encontrada (DUARTE-NETO *et al.*, 2008). Variações intraespecíficas de morfotipos também foram encontradas para *M. furnieri* entre o Rio de Janeiro e a costa norte da Argentina (SANTOS *et al.*, 2017). No entanto, este último trabalho identificou uma sobreposição de morfotipos ao longo de toda a zona costeira estudada, uma indicação das misturas de populações e diferentes coortes. A análise de Fourier foi considerada por CADRIN e FRIEDLAND (1999) como um método eficiente para descrição do contorno de estruturas, porém com interpretação de resultados um tanto subjetiva, embora os resultados possam ser significativos. Para os peixes analisados neste estudo, as harmônicas demonstraram certa subjetividade, dependendo muito do nível de corte do dendograma, que quanto mais alto, mais heterogêneo seria o grupo resultante. Neste sentido, embora essa técnica tenha apresentado resultados importantes no presente estudo, acreditamos que avaliações complementares através da morfometria podem ser necessárias para melhor discriminação dos padrões e redução da subjetividade dos dados.

O tamanho dos otólitos foi um fator relevante e influente sobre a maioria das medidas biométricas apresentando co-variação com a largura, diâmetro de Feret, área e perímetro. A circularidade, por outro lado, foi a variável que se mostrou independente do tamanho, tendo apresentado elevados valores para o grupo composto por minúsculos otólitos de Pleuronectiformes. Frequentemente o crescimento do otólito é correlacionado com o crescimento somático e espera-se que peixes de crescimento mais rápido e que atinjam grande tamanho tenham um perfil de otólito mais triangular (MUNDAY *et al.*, 2011). A razão disso é o fato de que a deposição dos cristais de carbonato de cálcio nos otólitos não ocorre de maneira uniforme ao redor do otólito. O crescimento geralmente ocorre mais rapidamente em um dos eixos, resultando em otólitos mais alongados (GAGLIANO & McCORMICK, 2004; GREEN *et al.*, 2009).

Os otólitos de *M. furnieri*, *O. ruber* e *P. brasiliensis* apresentaram crescimento diretamente associado ao crescimento somático, com indivíduos de maior tamanho apresentando maiores otólitos. Estudos relatam que o crescimento somático e o crescimento do otólito podem acontecer separadamente em algum momento da ontogenia (MOSEGAARD *et al.*, 1988; SECOR & DEAN, 1989; WRIGHT *et al.*, 1990; FEY, 2006) e isso pode ocorrer por “efeito de crescimento” pelo qual os otólitos

de peixes de crescimento lento em um determinado tamanho são maiores do que os otólitos de peixes de crescimento rápido de mesmo tamanho (TEMPLEMAN & SQUIRES, 1956), pois segundo WORTHMANN (1979), peixes com desenvolvimento mais lento tem os maiores otólitos por haver mais tempo para a deposição dos cristais de carbonato de cálcio. No presente estudo, peixes com a mesma faixa de tamanho (e.g., *S. tessellatus*, *S. rastrifer* e *P. punctatus*) apresentam otólitos de tamanhos bem distintos, com *S. tessellatus* apresentando otólitos de aproximadamente 2 mm (independente do tamanho do peixe), enquanto *P. punctatus* e *S. rastrifer* apresentam otólitos com tamanhos entre 5 e 6 mm, respectivamente. No caso de *T. lepturus*, que foi registrado com tamanhos entre 270 e 440 mm de Ct, o tamanho dos otólitos foi constante em torno de apenas 3mm.

É conhecido que existe uma relação entre o nicho ecológico e o tamanho relativo dos *sagittae* e isto tem sido relacionado às adaptações a fatores ambientais (PAXTON, 2000; PARMENTIER *et al.*, 2001) e às diferentes estratégias de comunicação (RAMCHARITAR *et al.*, 2001; CRUZ & LOMBARTE, 2004; LOMBARTE & CRUZ, 2007). Para espécies com otólitos de tamanho reduzido como *T. lepturus*, *S. rastrifer* e *P. punctatus*, observou-se um acentuado aumento na área do olho à medida que aumenta o tamanho do otólito. Isso pode indicar um aumento da capacidade visual em detrimento da diminuição na capacidade auditiva e sensorial não visual (LOMBARTE *et al.*, 2003). Para peixes de otólitos robustos, como *M. furnieri* e *O. ruber*, a relação entre o tamanho do otólito e a área do olho apresentou diferentes tendências. Enquanto *M. furnieri* apresentou um aumento no tamanho do olho à medida que o otólito cresce a maioria das espécies não apresentou esse padrão, provavelmente devido a pouca variabilidade de tamanho dos indivíduos.

Há uma correspondência entre otólitos relativamente grandes e espécies que emitem som, favorecendo a comunicação acústica (LUCZKOVICH *et al.*, 1999; HOLT, 2002). Os cianídeos (drums ou croakers) e hemulídeos (grunts) são caracterizados por se especializarem nesse tipo de comunicação. Os cianídeos, que apresentam músculos sonoros bem desenvolvidos associados à bexiga gasosa (MOULTON, 1963), usam o som como parte do comportamento reprodutivo (LUCZKOVICH *et al.*, 1999, 2000; RAMCHARITAR *et al.*, 2001; HOLT, 2002). Os músculos sonoros são especialmente desenvolvidos em torno da bexiga gasosa dos peixes e são capazes de produzir sons por meio de um contato rítmico raspando com as mandíbulas faríngeas ou batendo com as

barbatanas peitorais (KASUMYAN, 2008). Esse é o caso da corvina e muitos outros cieniídeos, mas a literatura diz que muitas espécies com otólitos grandes são espécies de águas profundas, turvas ou de hábitos noturnos (PAXTON, 2000; RAMCHARITAR *et al.*, 2006; LOMBARTE & CRUZ, 2007; COLMENERO *et al.*, 2010). Nestas espécies, a redução do campo visual, devido à perda de luz ambiental, é compensada por sistemas sensoriais alternativos como os mecanorreceptores e quimiorreceptores (LOMBARTE & FORTUÑO, 1992; WARRANT & LOCKET, 2004).

A análise da forma dos otólitos mostrou uma clara divisão entre os peixes que habitam a Baía de Sepetiba e, embora sejam todos habitantes da baía, existe entre eles uma diferença no tipo de hábito e modo de vida. A forma dos otólitos revelou que a assembléia de peixes da Baía de Sepetiba é composta por espécies bentopelágicas e pelágico-neríticas como *Trichiurus lepturus* e *Cetengraulis edentulus*, respectivamente, que apresentam o *rostra* proeminente, e também por espécies demersais, como *Micropogonias furnieri*, *Menticirrhus americanus* e os Pleuronectiformes que apresentam otólitos com o *rostra* ausente. Nesse estudo, não foram abordadas eventuais diferenças entre os sexos das espécies, uma vez que o descarte da pesca de camarão é formado por peixes de pequeno tamanho, o que torna muito difícil (muitas vezes impossível) a identificação do sexo através das gônadas. Além disto, uma vez que os otólitos mudam de forma durante a ontogenia dos peixes, estabilizando depois que atinge a maturação sexual, é interessante considerar uma futura repetição desse trabalho com peixes adultos, ou abrangendo uma larga faixa de tamanhos, para verificar se as espécies se dividiriam da mesma forma nos grupos. Com otólitos maiores, seria possível também averiguar a razão otólito/*sulcus acusticus*, que é um dado bastante importante também para análises ecomorfológicas. No entanto, a existência de um padrão ecomorfológico nos otólitos da população íctica da Baía de Sepetiba encontrada neste trabalho corrobora a validade sobre a relação da forma dos otólitos com o modo de vida das espécies. Conclui-se, portanto, que os otólitos dos peixes da Baía de Sepetiba se dividiram em nove grupos segundo as séries de Fourier indicando a variabilidade no uso do habitat e influencias filogenéticas. No entanto, além das definições dos morfotipos, são necessários estudos adicionais que consideram a forma, e as relações entre os otólitos e outras estruturas morfológicas, como foi realizado no presente estudo e que apresentou interessantes particularidades de variação espécie-específica.

**Referências Bibliográficas:**

- AGUIRRE, W. E. (2003). Allometric growth of the sulcus in *Cynoscion* spp. (Sciaenidae). *J. Fish. Biol.* 63: 1341–1346.
- AGUIRRE, H. & LOMBARTE, A. (1999). Ecomorphological comparison of *sagittae* of *Mullus barbatus* and *M. surmuletus*. *J. Fish. Biol.* 55:105–114.
- ARAÚJO, F. G. ; CRUZ-FILHO, A G. ; AZEVEDO, M. C. C. ; SANTOS, A. C. A. A. (1998). Estrutura da comunidade de peixes demersais da Baía de Sepetiba, RJ. *Rev. Brasil. Biol.* 58: 417–430.
- ASSIS, C. A. (2003). The lagenar otoliths of teleosts: their morphology and its application in species identification, phylogeny and systematics. *J. Fish. Biol.* 62:1268–1295.
- ASSIS, C. A. (2005). The utricular otoliths, *lapilli*, of teleosts: their morphology and relevance for species identification and systematic studies. *Sci. Mar.* 69:259–273.
- ASSIS, C. A., (2007). A análise da morfologia dos otólitos em biologia pesqueira. Novas tecnologias no estudo de otólitos e suas aplicações no âmbito da biologia marinha e pesqueira. Livro de Resumos, CIIMAR (Porto) pág. 4.
- BEGG, G. A.; CAMPANA, S. E.; FOWLER, A. J. & SUTHERS, I. M. (2005). Otolith research and application: current directions in innovation and implementation. *Mar. Fresh. Res.* 56:477–483.
- BENZINO, A.; CARBINI, S.; NASREDDINE, K.; ELLEBOODE, R. & MAHE, K. (2013). Discriminating stocks of striped red mullet (*Mullus surmuletus*) in the Northwest European seas using three automatic shape classification methods. *Fish. Res.* 143: 153–160.
- BERGENIUS, M. A. J.; MAPSTONE, B. D.; BEGG, G. A. & MURCHIE, C. D. (2005). The use of otolith chemistry to determine stock structure of three epinepheline

serranid coral reef fishes on the Great Barrier Reef, Australia. *Fisheries Research* 72: 253–270.

CADRIN, S. X. & FRIEDLAND, K. V. (1999). The utility of image processing techniques for morphometric analysis and stock identification. *Fish. Res.* 43:129–139.

CAMPANA, S. E. (2004). *Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean*. Ottawa: NRC Res. Press. 284 p.

CAMPANA, S. E. (2005). Otolith science entering the 21st century. *Mar.Freshw. Res.* 56:485–495.

CAMPANA, S. E.; NEILSON, J. D. (1985). Microstructure of fish otoliths. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 1014–1032.

CAPOCCIONI, F.; COSTA, C.; AGUZZI, J.; MENESATTI, P.; LOMBARTE, A. & CICCOTTI, E. (2011). Ontogenetic and environmental effects on otolith shape variability in three Mediterranean European eel (*Anguilla anguilla*, L.) populations. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 397: 1–7.

COLMENERO, A. I.; AGUZZI, J.; LOMBARTE, A. & BOZZANO, A. (2010). Sensory constraints in temporal segregation in two species of anglerfish, *Lophius budegassa* and *L. piscatorius*. *Marine Ecology Progress Series*, 416: 255–265.

CRUZ, A. & LOMBARTE, A. (2004). Otolith size and its relationship with colour patterns and sound production. *Journal of Fish Biology* 65: 1512–1525.

DUARTE-NETO, P.; LESSA, R.; STOSIC, B. & MORIZE, E. (2008). The use of sagittal otoliths in discriminating stocks of common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) off northeastern Brazil using multishape descriptors. *ICESJ Mar. Sci.* 65:1144–1152.

FEY, D. P. (2006). The effect of temperature and somatic growth on otolith growth: the discrepancy between two clupeid species from a similar environment. *Journal of Fish Biology* 59: 197–242.

ELEUTÉRIO, C. L. T. (2008). Crescimento, idade e mortalidade do congro rosa *Genypterus brasiliensis* (Regan, 1903) na região sudeste e sul do Brasil. Tese Mestrado. Instituto de Pesca, São Paulo. 60 p.

GAGLIANO, M. & McCORMICK, M. I. (2004). Feeding history influences otolith shape in tropical fish. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 278:291–296.

GAULDIE, R. W. (1988). Function, form and time-keeping properties of fish otoliths. *Camp. Biochem. Physiol.* 91: 395–402.

GAULDIE, R. W. & CRAMPTON, J. S. (2002). An eco-morphological explanation of individual variability in the shape of the fish otolith: comparison of the otolith of *Hoplostethus atlanticus* with other species by depth. *J. Fish. Biol.* 60:1204–1221.

GREEN, B. S.; MAPSTONE, B. D.; CARLOS, G. & BEGG, G. A. (2009). Tropical fish otoliths: information for assessment, management and ecology. Springer, Dordrecht. 313p.

GUEDES, A. P. P. & ARAÚJO, F. G. (2008). Trophic resource partitioning among five flatfish species (Actinopterygii, Pleuronectiformes) in a tropical bay in southeastern Brazil. *Journal of Fish Biology* 72: 1035–1054.

HOLT, S. A. (2002). Intra- and inter-day variability in sound production by red drum (*Sciaenidae*) at a spawning site. *Bioacoustics* 12: 227–229.

IWATA, H. & UKAI, Y. (2002). Shape: a computer program package for quantitative evaluation of biological shapes based on elliptic Fourier descriptors. *J. Hered* 93:384–385.

JARAMILO, A. M.; TOMBARIS, A. D.; DURA, V. B.; RODRIGO, M. E. & VOLPEDO, A.V. (2014). Otolith eco-morphological patterns of benthic fishes from the coast of Valencia (Spain). *Thalassas* 30: 57–66.

KASUMYAN, A. O. (2008). Sounds and Sound Production in Fishes, *J. Ichthyol.* 48: 981–1030.

LADICH, F. & POPPER, A. N. (2004). Parallel evolution in fish hearing organs. In: Manley, G. A.; Popper, A. N. & Fay, R. R. (eds) *Evolution of the Vertebrate Auditory System*. New York: Springer-Verlag, pp. 95–127.

LLEONART, J.; SALAT, J. & TORRES, G. J. (2000). Removing Allometric Effects of Body Size in Morphological Analysis. *Journal of theoretical biology.* 205: 85-93.

LOMBARTE, A. (1992). Changes in otolith area: sensory area ratio with body size and depth. *Env. Biol. Fish.* 33: 405–110.

LOMBARTE, A. & CASTELLÓN, A. (1991). Interspecific and intraspecific variability in the genus *Merluccius* as determined by image analysis. *Can. J. Zool.*, 69: 2442–2449.

LOMBARTE, A. & FORTUNO, J. M. (1992). Differences in morphological features of the sacculus of the inner-ear of two hakes (*Merluccius capensis* and *M. paradoxus*, Gadiformes) inhabits from different depth of sea. *Journal of Morphology, Planegg*, 214: 97–107.

LOMBARTE, A.; TORRES, G. J. & MORALES-NIN, B. (2003). Specific *Merluccius* otolith growth patterns related to phylogenetics and environmental factors. *J. Mar. Biol. Assoc UK* 83:277–281.

LOMBARTE, C. & CRUZ, A. (2007) Otolith size trends in marine fish communities from different depth strata. *J. Fish .Biol .* 71:53–76.

LOMBARTE, A.; PALMER, M.; MATALANAS, J.; GÓMEZ-ZURITA, J. & MORALES-NIN, B. (2010). Ecomorphological trends and phylogenetic inertia of otolith *sagittae* in Nototheniidae. *Env. Biol .Fish.* 89: 607–618.

LUCZKOVICH, J. J.; SPRAGUE, M. W.; JOHNSON, S. E. & PULLINGER, R. C. (1999). Delimiting spawning areas of weakfish *Cynoscion regalis* (family Sciaenidae)

in Pamlico Sound, North Carolina using passive hydroacoustic surveys. *Bioacoustics*, Bicester, 10: 143–160.

LUCZKOVICH, J. J.; DANIEL III, H. J.; HUTCHINSON, M.; JENKINS, T.; JOHNSON, S. E.; PULLINGER, R. C. & SPRAGUE, M. W. (2000). Sounds of sex and death in the sea: bottlenose dolphin whistles suppress mating choruses of silver perch. *Bioacoustics* 10: 323–334.

LYCHAKOV, D. V.; REBANE, Y. T.; LOMBARTE, A.; FUIMAN, L. A. & TAKABAYASHI, A. (2006). Fish Otolith asymmetry: morphometry and modelling. *Hearing Research*, 219: 1–11.

LYCHAKOV, D. V.; REBANE, T. Y.; LOMBARTE, A.; DEMESTRE, M. & FUIMAN, L., (2008). Saccular otolith mass asymmetry in adult flatfishes. *Journal of Fish Biology*, 72: 2579–2594.

MOLLO, S. M. (1981). Otolitos de peces de la laguna Chascomús (Provincia de Buenos Aires). Análisis y consideraciones para su identificación em estudios tróficos. *Limnobiología*. 2:253–263.

MORALES-NIN, B. (2000). Review of the growth regulation processes of otolith daily increment formation. *Fish. Res.* 46: 53–67.

MOSEGAARD, H.; SVEDÄNG, H. & TABERMAN, K. (1988). Uncoupling of somatic and otolith growth rates in Arctic char (*Salvelinus alpinus*) as an effect of differences in temperature response – *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 1514–1524.

MOULTON, J. M. (1963). Acoustic behaviour of fishes. In *Acoustic Behaviour of Animals* (Busnel, R. G., ed.), Amsterdam: Elsevier pp. 655–693.

MURTA, A. G; PINTO, A. L. & ABAUNZA, P. (2008). Stock identification of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) through the analysis of body shape. *Fisheries Research* 89: 152–158.

MUNDAY, P. L.; HERNAMAN, V.; DIXSON, D. L. & THORROLD, S. R. (2011a). Effect of ocean acidification on otolith development in larvae of a tropical marine fish. *Biogeosciences* 8:1631–1641.

PARISI-BARADAD, V.; LOMBARTE, A.; GARCIA-LADONA, E.; CABESTANY, J.; PIERA, J. & CHIC, O. (2005). Otolith shape contour analysis using affine transformation invariant wavelet transforms and curvature scale space representation. *Mar. Fresh. Res.* 56:795–804.

PARMENTIER, E.; VANDEWALLE, P. & LAGARDÈRE, F. (2001). Morpho-anatomy of the otic region in carapid fishes: eco-morphological study of their otoliths. *J. Fish. Biol.* 58, 1046–1061.

PAXTON, J. R. (2000). Fish otoliths: do sizes correlate with taxonomic group, habitat and/or luminescence? *Philosophical Transactions of the Royal Society* 355A, 1299–1303.

PONTON, D. (2006). Is geometric morphometrics efficient for comparing otolith shape of different fish species? *J. Morphol.* 267:750–757.

POPPER, A. N. & COOMBS, S. (1982). The morphology and evolution of the ear in Actinopterygian fishes. *Amer. Zool.* 22:311–328.

POPPER, A. N. & PLATT, C. (1993). Inner ear and lateral line of bony fishes. In: *The Physiology of Fishes* (Evans, D.H., ed.), pp. 99–136. Boca Raton, FL: CRC Press.

POPPER, A. N. & LU, Z. (2000). Structure-function relationships in fish otolith organs. *Fish. Res.* 46:15–25.

POPPER, A. N.; FAY, R. R.; PLATT, C. & SAND, O. (2003). Sound detection mechanisms and capabilities of teleost fishes. In: Collin, S. P. & Marshall, N. J. (eds) *Sensory processing in aquatic environments*. SpringerVerlag, New York, p 3–38.

RAMCHARITAR, J.; HIGGS, D. M.; POPPER, A. N. (2001). Sciaenid inner ears: a study in diversity. *Brain Behavior and Evolution*, Basel, 58: 152–162.

RAMCHARITAR, J. U.; DENG, X.; KETTEN, D. & POPPER, A. N. (2004). Form and function in the unique inner ear of a teleost: the silver perch (*Bairdiella chrysoura*) J. *Comp. Neurol.* 475:531–539.

RAMCHARITAR, J.; GANNON, D. P. & POPPER, A. N. (2006). Bioacoustics of the fishes of the Family Sciaenidae (croakers and drums). *Trans. Am. Fish. Soc.*, 135: 1409–1431.

RAMIREZ-PEREZ, J. S.; QUINONEZ-VELAZQUEZ, C.; GARCIA-RODRIGUEZ, F. J.; FELIX-URAGA, R. & MELO-BARRERA, F. N. (2010). Using the shape of *sagitta* otoliths in the discrimination of phenotypic stocks in *Scomberomorus sierra* (Jordan and Starks, 1895). *J. Fish . Aquat. Sci .* 5:82–93.

REICHENBACHER, B.; KAMRANI, E.; ESMAEILI, H. R. & TEIMORI, A. (2009). The endangered cyprinodont *Aphanius ginaonis* (Holly, 1929) from southern Iran is a valid species: Evidence from otolith morphology. *Env. Biol. Fish.* 86:507–521.

ROBERT, R.; BORZONE C. A. & NATIVIDADE, C. D. (2007). Os camarões da fauna acompanhante na pesca dirigida ao camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) no litoral do Paraná. *B. Inst. Pesca, São Paulo*, 33: 237–246.

SADIGHZADEH, Z.; OTERO-FERRER, J. L.; LOMBARTE, A.; FATEMI, M. R. & TUSET, V.M. (2014). An approach to unraveling the coexistence of snappers (*Lutjanidae*) using otolith morphology. *Sci. Mar.* 78:353–362.

SANTOS, R. S. ; AZEVEDO, M. C. C.; ALBUQUERQUE, C. Q. & ARAÚJO, F. G. (2017). Different *sagitta* otolith morphotypes for the whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* in the Southwestern Atlantic coast. *Fisheries Research* 195: 222–229.

SANTOS, R. S. ; COSTA, M. R. & ARAÚJO, F. G. (2017). Age and growth of the white croaker *Micropogonias furnieri* (Perciformes: Sciaenidae) in a coastal area of Southeastern Brazilian Bight. *Neotropical Ichthyology*. Maringá, 15(1): e160131.

SANZ-ECHEVERRÍA, J. (1950). Notas sobre otolitos de peces procedentes de las costas Del Sahara. Segunda Parte. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 27: 1–14.

SCHULZ-MIRBACH, T.; HEß, M. & PLATH, M. (2011a). Inner ear morphology in the Atlantic molly *Poecilia mexicana* - first detailed microanatomical study of the inner ear of a cyprinodontiform species. *PLoS ONE* 6, e27734.

SCHULZ-MIRBACH, T.; LADICH, F.; PLATH, M.; METSCHER, B. D. & HEß, M. (2014). Are accessory hearing structures linked to inner ear morphology? Insights from 3D orientation patterns of ciliary bundles in three cichlid species. *Front. Zool.*, 11: 25.

SECOR, D. H.; DEAN, J. M.; LABAN, E. H. (1991). Manual for otolith removal and preparation for microstructural examination. New York: Electric Power Research Institute / Belle Baruch Institute for Marine Biology and Coastal Research. 85p.

SECOR, D. H.; DEAN, J. M. & LABAN, E. H. (1992). Otolith removal and preparation for microstructural examination. In *Otolith Microstructure Examination and Analysis* (Stevenson, D. K. & Campana, S. E., eds), pp. 19–57. Ottawa: Department of Fisheries and Oceans.

SECOR D. H. & DEAN J. M. (1989). Somatic growth effects on the otolith-fish size relationship in young pond-reared striped bass, *Morone saxatilis*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46: 113–121.

SOARES, D. & NIEMILLER, M. L. (2013). Sensory adaptations of fishes to subterranean environments. *BioScience* 63: 274–283.

STATSOFT, INC. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

STRANSKY, C.; MURTA, A. G.; SCHLICKEISEN, J. & ZIMMERMANN, C. (2008). Otolith shape analysis as a tool for stock separation of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Northeast Atlantic and Mediterranean. *Fish Res* 89: 159–166.

TEMPLEMAN, Y. & H. J. SQUIRES (1956). Relationship of otolith lengths and weights in the haddock, *Melanogrammus aeglefinus* (L.) to the rate of growth of the fish. *J. Fish. Res. Bd Can.* 13:467–487.

TUSET, V. (2000). Morfología del otolito *sagitta* y determinación del crecimiento en especies del género *serranus* (osteichthyes, serranidae). Tesis de Doctorado, Universidad de La Laguna. Las Palmas, España.

TUSET, V. M.; LOZANO, I. J.; GONZALEZ, J. A.; PERTUSA, J. F. & GARCIA-DIAZ, M. M. (2003b). Shape indices to identify regional differences in otolith morphology of comber, *Serranus cabrilla*. *Journal of Applied Ichthyology* 19, 88–93.

TUSET, V. M.; LOMBARTE, A. & ASSIS, C. A. (2008). Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72(S1): 7–198.

TUSET, V.; PIRETTI, S.; LOMBARTE, A. & GONZALEZ, J. A. (2010). Using sagittal otoliths and eye diameter for ecological characterization of deep-sea fish: *Aphanopus carbo* and *A. intermedius* from NE Atlantic waters. *Scientia Marina*. 74: 807–814.

TUSET, V. M.; IMONDI, R.; AGUADO, G.; OTERO-FERRER, J. L.; SANTACHI, L.; LOMBARTE, A. & LOVE, M. (2015). Otolith patterns of rockfishes from the Northeastern Pacific. *Journal of Morphology* 276, 458–469.

VERGARA-SOLANA, F. J.; GARCIA-RODRIGUEZ, F. J. & DE LA CRUZ-AGUERO, J. (2013). Interspecific comparison of growth and shape within *Diapterus* (Gerreidae: Perciformes): a geometric morphometric approach. *Journal of Ichthyology*, 3: 445–454.

VOLPEDO, A. V. (2001). Estudio de La morfometría de lassagitta em poblaciones de sciaenidos marinos de aguas cálidas Del Perú y aguas templado-frías de Argentina. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, Argentina. 186 pp.

VOLPEDO, A. V. & ECHEVERRÍA D. D. (2003). Ecomorphological patterns of the *sagitta* in fish on the continental shelf off Argentina. *Fish Res.* 600:551–560.

VOLPEDO, A. V.; TOMBARI, A. D. & ECHEVERRÍA, D. D. (2008). Ecomorphological patterns of the *sagitta* of Antarctic fish. *Polar Biol.* 31, 635–640.

VOLPEDO, A. V. & FUCHS, D. (2010). Ecomorphological patterns of the *lapilli* of *Paranoplatense siluriforms* (South America). *Fish. Res.* 102:160–165.

WARRANT, E. J. & LOCKET, N. A. (2004). Vision in the deep sea. *Biol. Rev.* 79, pp. 671–712.

WRIGHT, P. J.; METCALFE, N. B. & THORPE, J.E. (1990). Otolith and somatic growth rates in Atlantic salmon parr, *Salmo salar* L.: evidence against coupling. *J. Fish. Biol.* 36: 241–249.

WILSON, R. R. JR. (1985). Depth-related changes in *sagitta* morphology in six Macrourid Fishes of the Pacific and Atlantic Oceans. *Copeia* 1985:1011–1017.

WORTHMANN, H. (1979). A relação entre o desenvolvimento do otólito e o crescimento do peixe como auxílio na distinção de populações de Pescada (*Plagioscion squamosissimus*). *Acta Amazônica*, 9 (3): 573–586.

YAMAUCHI, M.; TANAKA, J. & HARADA, Y. (2008). Comparative study on the morphology and the composition of the otoliths in the teleosts. *Acta Otolaryngol* 128: 846–855.

### **Capítulo 3**

Ecomorfologia de espécies que compõem a assembléia de peixes de uma baía tropical do sudeste do Brasil

## Ecomorfologia de espécies que compõem a assembléia de peixes de uma baía tropical do sudeste do Brasil

**Resumo:** Foram aplicadas técnicas ecomorfológicas sobre alguns peixes da Baía de Sepetiba. O objetivo foi detectar eventuais atributos ecomorfológicos preditores dos grupos de espécies que utilizam os recursos disponíveis neste sistema costeiro semifechado. A hipótese testada é que as espécies se diferenciam quanto à forma e uso dos recursos do local, visando utilizar os diferentes recursos disponíveis, facilitando a coexistência e seguindo assim a teoria do limite de similaridade. Durante os meses de setembro, outubro e novembro de 2017, os peixes que constituem o descarte da pesca de camarão na baía foram coletados semanalmente. A ictiofauna acompanhante, composta principalmente por indivíduos de pequeno porte (subadultos), compreendeu 22 espécies, das quais as 14 mais abundantes foram selecionadas para o presente trabalho. Treze medidas morfométricas foram tomadas para o cálculo de 10 atributos ecomorfológicos, os quais foram utilizados para interpretação dos hábitos de vida e compreensão das adaptações e diferentes usos do habitat. A análise de agrupamento sobre os dados ecomorfológicos proporcionou a identificação de 8 grupos. O primeiro grupo foi compreendido por três espécies de Sciaenidae (*Micropogonias furnieri*, *Menticirrhus americanus*, *Paralonchurus brasiliensis*); o segundo foi formado por dois Gerreidae (*Eucinostomus argenteus*, *Eucinostomus gula*); o terceiro foi formado por um Sciaenidae (*Steliffier rastrifer*) e um Serranidae (*Diplectrum radiale*); o quarto foi formado por um Haemulidae (*Orthopristes ruber*) e um Ariidae (*Cathorops spixii*); o quinto grupo foi formado apenas por um Engraulidae (*Cetengraulis edentulus*); o sexto grupo foi formado apenas por um Triglidae (*Prionotus punctatus*); o sétimo foi formado por um Paralichthyidae (*Citharichthys spilopterus*); o oitavo grupo foi formado por outro Paralichthyidae (*Etropus crossotus*) e um Achiridae (*Achirus lineatus*). A análise de Componentes Principais aplicada aos atributos ecomorfológicos permitiu a identificação dos caracteres que diferenciam as espécies através dos três primeiros eixos com 76,49% da variação explicada. Os atributos ecomorfológicos que mais influenciaram na divisão dos grupos foram índice de compressão (IC), índice de compressão do pedúnculo caudal (ICPCd), altura relativa (AR), posição relativa do olho (PRO) e comprimento relativo da cabeça (CRC). Os peixes que mais se destacaram nesta análise foram os Pleuronectiformes (com corpos mais altos e mais comprimidos lateralmente) e os Scorpaeniformes (com olhos posicionados dorsalmente), demonstrando diferentes maneiras de explorar o ambiente. Uma repartição no uso dos recursos disponíveis pela ictiofauna sugerida neste estudo, indica que as espécies possuem diferentes adaptações ao ambiente, possibilitando a coexistência entre elas, com indicações que seguem o princípio do limite de similaridade.

**Palavras chave:** morfometria, atributos ecomorfológicos, peixes costeiros, Baía de Sepetiba.

Ecomorphology of species that make up the fish assemblage of a tropical bay in southeastern Brazil

**Abstract:** Ecomorphological techniques were applied on some fish from Sepetiba Bay. The objective was to detect possible predictive ecomorphological attributes of the groups of species that use the resources available in this semi - closed coastal system. The hypothesis tested is that the species differ in the form and use of the resources in local scale, aiming to use the different available resources, facilitating the coexistence and following the similarity limit theory. During the months of September, October and November of 2017, the fish that constitute the discard of shrimp fishing in the bay were collected weekly. The accompanying ichthyofauna, composed mainly of small individuals (subadults) and comprised 22 species, of which the 14 most abundant were selected for the present study. Thirteen morphometric measurements were taken for the calculation of 10 ecomorphological attributes, which were used to interpret life habits and comprehension of adaptations and different habitat uses. The cluster analysis on the ecomorphological data provided the identification of 8 groups. The first group was comprised of three species of Sciaenidae (*Micropogonias furnieri*, *Menticirrhus americanus*, *Paralichthys brasiliensis*); the second was formed by two Gerreidae (*Eucinostomus argenteus*, *Eucinostomus gula*); the third was formed by a Sciaenidae (*Steliffier rastrifer*) and a Serranidae (*Diplectrum radiale*); the fourth was formed by a Haemulidae (*Orthopristes ruber*) and an Ariidae (*Cathorops spixii*); the fifth group was formed only by an Engraulidae (*Cetengraulis edentulus*); the sixth group was formed only by a Triglidae (*Prionotus punctatus*); the seventh was formed by a Paralichthyidae (*Citharichthys spilopterus*); the eighth group consisted of another Paralichthyidae (*Etropus crossotus*) and an Achiridae (*Achirus lineatus*). The Principal Components Analysis applied to the ecomorphological attributes allowed the identification of the characters that differentiate the species through the first three axes with 76.49% of the variation explained. The ecomorphological attributes that most influenced the division of the groups were compression index (CI), caudal peduncle compression index (ICPCd), relative height (RA), relative eye position (PRO) and relative head length (CRC). Therefore, the fish that has most different pattern in this analysis were the Pleuronectiformes (with higher bodies and more laterally compressed) and the Scorpaeniformes (with dorsally positioned eyes), demonstrating different ways to explore the environment. A distribution in the use of the available resources by the ichthyofauna suggested in this study, indicates that the species have different adaptations to the environment, allowing the coexistence, with indication that follow the similarity limiting principle.

**Key words:** morphometry, ecomorphological attributes, coastal fish, Sepetiba Bay.

## Introdução

A ecomorfologia é o ramo da ecologia que associa a morfologia dos indivíduos aos aspectos ecológicos e fundamenta-se na ideia de que as diferenças morfológicas existentes entre as espécies podem estar associadas à ação de diferentes pressões ambientais e biológicas por elas sofridas (BALON *et al.*, 1986; IRSCHICK & LOSOS, 1999). A base teórica da ecomorfologia foi estabelecida por Darwin, quando escreveu sobre a adaptação dos organismos ao ambiente, ou seja, relações de forma e função (BREDA *et al.*, 2005). Diversos aspectos do nicho ecológico de uma espécie podem ser inferidos a partir de caracteres morfológicos. Acredita-se que padrões de composição e estrutura de comunidades resultem, em larga escala, primariamente das respostas dos organismos ao ambiente físico, onde as variações abióticas dominantes atuam como uma peneira fisiológica, assumindo um papel vital na estruturação da comunidade, enquanto as interações bióticas refinam a distribuição das espécies dentro desta (SANDERS, 1969; MENGE & OLSON, 1990). Isso significa que os componentes morfológicos são importantes para entender a estrutura de uma comunidade, já que representam adaptações aos mais variados componentes ecológicos, como a estrutura do habitat (VITT *et al.*, 1997; VANHOOYDONCK *et al.*, 2000) e o comportamento (IRSCHICK, 2002).

O formato corporal das espécies é o principal componente do fenótipo de um organismo que influencia suas atividades de forrageamento, locomoção, reprodução e sobrevivência à predação (GUILL *et al.*, 2003; CASATTI & CASTRO, 2006). Os atributos ecomorfológicos, segundo WAINWRIGHT & RICHARD (1995), podem demonstrar padrões de relação entre a morfologia de peixes e o uso dos recursos do ambiente. Ultimamente o foco principal tem sido a relação entre forma e o padrão do corpo na predação, que é uma excelente ferramenta na análise de padrões de uso dos recursos ambientais por peixes teleósteos, além de favorecer a compreensão do nicho realizado (WATSON & BALON, 1984; WAINWRIGHT & RICHARD, 1995; WAINWRIGHT & BELLWOOD, 2002; NYBAKKEN & BERTNESS, 2005; COSTA & CATAUDELLA, 2007; HERLER, 2007; FAYE *et al.*, 2012). Segundo WAINWRIGHT *et al.* (2002), em ambientes estruturalmente complexos, o desempenho na natação e a importância da orientação do corpo têm sido destacados com importantes implicações para o uso do habitat e outros aspectos de sua ecologia.

Os peixes desenvolveram várias estruturas relacionadas com processos de locomoção, respiração e alimentação formando o grupo de vertebrados mais capacitados a colonizar todos os ambientes aquáticos (FREIRE & AGOSTINHO, 2001). Por participarem ativamente na estrutura das comunidades através dos processos de predação, competição e territorialidade, são membros importantes do ambiente marinho (MENGE & SUTHERLAND, 1976) e constituem o maior número de vertebrados, com cerca de 32.000 espécies (NELSON *et al.*, 2016). Cada espécie apresenta requerimentos específicos quanto ao habitat que ocupa e o modo como utiliza os recursos disponíveis, portanto, a interação de aspectos biológicos e físicos deve influenciar fortemente sua permanência no ambiente e a composição final de uma comunidade. Estes requerimentos específicos, relacionados aos aspectos funcionais, possibilitam caracterizar ecologicamente os indivíduos e podem ser estudados através do emprego de índices morfológicos e biométricos denominados atributos ecomorfológicos. Estes atributos expressam características do indivíduo em relação ao seu meio e podem ser interpretadas como indicadores de hábitos de vida ou de adaptações das espécies à ocupação e utilização de diferentes habitats e seus recursos, ou seja, as formas das nadadeiras, do corpo e da boca, influenciam a performance do peixe (WATSON & BALON, 1984; WINEMILLER, 1991, 1992; PERES-NETO, 1999; PALMEIRA & MONTEIRO-NETO, 2010; ASSUMPCÃO *et al.*, 2012; SOARES *et al.*, 2013).

As frotas camaroeiras do sudeste e do sul do Brasil são as mais numerosas do país e capturam um grande número de organismos juntamente com o camarão, devido à grande biodiversidade local e à baixa seletividade das redes utilizadas. Redes grandes, pesadas e de malha fina, são arrastadas ao longo do fundo do oceano, recolhendo todas as formas de vida que estiverem no caminho (STRATOUDAKIES *et al.*, 2001). Alguns dos espécimes capturados são desembarcados e vendidos separadamente, agrupados por semelhança, ou totalmente comercializados na categoria de mistura. O restante é devolvido ao mar já sem vida ou com poucas chances de sobrevivência, o que pode representar um problema para o ecossistema em si, uma vez que esses indivíduos foram privados de se reproduzirem e de contribuírem com a perpetuação de suas espécies. Teleosteos juvenis em grande quantidade são descartados gerando um grande impacto ecológico nas comunidades de peixes (HAIMOVICI & MENDONÇA, 1996). A diminuição do potencial de recrutamento, ocasionada por essa prática gera prejuízo significativo à biota marinha (CATTANI *et al.*, 2012). A baixa seletividade das redes

utilizadas, favorece a captura de uma fauna bastante diversificada composta por outros organismos, como crustáceos, moluscos, equinodermas e cnidários, nomeados de fauna acompanhante ou *bycatch* (RODRIGUES *et al.*, 1985; GRAÇA-LOPES *et al.*, 2002; BRANCO & FRACASSO, 2004; BRANCO & VERANI, 2006), além de destruir também os habitats destes organismos, pela desagregação e movimentação do sedimento (ALVERSON *et al.*, 1994).

Em vista da alta diversidade de espécies capturadas por essa modalidade de pesca, este trabalho tem como objetivos caracterizar os atributos ecomorfológicos dos peixes que compõem o descarte da pesca do camarão na Baía de Sepetiba e associá-los ao seu modo de vida, verificando quais atributos tem maior influência sobre as espécies. Pretendemos averiguar se através da ecomorfologia é possível separar os peixes da baía em grupos que possam ser associados aos diferentes meios de exploração do habitat.

### **Área de estudos**

A Baía de Sepetiba (Fig.1) limita-se a Norte e a Leste pelo continente, ao Sul pela Restinga da Marambaia e a Oeste pela Baía da Ilha Grande. Apresenta formato alongado com uma área de 520 Km<sup>2</sup>, cercada por diferentes habitats, incluindo manguezais, bancos de areia e pequenos estuários. A profundidade na maior parte da baía é < 5 m, e suas águas são ricas em nutrientes oriundos da drenagem continental (GUEDES & ARAÚJO, 2008). Vários rios e canais de drenagem deságuam na baía, o que ocasiona poluição por diversos efluentes. A maior contribuição de água doce é proveniente do Canal de São Francisco (Rio Guandu) que carrega águas originalmente desviadas do rio Paraíba do sul pelo sistema LIGHT-CEDAE, o qual é utilizado na geração de energia e fornecimento de água para o município do Rio de Janeiro, com fluxo médio de 70-150 m<sup>3</sup>seg<sup>-1</sup> (ARAÚJO *et al.*, 1998).

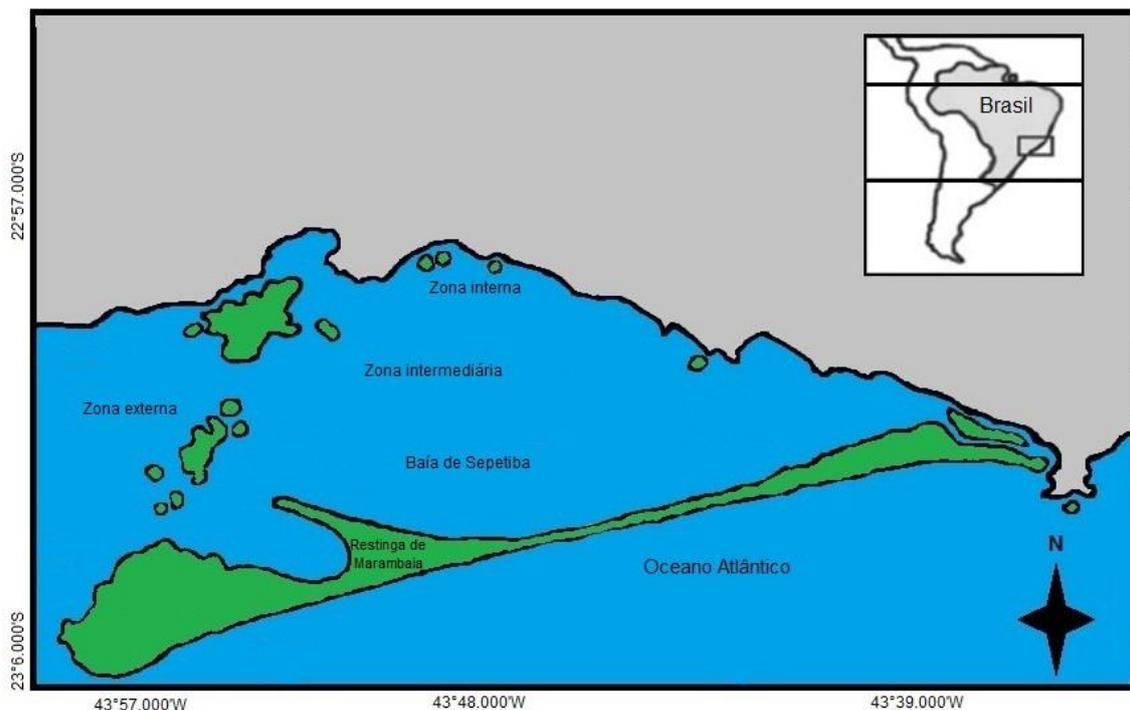


Fig.1- Área de estudos, Baía de Sepetiba.

### Amostragem

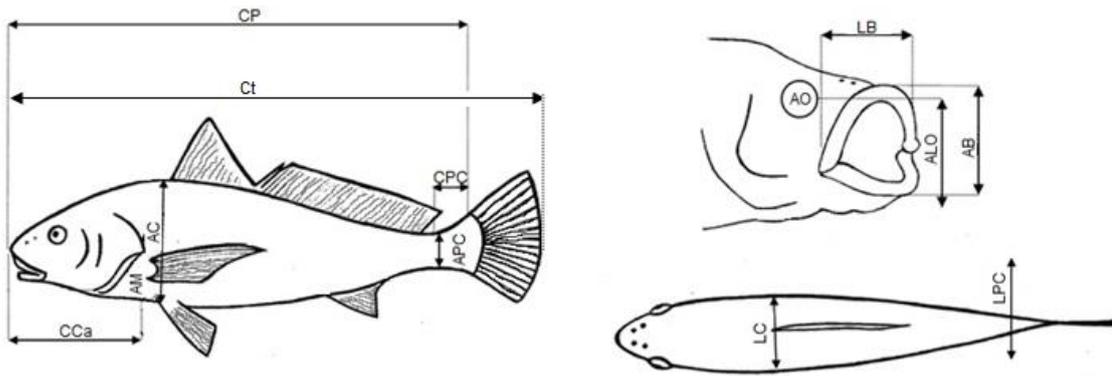
Os peixes utilizados nesse estudo foram provenientes do descarte da pesca de arrasto de camarão da baía de Sepetiba. As coletas foram realizadas semanalmente durante os meses de setembro, outubro e novembro de 2017. Algumas coletas não foram realizadas quando as condições de tempo foram desfavoráveis. O calendário de coletas seguiu de acordo com a disponibilidade dos pescadores em realizar os arrastos. O serviço de coleta dos peixes foi realizado pelos próprios pescadores do barco, que juntaram e armazenaram os mesmos após triagem para retirada dos camarões. Os peixes foram levados ao laboratório, onde passaram por triagem para contagem, separação e identificação das espécies. Foram selecionadas apenas as espécies com número superior a 12 indivíduos íntegros.

### Metodologia

Após esse procedimento foram realizadas 13 medidas morfométricas em cada indivíduo, para a identificação das diferenças morfológicas das espécies (Fig. 2). As medidas utilizadas foram tomadas de acordo com os trabalhos de WATSON & BALON

(1984), BALON *et al.*, (1986) e FREIRE & AGOSTINHO (2001). Abaixo, é apresentada a lista explicativa dessas medidas:

- Comprimento padrão (CP) - Distância da ponta do focinho ao final do pedúnculo caudal.
  - Altura do corpo (AC) - Maior distância dorso-ventral perpendicular ao maior eixo corpóreo.
  - Altura média do corpo (AM) - Distância do ventre até a linha que corta o corpo entre a boca e a cauda.
  - Largura do corpo (LC) - Maior largura do corpo lado a lado.
  - Comprimento da cabeça (CCa) - Distância entre a ponta do focinho e o final do opérculo.
  - Altura do olho (ALO) - Distância do centro do olho até o maxilar inferior.
  - Área do olho (AO)
  - Comprimento do pedúnculo caudal (CPC) - Distância entre o final da nadadeira anal até o início da caudal.
  - Altura do pedúnculo caudal (APC) - Altura do pedúnculo medida no mesmo ponto da largura.
  - Largura do pedúnculo caudal (LPC) - Largura do pedúnculo medida no seu ponto médio.
  - Largura da boca (LB) - Distância entre as partes laterais da boca totalmente aberta sem distender os músculos.
  - Altura da boca (AB) - Distância entre os lábios com a boca aberta sem distender os músculos.
  - Comprimento Total (CT) – Distância da ponta do focinho ao final da nadadeira caudal.
- Foram calculados as médias e o desvio padrão para os valores morfométricos de todas as espécies.



**Fig.2-** Representação esquemática das medidas morfométricas e as áreas calculadas (esquema: Rosa da Silva Santos). CP= comprimento padrão, AC= altura máxima do corpo, AM= altura média do corpo, LC= largura máxima do corpo, CPC= comprimento do pedúnculo caudal, APC= altura do pedúnculo caudal, LPC= largura do pedúnculo caudal, CCa= comprimento da cabeça, ALO= altura do olho, AB= altura da boca, LB= largura da boca, AO= área do olho.

### Atributos Ecomorfológicos

Os atributos ecomorfológicos foram calculados utilizando as medidas morfométricas para interpretação dos hábitos de vida e compreensão das adaptações e ocupação de diferentes habitats. Os 10 atributos analisados estão descritos abaixo:

- Índice de compressão (WATSON & BALON, 1984) -  $IC=AC/LC$ . Altos índices indicam peixes lateralmente comprimidos e habitantes de águas lânticas.
- Altura relativa (GATZ Jr, 1979) -  $AR=AC/CP$ . Atributo inversamente relacionado com ambientes de hidrodinamismo elevado e diretamente relacionado com a capacidade de desenvolver deslocamentos verticais.
- Comprimento relativo do pedúnculo caudal (WATSON & BALON,1984) -  $CRPCd=CPC/CP$ . Pedúnculos longos indicam bons nadadores, inclusive peixes bentônicos residentes em ambientes de hidrodinamismo elevado.
- Índice de compressão do pedúnculo Caudal (GATZ Jr, 1979) -  $ICPCd=APC/LPC$ . Pedúnculos comprimidos indicam indivíduos de natação lenta e pouca manobrabilidade, podendo afetar o desempenho em arrancadas rápidas à medida que aumenta a altura dos corpos dentro as diferentes espécies.

- Índice de achatamento ventral (MAHON, 1984) -  $IAV=AM/AC$ . Peixes que apresentam baixos valores estão associados a águas correntes, permitindo dessa maneira aos peixes bentônicos manterem sua posição sem precisar nadar.
- Posição relativa dos olhos (GATZ Jr, 1979) -  $PRO=ALO/AC$ . Peixes bentônicos possuem olhos localizados dorsalmente, enquanto os nectônicos em posição lateral.
- Comprimento relativo da cabeça (WATSON & BALON, 1984) -  $CRC=CCa/CP$ . Valores altos sugerem espécies predadoras de presas relativamente grandes.
- Largura relativa da boca (GATZ Jr, 1979) -  $LRB=LB/CP$ . Valores altos, assim como o tamanho da cabeça, sugerem presas relativamente grandes.
- Altura relativa da boca (WATSON & BALON, 1984) -  $ARB=AB/CP$ . Atributo relacionado ao tamanho do alimento, associado também com a morfologia hidrodinâmica.
- Aspecto da boca -  $ABO=AB/LB$ . Atributo relacionado com a forma dos alimentos, onde valores altos indicam peixes com bocas estreitas, mas de grande abertura, sugerindo espécies piscívoras.

### **Tratamento estatístico**

Os atributos ecomorfológicos foram organizados e submetidos a uma análise de componentes principais (PCA), e posteriormente foi realizada uma análise de Cluster sobre a matriz da Distância Euclidiana e o método de agrupamento de Ward. Estas análises foram realizadas utilizando o software STATISTICA 10 (StatSoft, 2011), a fim de identificar padrões ecomorfológicos que descrevam o conjunto de dados analisados (MONTEIRO & REIS, 1999) e seus agrupamentos.

### **Resultados**

#### **Composição do descarte**

A ictiofauna de descarte da pesca de arrasto de camarão na baía de Sepetiba foi composta por 22 espécies, das quais 14 foram selecionadas para o presente trabalho. Todas as quatorze espécies selecionadas pertencem a Classe dos Osteichthyes, distribuídas em seis Ordens: Pleuronectiformes, Siluriformes, Clupeiformes, Scorpaeniformes, Acanthuriformes e Perciformes. Dentro destas Ordens, foram

identificadas nove famílias: *Sciaenidae*, *Gerreidae*, *Haemulidae*, *Serranidae*, *Achiridae*, *Paralichthyidae*, *Engraulidae*, *Triglidae* e *Ariidae*. As espécies estão listadas nas Tabelas 1 e 2. Um exemplar de cada espécie foi adicionado à coleção ictiológica do Laboratório de Ecologia de Peixes -UFRRJ onde estão depositados sob os códigos: LEP-UFRRJ#2107, LEP-UFRRJ#2108, LEP-UFRRJ#2109, UFRRJ#2110, UFRRJ#2111, UFRRJ#2112, UFRRJ#2113, UFRRJ#2114, UFRRJ#2115, UFRRJ#2116, UFRRJ#2118, UFRRJ#2119, UFRRJ#2120, UFRRJ#2121.

Uma considerável porcentagem (36,36%) do total de espécies capturadas, não foi utilizada por causa da baixa representatividade das amostras, ou devido à morfologia corporal (*Symphurus tessellatus* e *Trichiurus lepturus*), que não permitiu análises de alguns atributos ecomorfológicos em conjunto com o restante das espécies (Tabela 1). As espécies selecionadas correspondem a 63,64% do total de espécies coletadas nos arrastos (Tabela 2). Dentro do total de espécies selecionadas, *Steliffer rastrifer* foi a mais abundante, representando 50,60% do total, seguido por *Diplectrum radiale* (25,31%) e *Cetengraulis edentulus* (11,37%). A ictiofauna acompanhante da pesca de camarão na Baía de Sepetiba é composta por alguns indivíduos ainda juvenis (tamanho inadequado para venda) e também por espécies que são consideradas sem valor comercial, sendo comumente devolvidas ao mar (descarte) após a triagem dos camarões ou vendidas como “mistura” por um preço simbólico, podendo ser usados como isca para pesca de peixes de maior valor ou até mesmo na alimentação de algumas famílias, justamente pelo baixo valor.

Tabela 1- Espécies que não foram utilizadas nas análises por ocorrerem em pequeno número ou por possuírem morfologia desfavorável (\*)

<b>Ordem</b>	<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>Nome popular</b>	<b>Freq. Absoluta</b>	<b>N amostral</b>
Siluriformes	Ariidae	<i>Genidens genidens</i>	bagre	1	0
Siluriformes	Ariidae	<i>Aspistor luniscutis</i>	bagre	1	0
Pleuronectiformes	Cynoglossidae	<i>Symphurus tessellatus</i>	lingua de mulata	82	15*
Scorpaeniformes	Dactylopteridae	<i>Dactylopterus volitans</i>	coió	9	0
Perciformes	Gerreidae	<i>Diapterus rombeus</i>	carapeba	5	0
Perciformes	Pomatomidae	<i>Pomatomus saltatrix</i>	anchova	1	0
Perciformes	Serranidae	<i>Dules auriga</i>	Mariquita de penacho	2	0
Perciformes	Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>	peixe espada	14	13*

Tabela 2- Frequência de ocorrência das espécies selecionadas para as análises.

Ordem	Família	Espécie	Nome popular	Ct (mm)	Freq. Absol.	N amostral	Frequência %
Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Achirus lineatus</i>	linguado	105-135	12	11	0,151
Siluriformes	Ariidae	<i>Cathorops spixii</i>	bagre	170-210	16	15	0,202
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Cetengraulis edentulus</i>	sardinha boca-torta	140-165	902	15	11,366
Perciformes	Gerreidae	<i>Eucinostomus gula</i>	carapicu	110-140	408	15	5,141
Perciformes	Gerreidae	<i>Eucinostomus argenteus</i>	carapicu	120-140	384	15	4,839
Perciformes	Haemulidae	<i>Orthopristes ruber</i>	cocoroca	150-260	17	15	0,214
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Etropus crossotus</i>	linguado	115-134	47	15	0,592
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Citharichthys spilopterus</i>	linguado	130-200	25	15	0,315
Acanthuriformes	Sciaenidae	<i>Menticirrhus americanus</i>	betara	150-190	13	12	0,164
Acanthuriformes	Sciaenidae	<i>Paralonchurus brasiliensis</i>	Maria-Luiza	155-210	13	12	0,164
Acanthuriformes	Sciaenidae	<i>Stellifer rastrifer</i>	purrudo	140-165	4016	15	50,605
Acanthuriformes	Sciaenidae	<i>Micropogonias furnieri</i>	corvina	180-250	60	15	0,756
Perciformes	Serranidae	<i>Diplectrum radiale</i>	michole	140-165	2009	15	25,315
Scorpaeniformes	Triglidae	<i>Prionotus punctatus</i>	cabrinha	150-190	14	10	0,176
Total					7936	195	100,000

Os valores máximos, mínimos, médios e de desvio padrão dos atributos ecomorfológicos de cada espécie analisada estão apresentados no Apêndice (Tabelas 1 a 14).

### Análise de agrupamento

A análise de agrupamento (Fig. 3) proporcionou a identificação de 8 grupos ao nível de corte de 1.º da distância Euclidiana sobre a matriz de dados ecomorfológico. O primeiro grupo foi compreendido por três espécies de Scianidae (*Micropogonias furnieri*, *Menticirrhus americanus*, *Paralonchurus brasiliensis*); o segundo foi formado por dois Gerreidae (*Eucinostomus argenteus*, *Eucinostomus gula*); o terceiro foi formado por um Sciaenidae (*Stellifer rastrifer*) e um Serranidae (*Diplectrum radiale*); o quarto foi formado por um Haemulidae (*Orthopristes ruber*) e um Ariidae (*Cathorops spixii*); o quinto grupo foi formado apenas por um Engraulidae (*Cetengraulis edentulus*); o sexto grupo foi formado apenas por um Triglidae (*Prionotus punctatus*); o sétimo foi formado por um Paralichthyidae (*Citharichthys spilopterus*); o oitavo grupo

foi formado por outro Paralichthyidae (*Etropus crossotus*) e um Achiridae (*Achirus lineatus*). Esses oito grupos foram formados reunindo as espécies de acordo com sua proximidade ou distância de atributos ecomorfológicos.

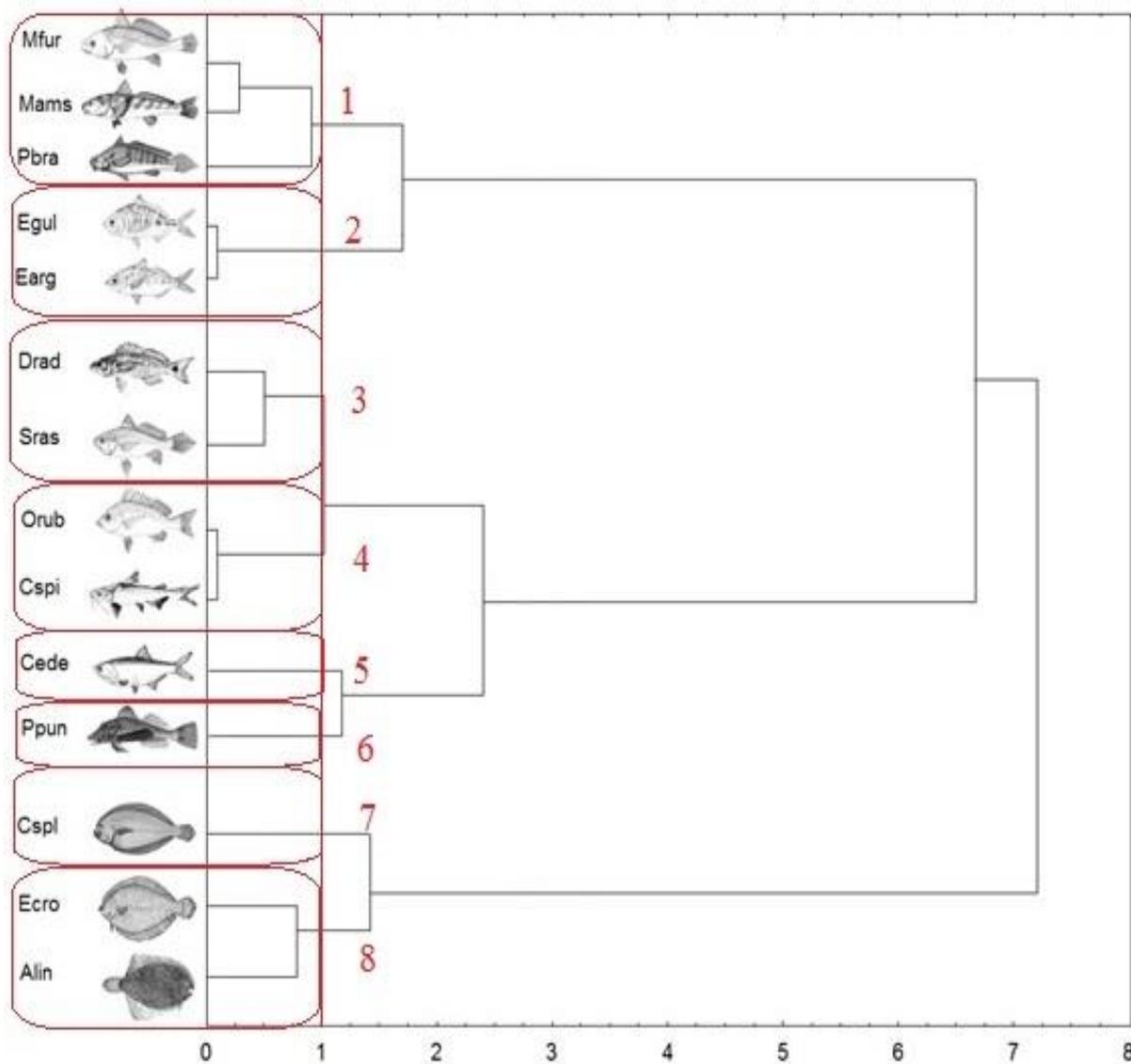


Fig.3- Dendrograma da análise de agrupamento, separando os peixes amostrados em oito grupos. Mfur, *Micropogonias furnieri*; Egul, *Eucinostomus gula*; Earg, *Eucinostomus argenteus*; Drad, *Diplectrum radiale*; Orub, *Orthopristes ruber*; Sras, *Stellifer rastrifer*; Cspi, *Cathorops spixii*; Cede, *Cetengraulis edentulus*; Cspl, *Citharichthys spilopterus*; Ecro, *Etropus crossotus*; Alin, *Achirus lineatus*; Mams, *Menticirrhus americanus*; Pbra, *Paralichthys brasiliensis*; Ppun, *Prionotus punctatus*.

As principais características compartilhadas entre as espécies e que determinam os agrupamentos estão representadas na Fig. 4.

- Os peixes do grupo 1, por exemplo, apresentaram os maiores valores de CRPCd, indicando serem espécies que apesar de forragearem principalmente no fundo, são bons nadadores.
- Os peixes do grupo 2 apresentaram elevados valores de AR e baixos valores de ARB, sugerindo peixes de corpo relativamente alto, com a boca abaixo da linha mediana do corpo, sugerindo hábitos de forrageio de fundo.
- Os peixes do grupo 3 apresentaram valores elevados para CRPCd, ARB e LRB, demonstrando que são bons nadadores e podem forragear não apenas o fundo, mas também a coluna d'água. Além disso, podem ingerir alimentos maiores.
- Os peixes do grupo 4 apresentaram elevados valores de CRPCd que confere agilidade na natação, e baixos valores de LRB e ABO, sugerindo especialização em alimentos pequenos.
- Para o grupo 5, foram registrados valores elevados de ARB, ABO e CRPCd, com baixo valor de LRB, indicando peixes com alta capacidade de natação, e grande abertura de boca, embora seja estreita. Essas características são típicas de peixes filtradores, que podem filtrar considerável volume de água, sem engolir grandes partículas/presas.
- Para o grupo 6, foram registrados elevados valores de ARB, CRC, LRB, PRO e baixo IC. Esses dados indicam peixes com cabeças compridas, bocas mais altas e largas e com olhos posicionados dorsalmente, sugerindo, portanto, sua capacidade de se alimentar de presas maiores e sua preferência pelo fundo.
- No grupo 7 os valores mais elevados foram de IC e AR, indicando corpos altos e comprimidos, porém, com baixo valor de PRO, sendo portanto espécies de fundo, sem grandes vantagens em relação aos olhos.
- Os indivíduos do grupo 8 apresentaram altos valores de IC e AR, e baixos valores de ICPCd, ARB e PRO. Estas características dos dois últimos grupos são típicas de peixes que são favorecidos para o forrageamento no fundo e proteção através da camuflagem devido a capacidade de se inserir no sedimento, apenas com os olhos na coluna d'água. Todos os grupos apresentaram valores elevados de IAV, configurando uma comunidade de peixes que não estão associados a águas correntes.

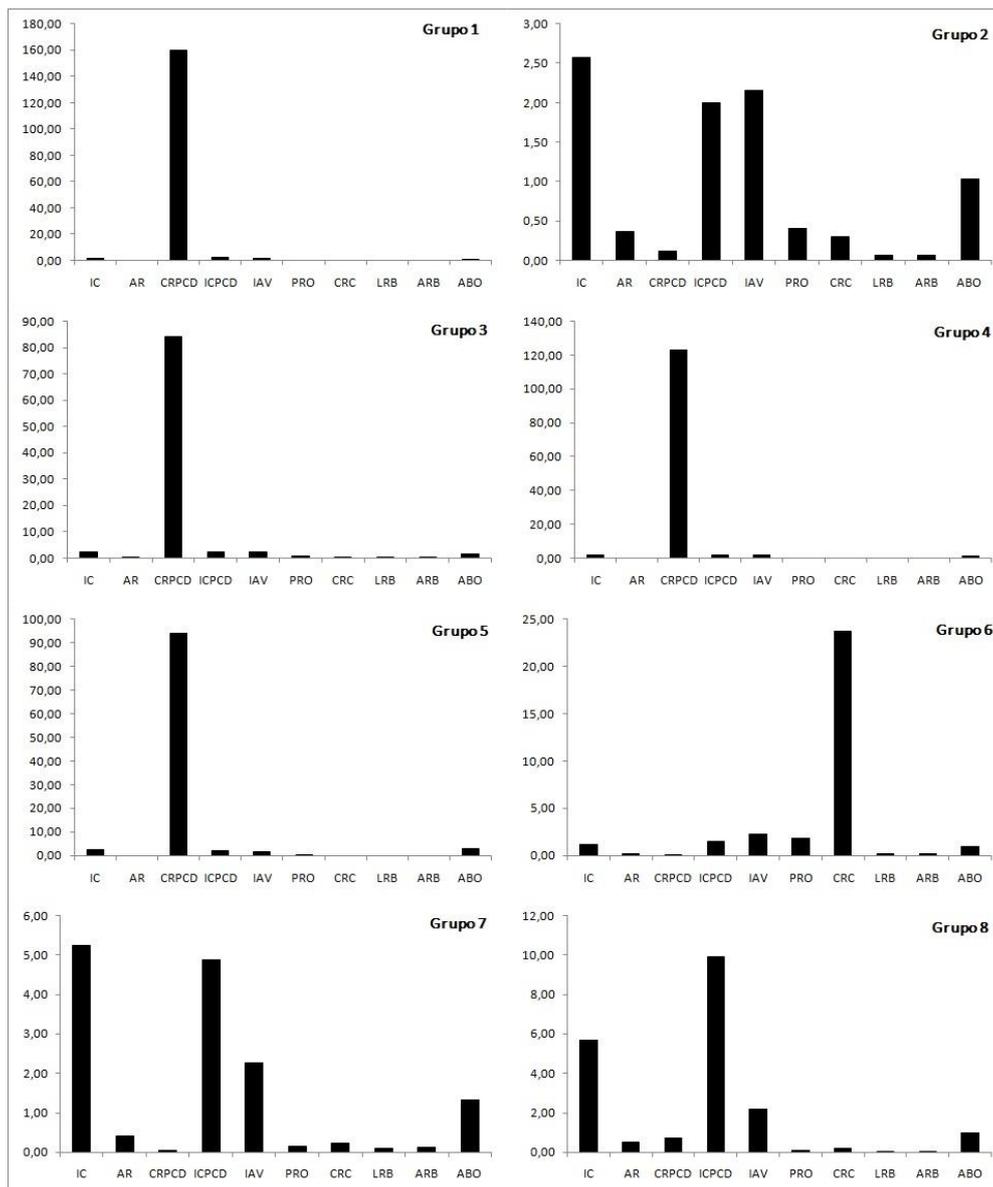


Fig.4- Média dos atributos ecomorfológicos para os grupos. Índices ecomorfológicos abreviados conforme descrição da subseção Atributos Ecomorfológicos de Materiais e métodos.

## Componentes principais

A análise de Componentes Principais (Tabela 3) aplicada sobre os atributos ecomorfológicos das espécies permitiu a identificação dos caracteres que diferenciam as mesmas através dos três primeiros componentes principais, que explicaram 76,49% da variação dos dados.

Tabela 3 – Análise dos Componentes principais das amostras das dez espécies estudadas.

\*Valores que indicam maior influência sobre o componente principal. CP, Componentes principais 1, 2 e 3.

<b>ATRIBUTOS ECOMORFOLÓGICOS</b>	<b>CP1</b>	<b>CP2</b>	<b>CP3</b>
Índice de compressão	-0,921*	0,151	-0,004
Altura relativa	-0,813*	0,131	-0,169
Comprimento relativo do pedúnculo caudal	0,683	-0,541	0,122
Índice de compressão do pedúnculo caudal	-0,864*	0,151	-0,068
Índice de achatamento ventral	-0,337	0,363	-0,420
Posição relativa dos olhos	0,840*	-0,060	-0,060
Comprimento relativo da cabeça	0,740*	0,211	-0,334
Largura relativa da boca	0,609	0,403	-0,532
Altura relativa da boca	0,609	0,719*	0,131
Aspecto da boca	0,146	0,548	0,800*
<b>VARIÂNCIA EXPLICADA</b>	<b>48,540</b>	<b>15,150</b>	<b>12,800</b>

A maior parte da variação (48,54%) foi explicada pelo primeiro componente principal (CP1), com os maiores valores dos scores positivos no CP1 estando relacionados com a posição relativa do olho (PRO) e com o comprimento relativo da cabeça (CRC) (Fig. 5). O índice de compressão (IC), a altura relativa (AR) e o índice de compressão do pedúnculo caudal (ICPCd) apresentaram elevadas correlações negativas. O segundo componente principal (CP2) explica 15,15% da variabilidade e teve maior influência da variável Altura Relativa da Boca (ARB). O terceiro componente principal (CP3) explicou 12,80%, tendo influência da variável Aspecto da Boca. Por apresentar menor influência, abordou-se com maior detalhamento apenas os dois primeiros componentes principais (Figs. 5 e 6).

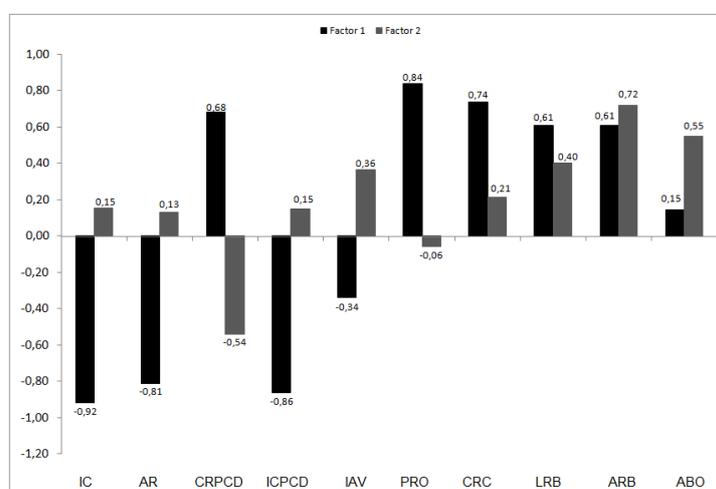


Fig.5- Explicação da variação dos atributos ecomorfológicos através dos componentes principais 1 e 2.

No CP1, as espécies de maior contribuição (correlação com o eixo 1) foram *C. spilopterus* e *A. lineatus* com coeficientes negativos, e as espécies *P. punctatus* e *C. edentulus* com coeficientes positivos (Fig. 6a). As espécies *E. crossotus*, *E. argenteus* e *E. gula* se destacaram no PC2 com os coeficientes negativos. Espécies com escores mais positivos no primeiro eixo mostram maior comprimento relativo da cabeça (CRC), maior largura relativa da boca (LRB) e maior comprimento relativo do pedúnculo caudal (CRPCd). As espécies com escores negativos nesse mesmo eixo mostram maior índice de compressão (IC) e maior índice de compressão do pedúnculo caudal (ICPCd). Combinadas ao gráfico de dispersão dos scores dos atributos ecomorfológicos, as espécies se distribuíram em oito grupos ao longo dos dois eixos do diagrama (Fig. 6b), corroborando a figura 3 da análise de agrupamento. Os Pleuronectiformes (*A. lineatus*, *E. crossotus* e *C. spilopterus*) com corpos altos (AR), lateralmente comprimidos (IC) e com pedúnculos caudais comprimidos (ICPCd) estão localizados na extremidade esquerda do diagrama, em posição oposta aos Scorpaeniformes (*P. punctatus*) com cabeças mais compridas (CRC) e olhos posicionados na região dorsal (PRO). Estes são os índices que se mostraram significantes nesta análise. No eixo 2 os Sciaenidae (*M. furnieri*, *M. americanus* e *P. brasiliensis*) foram separados dos Engraulidae (*C. edentulus*) e dos Triglidae (*P. punctatus*).

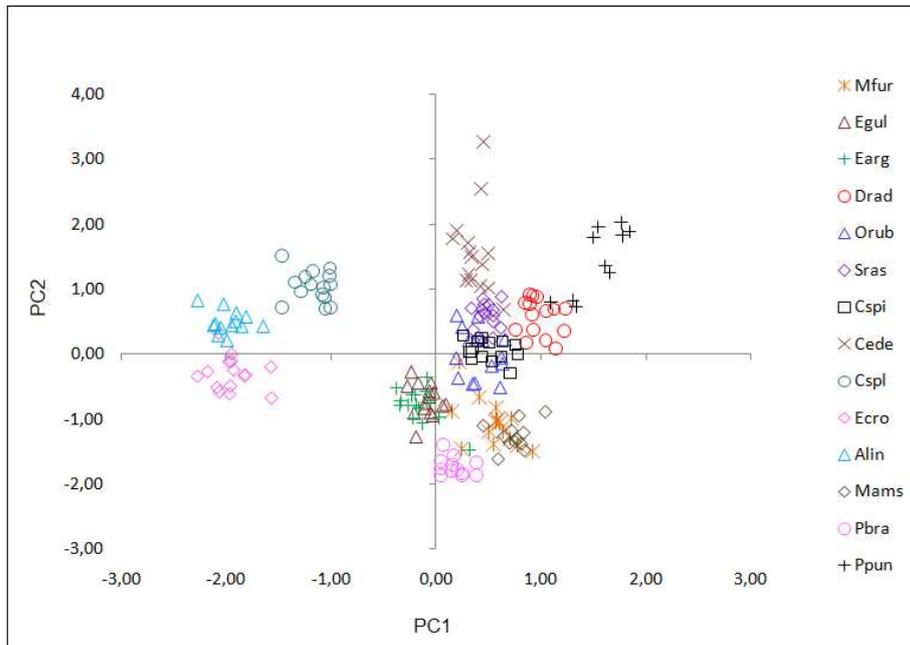


Fig.6a- Ordenação da análise de componentes principais sobre os atributos ecomorfológicos das espécies. Mfur, *Micropogonias furnieri*; Egul, *Eucinostomus gula*; Earg, *Eucinostomus argenteus*; Drad, *Diplectrum radiale*; Orub, *Orthopristes ruber*; Sras, *Stellifer rastrifer*; Cspi, *Cathorops spixii*; Cede, *Cetengraulis edentulus*; Cspl, *Citharichthys spilopterus*; Ecro, *Etropus crossotus*; Alin, *Achirus lineatus*; Mams, *Menticirrhus americanus*; Pbra, *Paralonchurus brasiliensis*; Ppun, *Prionotus punctatus*.

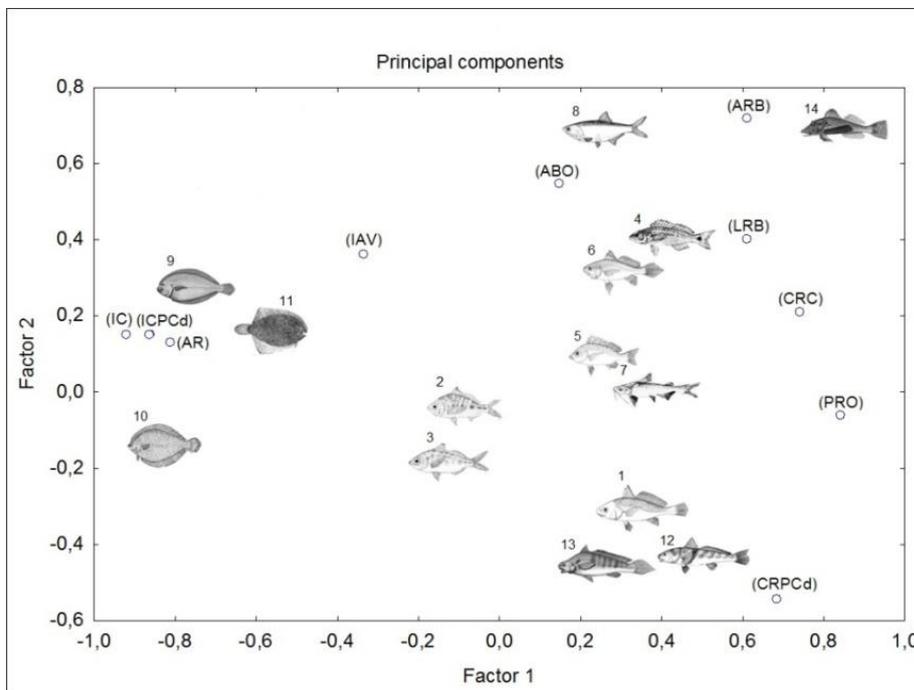


Fig. 6b- Ordenação da análise de componentes principais sobre a média dos atributos ecomorfológicos das espécies. 1, *Micropogonias furnieri*; 2, *Eucinostomus gula*; 3, *Eucinostomus argenteus*; 4, *Diplectrum radiale*; 5, *Orthopristes ruber*; 6, *Stellifer rastrifer*; 7, *Cathorops spixii*; 8, *Cetengraulis edentulus*; 9, *Citharichthys spilopterus*; 10, *Etropus crossotus*; 11, *Achirus lineatus*; 12, *Menticirrhus americanus*; 13, *Paralonchurus brasiliensis*; 14, *Prionotus punctatus*.

## Discussão

Os oito grupos evidenciados pelas análises multivariadas indicaram que os atributos ecomorfológicos foram eficientes para classificar as espécies estudadas da Baía de Sepetiba de acordo com o modo de vida. Os grupos formados sugerem que as diferentes formas estão associadas ao uso diferenciado dos recursos e partição dos nichos disponíveis. Tais características representam o nicho ecológico de cada grupo, portanto esta divisão denominada “morfoespaço”, onde as espécies se reúnem em grupos de acordo com seus atributos ecomorfológicos mais relevantes, relacionados ao modo de vida e ao uso preferencial de recursos dentro da Baía. Em um estudo com ciclídeos, RÜBER & ADAMS (2001) relacionaram o uso de recursos e a partição dos nichos às diferentes formas corporais, onde dentre outros aspectos, espécies com a boca orientada ventralmente foram correlacionadas com habilidades de alimentação de raspagem, enquanto espécies com corpo fusiforme com cabeça alongada e pedúnculos maiores foram relacionados à manobra mais rápida, permitindo a captura de presas móveis.

A análise dos atributos ecomorfológicos das espécies estudadas na Baía de Sepetiba indicou que as mesmas diferenciam-se por fatores associados à compressão lateral do corpo (IC), posição relativa dos olhos (PRO) e capacidade de deslocamentos verticais, os quais estão relacionados ao comprimento e compressão do pedúnculo caudal (CRPCd e ICPCd), respectivamente, à altura e largura da boca (ARB e LRB) e ao comprimento relativo da cabeça (CRC). Estes fatores conferiram características marcantes aos diferentes grupos encontrados. Elevados valores de CRPCd são relacionados aos peixes fusiformes, que são tipicamente pelágicos podendo atingir altas velocidades e explorar a coluna vertical, tanto o fundo quanto as camadas superficiais (WILLIS *et al.*, 2005; HERLER, 2007; COCHRAN- BIEDERMAN & WINEMILLER, 2010). No entanto, para o presente estudo, este padrão morfológico correspondeu em parte aos peixes dos grupos 1, 4 e 5, que compreendem peixes com diferentes filogenias e ampla distribuição, como aqueles pertencentes às famílias Sciaenidae, Haemulidae e Ariidae (associados ao fundo), e também o Engraulidae *C. edentulus*, que está mais associado à coluna d'água. Outros atributos ecomorfológicos além do CRPCd podem ter contribuído para o agrupamento destas diferentes espécies em forma e função.

Espécies que apresentam elevados ARB e LRB, além de altos valores de CRPCd, correspondem a uma diferenciada forma de exploração do ambiente, pois além de maior rapidez no deslocamento, existe também a possibilidade de obter presas maiores. Este parece ser o caso dos peixes dos grupos 3 e 6, sugerindo uma variedade de funções comuns entre as espécies, como é o caso de alguns componentes das famílias Sciaenidae, Serranidae e Triglidae.

A relação entre as variáveis morfológicas e o comportamento alimentar foi descrita por GATZ Jr. (1979), o qual afirmou que a orientação da boca e a posição dos olhos são comumente associadas à posição preferencial do peixe em relação à dieta. Na Baía de Sepetiba, as espécies *A. lineatus*, *E. crossotus* e *C. spilopterus* correspondem aos hábitos proximamente adaptados para exploração de recursos associados ao sedimento. A habilidade de camuflagem dos Pleuronectiformes é uma excelente tática para capturar presas ou escapar de predadores e a adaptação ao fundo é devido à redução da pressão hidrostática, que por sua vez tende a levantá-los do substrato (GUEDES & ARAÚJO, 2008). Peixes comprimidos lateralmente habitam ambientes estruturados, uma vez que possuem maior manobrabilidade, são mais ágeis na coluna d'água e apresentam melhor desempenho em habitats estruturalmente mais complexos ou com menor velocidade de corrente (OLIVEIRA *et al.*, 2010; FAYE *et al.*, 2012). PESSANHA *et al.* (2015), evidenciaram uma divisão de três grupos entre as espécies dominantes do estuário do rio Mamanguape utilizando estudos ecomorfológicos. Para esses autores, o índice de compressão lateral também foi um dos atributos ecomorfológicos de maior influência, assim como as medidas relacionadas à boca.

As quatorze espécies utilizadas neste estudo constituem uma parte relevante da comunidade de peixes demersais da região sudeste do Brasil, sendo similar às de outras regiões costeiras tropicais e subtropicais do Oceano Atlântico (FERREIRA & CAVA, 2001; ZEE, 2005). A ocorrência de espécies no local foi semelhante ao que foi reportado por ARAÚJO *et al.* (1998) que encontrou (entre outras) praticamente todas as espécies aqui descritas. Contudo, em comparação aos nossos resultados, os referidos autores encontraram maior contribuição da família Ariidae (28,8% do total de famílias coletadas), que no presente estudo mostrou-se bastante escassa (apenas 0,22% dos peixes de descarte). Considerando o espaço de tempo entre os dois estudos (mais de 20 anos), é possível que a prática da pesca de arrasto tenha diminuído o tamanho populacional deste grupo de peixes na baía. Os peixes da família Ariidae apresentam

baixas taxas de reprodução e baixas taxas de mortalidade natural, ou seja, são “k” estrategistas (GOMES & ARAÚJO, 2004; FÁVARO *et al.*, 2005; MENDONÇA *et al.*, 2017), por isso são mais afetados do que as espécies “r” estrategistas. É possível que esse seja o motivo da diminuição da ocorrência de Ariidae na Baía de Sepetiba (ARAÚJO *et al.*, 2017).

Outro ponto importante nesse estudo foi a dominância acentuada da família Sciaenidae na baía, sendo condizente com o registro literário para boa parte do litoral brasileiro. Na região Sudeste-Sul a família Sciaenidae é o recurso mais capturado pela frota arrasteira de camarão sete-barbas na região (ROCHA & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, 1998; BRANCO, 2005; SCHWARZ JR *et al.*, 2006; CATTANI *et al.*, 2011; FREITAS *et al.*, 2011) e as espécies *Stellifer rastrifer*, *Micropogonias furnieri*, *Paralonchurus brasiliensis* e *Menticirrhus americanus* registradas no presente estudo, também foram registradas nas referidas literaturas. Essa predominância de Sciaenidae no número de espécies corroborou VAZZOLER *et al.* (1999), que atribuíram importância a essa família, para outras regiões geográficas com leitões similares. Esse mesmo padrão foi encontrado na baía de Guanabara-RJ por RODRIGUES *et al.* (2007). Vários estudos realizados em outras regiões, também indicaram que diversas espécies dessa família vivem em ambientes semelhantes aos dos camarões (COELHO *et al.*, 1986; BRAGA *et al.*, 2001; BAIL & BRANCO, 2003; CHAVES *et al.*, 2003; BRANCO & VERANI, 2006; BERNARDO *et al.*, 2011), o que justificaria a presença tão marcante dos peixes dessa família nos arrastos. Esses ambientes parecem ser utilizados principalmente durante as épocas de reprodução e de recrutamento, que ocorrem para a maioria das espécies, durante o verão e outono (ROBERT *et al.*, 2007). A dominância de Sciaenidae nas regiões de estuários tropicais e regiões temperadas mais quentes foi observada por ROCHA & ROSSI-WONGTSCHOWSKI (1998). Esta família é composta por aproximadamente 67 gêneros e 283 espécies (NELSON *et al.*, 2016). De todas as espécies coletadas, *S. rastrifer* foi a mais abundante, corroborando com o resultado de BERNARDO *et al.* (2011), que também encontrou maior abundância para esta espécie no litoral do Paraná. Na zona costeira do município de Fortaleza (BRAGA *et al.*, 2001), a ictiofauna acompanhante da pesca de camarão se mostrou similar à ictiofauna da baía de Sepetiba, com destaque para *M. americanus*, *S. rastrifer*, *O. ruber* e *P. punctatus*, que se mostraram bastante abundantes. Este mesmo trabalho ilustrou a ocorrência destas espécies praticamente o ano todo.

Nossas observações registraram valores de CP muito baixos, revelando que na maioria dos casos as espécies são ainda muito jovens, sendo esse o motivo do descarte em peixes de valor comercial. Esse fato está diretamente relacionado com o tamanho das malhas das redes utilizadas nos arrastos de camarão. Redes de arrasto de fundo vêm sendo muito utilizadas no estudo da estrutura da comunidade de peixes demersais (GREENWOOD & HILL, 2003; COLLOCA *et al.*, 2003; ANSARI *et al.*, 2003; SIMIER *et al.*, 2004) justamente por sua alta capacidade de abrangência e amostragem. Embora não tenhamos dados de repetição, aceitamos as conclusões de ARAÚJO *et al.* (1998), de que na Baía de Sepetiba (localizada numa área de transição entre a região subtropical e temperada quente) os padrões sazonais de abundância da ictiofauna são pouco evidentes.

Em conclusão, os resultados apresentados neste trabalho confirmam a eficiência do uso da ecomorfologia para caracterização de grupos de peixes que utilizam determinadas dimensões do nicho, fazendo assim a partição dos recursos disponíveis. As principais características que definem os oito grupos encontrados na Baía de Sepetiba estão relacionadas à habilidade e agilidade de natação, preferências alimentares e tipo de ocupação dentro do ambiente. Essas definições estão estritamente relacionadas aos atributos ecomorfológicos mais expressivos, que são o índice de compressão lateral do corpo (IC), índice de compressão do pedúnculo caudal (ICPCd), comprimento relativo do pedúnculo caudal (CRPCd), altura relativa da boca (ARB), largura relativa da boca (LRB) e posição relativa dos olhos (PRO). Isto indica que estes oito grupos possuem diferentes estilos de vida, explorando partes e recursos específicos da Baía, confirmando estudos anteriores de que a Baía de Sepetiba é um ambiente que abriga uma ictiofauna bastante diversificada. O método escolhido para obtenção dos peixes (arrasto de camarão) trouxe à luz um problema que merece um pouco mais de atenção, que é a quantidade de espécies coletadas em tamanhos muito pequenos, ou seja, antes de se reproduzirem. É necessário considerar que a prática pode afetar a existência dessas espécies e futuramente comprometer a pesca direcionada aos peixes, promovendo uma falta de recursos pesqueiros. A pesca de arrasto do camarão tem grande capacidade de exploração do ambiente marinho e requer atenção na questão relacionada à preservação das espécies. Estudos sobre a ecomorfologia de peixes marinhos ainda não são muito comuns. Sugerimos novos estudos, com maiores

amostras e em novos locais, para que seja preenchida essa lacuna no conhecimento sobre esses recursos tão explorados.

**Referências Bibliográficas:**

- ALVERSON, D. L.; FREEBERG M. H.; POPE, J. G. & MURAWSKI, S. A. (1994). Aglobal assessment of fisheries bycatch and discards. FAO Fish. Tech. Pap. 339: 233p.
- ANSARI, Z. A.; SREEPADA, R. A.; DALAL, S. G.; INGOLE, B. S.; CHATTERJI, A. (2003). Environmental influences on the trawl catches in a bay-estuarine system of Goa, West coast of India. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56: 503–515.
- ARAÚJO, F. G.; CRUZ-FILHO, A. G.; AZEVEDO, M. C. C. & SANTOS, A. C. A. (1998). Estrutura da comunidade de peixes demersais da baía de Sepetiba, RJ. *Revista Brasileira de Biologia*, 58: 417–430.
- ARAÚJO, F. G.; PINTO, S. M.; NEVES, L. M.; AZEVEDO, M. C. C. (2017). Inter-annual changes in fish communities of a tropical bay in southeastern Brazil: What can be inferred from anthropogenic activities? *Marine Pollution Bulletin*, 114:102–113.
- ASSUMPCÃO, L.; MAKRAKIS, M. C.; MAKRAKIS, S.; PIANA, P. A.; SILVA, P. S.; LIMA, A. F. & FERNANDEZ, D.R. (2012). Diferenciação morfológica entre espécies de peixes migradores da bacia do Rio Paraná. *Biota Neotrop.* 12: 41–49.
- BAIL, G. C. & BRANCO, J. O. (2003). Ocorrência, abundância e diversidade da ictiofauna na pesca do camarão setebarbas, na região de Penha, SC. *Notas Técnicas Facimar, Itajaí*, 7: 73–82.
- BALON, E. K.; CRAWFORD, S. S. & LELEK, A. (1986). Fish communities of the upper Danube river (Germany, Austria) prior to the new Rhein-Main-Donau connection. *Env. Biol. of Fishes* 15: 243–271.
- BARRELLA, W. (1989). Estrutura da comunidade de peixes da bacia do rio Jacaré Pepira (SP) em diferentes biótopos. Dissertação de Mestrado. UNICAMP. 198 pp.
- BERNARDO, C.; SPACH, H. L.; JUNIOR, R. S.; STOIEV, S. B. (2011). A captura incidental de cianídeos em arrasto experimental com rede-de-portas utilizada na pesca

do camarão-sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri*, no estado do Paraná, Brasil. Arquivos de Ciência do Mar, 44: 98–105.

BRAGA, M. S. C.; SALLES, R. & FONTELES-FILHO, A. A. (2001). Ictiofauna acompanhante da pesca de camarões com rede- de-arrasto na zona costeira do município de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, 34: 49–60.

BRANCO, J. O. (2005). Biologia e pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Penaeidae), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 22: 1050–1062.

BRANCO, J. O. & FRACASSO, H. A. A. (2004). Ocorrência e abundância da carcinofauna acompanhante na pesca do, *Xiphopenaeus kroyeri*, Heller (Crustácea, Decapoda), na armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. Rev. Brasil. Zool., Curitiba, 21: 295–231.

BRANCO, J. O. & VERANI, J. R. (2006). Análise quali-quantitativa da ictiofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas, na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. Revista Brasileira de Zoologia, 23: 381–391.

BREDA, L.; OLIVEIRA, E. F. & GOULART, E. (2005). Ecomorfologia de locomoção de peixes com enfoque para espécies neotropicais. Acta Scientiarum: Biological Sciences, 27: 371–381.

CASATTI, L. & CASTRO, R. M. C. (2006). Testing the ecomorphological hypothesis in a headwater riffles fish assemblage of the Rio São Francisco, southeastern Brazil. Neotropical Ichthyology, 4: 203–214.

CATTANI, A. P.; SANTOS, L. O.; SPACH, H. L.; BUDEL, B. R. & GONDIM GUANAIS, J. H. D. (2011). Avaliação da ictiofauna da fauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas do município de Pontal do Paraná, litoral do Paraná, Brasil. Bol. Inst. Pesca. São Paulo 37: 247–260.

CATTANI, A. P.; BERNARDO, C.; MEDEIROS, R. P.; SANTOS, L. O. & SPACH, H. L. (2012). Avaliação de dispositivos para redução da ictiofauna acompanhante na

pesca de arrasto dirigida ao camarão sete-barbas. Bol. Inst. Pesca, São Paulo, 38: 333 – 348.

CHAVES, P. T.; COVA-GRANDO, G. & CALLUF, C. (2003). Demersal ichthyofauna in a continental shelf region on the south coast of Brazil exposed to shrimp trawl fisheries. Acta Biol. Paran., Curitiba, 32: 69–82.

COCHRAN-BIEDERMAN, J. L. & K. O. WINEMILLER. (2010). Relationships among habitat, ecomorphology and diets of cichlids in the Bladen River, Belize. Environmental Biology of Fishes, 88: 143–152.

COELHO, J. A. P.; PUZZI, A.; GRAÇA-LOPES, R.; RODRIGUES, E. S. & PRIETO Jr., O. (1986). Análise da rejeição de peixes na pesca artesanal dirigida ao camarão Setebarbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) no litoral do estado de São Paulo. Bol. Inst. Pesca, 13: 51–61.

COLLOCA, F.; CARDINALE, M.; BELLUSCIO, A.; ARDIZZONE, G. (2003). Pattern of distribution and diversity of demersal assemblages in the central Mediterranean sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science, London, 56: 469–480.

COSTA, C. & S. CATAUDELLA. (2007). Relationship between shape and trophic ecology of selected species of Sparids of the Caprolace coastal lagoon (Central Tyrrhenian sea). Environmental Biology of Fishes, 78: 115–123.

DAVIES, R. W. D.; CRIPPS, S. J.; NICKSON, A. & PORTIER, G., (2009). Defining and estimating global marine fisheries bycatch. Mar. Policy 33: 661–672.

DELARIVA, R. L. & AGOSTINHO, A. A. (2001). Relationship between morphology and diets of six neotropical Loricariids. Journal of Fish Biology, 58: 832–847.

FÁVARO, L. F.; FREHSE, F. A.; OLIVEIRA, R. N. & JÚNIOR, R. S. (2005). Reprodução do bagre amarelo, *Cathorops spixii* (Agassiz) (Siluriformes, Ariidae), da Baía dos Pinheiros, região estuarina do litoral do Paraná, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia. 22: 1022–1029.

FAYE, D.; LE LOC'H, F.; THIAW, O. T. & MORAIS, L. T. (2012). Mechanisms of food partitioning and ecomorphological correlates in ten fish species from a tropical estuarine marine protected area (Bamboung, Senegal, West Africa). *African Journal of Agricultural Research*, 7: 443–455.

FERREIRA, B. P. & CAVA, F. (2001). Ictiofauna marinha da APA costa dos corais: lista de espécies através de levantamento da pesca e observações subaquáticas. *Bol. Técn. Cient. CEPENE, Tamandaré*, 9: 167–180.

FREIRE, A. G. & AGOSTINHO, A. A. (2001). Ecomorfologia de oito espécies dominantes da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná/Brasil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 13: 1–9.

FREITAS, M. O.; ABILHOA, V. & SILVA, G. H. C. (2011). Feeding ecology of *Lutjanus analis* (Teleostei: Lutjanidae) from Abrolhos Bank, Eastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 9: 411–418.

FUJI, R. & HAHN, N. S. (1991). Espectro alimentar e relações morfológicas com o aparelho digestivo de três espécies de peixes comedores de fundo do rio Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 51: 873–879.

GATZ, A. J. JR. (1979). Community organization in fishes as indicated by morphological features. *Ecology* 60: 711–718.

GATZ, A. J. JR. (1981). Morphologically inferred niche differentiation in streams fishes. *Am. Midl. Nat.* 106: 10–21.

GOMES, I. D. & ARAÚJO, F. G. (2004). Reproductive biology of marine catfishes (Siluriformes, Ariidae) in the Sepetiba bay, Brazil. *Revista de Biologia Tropical*. 52:143–156.

GRAÇA-LOPES, R.; PUZZI, A.; RODRIGUES, E. S.; BARTOLOTO, A. S.; GUERRA, D. S. F. & FIGUEIREDO, K. T. B. (2002). Comparação entre a produção de camarão sete-barbas e de fauna acompanhante pela frota de pequeno porte sediada na Praia de Perequê, Estado de São Paulo, Brasil. *Bol. Inst. Pesca, São Paulo*, 28: 189–194.

GREENWOOD, M. F. D. & HILL, A. S. (2003). Temporal, spatial and tidal influences on benthic and demersal fish abundance in the Forth Estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, London, 58: 211–225.

GUEDES, A. P. P. & ARAÚJO, F. G. (2008). Trophic resource partitioning among five flatfish species (Actinopterygii, Pleuronectiformes) in a tropical bay in south-eastern Brazil. *Journal of Fish Biology*, 72: 1035–1054.

GUILL, J. M.; HOOD, C. S. & HEINS, D. C. (2003). Body shape variation within and among three species of darters (Perciformes: Percidae). *Ecology of Freshwater Fish* 12: 134–140.

HAIMOVICI, M. & MENDONÇA, J. T. (1996). Descartes da fauna acompanhante na pesca de arrasto de tangones dirigida a linguados e camarões na plataforma continental do sul do Brasil. *Atlântida*, Rio Grande Brasil, 18: 161–177.

HERLER, J. (2007). Microhabitats and ecomorphology of coral- and coral rock-associated gobiid fish (Teleostei: Gobiidae) in the northern Red Sea. *Marine Ecology*, 28: 82–94.

IRSCHICK, D. J. (2002). Evolutionary approaches for studying functional morphology: Examples from studies of performance capacity. *Integrative and Comparative Biology* 42: 278–290.

IRSCHICK, D. J. & LOSOS, J. B. (1999). Do lizards avoid habitats in which performance is submaximal? The relationship between spring capabilities and structural habitat in Caribbean anoles. *Am. Nat.* 154: 293–305.

MAHON, R. (1984). Divergent structure in fish taxocenes of north temperate stream. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41:330–350.

MENDONÇA, J. T.; QUITO, L.; JANKOWSKY, M.; BALANIN, S. & GARRONE NETO, D. (2017). Diagnóstico da pesca do bagre-branco (*Genidens barbatus* e *G.*

*planifrons*) no litoral sudeste-sul do Brasil: subsídios para o ordenamento. RT-56, Série Relatórios Técnicos. Inst. Pesca, São Paulo 77p.

MENGE, B. A. & SUTHERLAND, J. P. (1976). Species diversity gradients: syntheses of the roles of predation, competition, and temporal heterogeneity. *American Naturalist* 110: 351–369.

MENGE, B. A. & OLSON, A. M. (1990). Role of scale and environmental factors in regulation of community structure. *Trends in Ecology and Evolution*, Amsterdam, 5: 52–57.

MONTEIRO, L. R. & REIS, S. F. (1999). Princípios de morfometria geométrica. Ribeirão Preto: Holos. 188p.

NELSON, J. S.; GRANDE, T. C. & WILSON, M. V. H. (2016). *Fishes of the World*. Fifth Edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey: [i]-xli, 1–707.

NORTON, S. F. (1995). A functional approach to ecomorphological patterns of feeding in cottid fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 44: 61–78.

NYBAKKEN, J. W. & BERTNESS, M. D. (2005). *Marine biology: an ecological approach*. 6th ed. San Francisco, Pearson/ Benjamin Cummings, 579p.

OLIVEIRA, E. F.; GOULART, E.; BREDA, L.; MINTE-VERA, C. V. ; PAIVA, L. R. S. & VISMARA, M. R. (2010). Ecomorphological patterns of the fish assemblage in a tropical floodplain: effects of trophic, spatial and phylogenetic structures. *Neotropical Ichthyology*, 8: 569–586.

OLIVEIRA, E. F. (2005). Padrões ecomorfológicos da assembléia de peixes da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, Paraná, Brasil. 68p.

PALMEIRA, L. & MONTEIRO-NETO, C. (2010). Ecomorphology and food habits of teleost fishes *Trachinotus carolinus* (Teleostei: Carangidae) and *Menticirrhus littoralis*

(Teleostei: Sciaenidae), inhabiting the surf zone of Niterói, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 58: 1–9.

PERES-NETO, P. R. (1999). Alguns métodos e estudos de ecomorfologia de peixes de riachos. Pp. 209–236. In: Caramashi, E. P., Mazzoni, R. & Peres-Neto, P. R. (eds). *Ecologia de Peixes de Riachos. Série Oecologia Brasiliensis*, vol. VI. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 260p.

PESSANHA, A. L. M.; ARAÚJO, F. G.; OLIVEIRA, R. E. M. C. C.; SILVA, A. F. & SALES, N. S. (2015). Ecomorphology and resource use by dominant species of tropical estuarine juvenile fishes. *Neotropical Ichthyology*, 13: 401–412.

ROBERT, M. C.; MICHELS-SOUZA, M. A. & CHAVES, P. T. (2007). *Biologia de Paralanchurus brasiliensis* (Steindachner) (Teleostei, Sciaenidae) no litoral sul do estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 2: 191–198.

ROCHA, G. R. A. & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. (1998). Demersal fish community on the inner shelf of Ubatuba, southeastern Brazil. *Rev. Bras. Oceanogr.*, 46: 93–109.

RODRIGUES, E.S.; GRAÇA-LOPES, R.; PITA, J. B. & COELHO, J. A. P. (1985). Levantamento das espécies de camarão presentes no produto da pesca dirigida ao camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*, Heller, 1862) no estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 12: 77–85.

RODRIGUES, C.; LAVRADO, H. P.; FALCÃO, A. P. C. & SILVA, S. H. G. (2007). Distribuição da ictiofauna capturada em arrasto de fundo na Baía de Guanabara – Rio de Janeiro, Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, 65:199–210.

RÜBER, L. & ADAMS, D. C. (2001). Evolutionary convergence of body shape and trophic morphology in cichlids from Lake Tanganyika. *Journal of Evolutionary Biology*, 14: 325–332.

SANDERS, H. L. (1969). Marine benthic diversity: a comparative study. *American Naturalist*, Chicago, 102: 243–282.

SCHWARZ JR, R.; FRANCO, A. C. N. P.; SPACH, H. L.; SANTOS, C.; PICHLER, H. A. & QUEIROZ, G. M. L. N. (2007). Variação da estrutura espacial da ictiofauna demersal capturada com rede de arrasto de porta na Baía dos Pinheiros, PR. *Boletim do Instituto de Pesca* 33: 157–169.

SIMIER, M.; BLANC, L.; ALIAUME, C.; DIOUF, P. S. & ALBARET, J. J. (2004). Spatial and temporal structure of fish assemblages in an “inverse estuary”, the Sine Saloum system (Senegal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, London, 59: 69–86.

SOARES, B. E.; RUFFEIL, T. O. B. & MONTAG, L. F. A. (2013). Ecomorphological patterns of the fishes inhabiting the tide pools of the Amazonian Coastal Zone, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 11:845–858.

STATSOFT, INC. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

STRATOUDAKIS, Y.; FRYER, R. J.; COOK, R. M.; PIERCE, G. J.; COULL, K. A. (2001). Fish bycatch and discarding in Nephrops trawlers in the Firth of Clyde (west of Scotland). *Aquatic Living Resources*, 14: 283–291.

VANHOODYDONCK, B.; VAN DAMME, R. & AERTS, P. (2000). Ecomorphological correlates of habitat partitioning in Corsican lacertid lizards. *Functional Ecology*, 14: 358–368.

VAZZOLER, A. E. A. M.; SOARES, L. S. H. & CUNNINGHAM, P. T. M. (1999). Ictiofauna da costa brasileira. In: LOWE-McCONNEL, R. H. (Ed.). *Estudos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: Ed. USP. p.424–467.

VITT, L. J.; CALDWELL, J. P.; ZANI, P. A. & TITUS, T. A. (1997). The role of habitat shift in the evolution of lizard morphology: Evidence from Tropical *Tropidurus*. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 94: 3828–3832.

WAINWRIGHT, P. C. & BELLWOOD, D. R. (2002). Ecomorphology of feeding in coral reef fishes. Pp. 33–55. In: Sale, P. F. (Ed.). *Coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem*. Academic Press, San Diego, 549p.

WAINWRIGHT, P. C. & RICHARD, B. A. (1995). Predicting patterns of prey use from morphology of fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 44: 97–113.

WATSON, D. J. & BALON, E. K. (1984). Ecomorphological analysis of taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. *J. Fish. Biol.* 25: 371–384.

WAINWRIGHT, P. C.; BELLWOOD, D. R. & WESTNEAT, M. W. (2002). Ecomorphology of Locomotion in Labrid Fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 65: 47–62.

WILLIS, S. C.; WINEMILLER, K. O. & LOPEZ-FERNANDEZ, H. (2005). Habitat structural complexity and morphological diversity of fish assemblages in a Neotropical floodplain river. *Oecologia*, 142: 284–295.

WINEMILLER, K. O. (1991). Ecomorphological diversification in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions. *Ecological Monographs* 61: 343–365.

WINEMILLER, K. O. (1992). Life history strategies and the effectiveness of sexual selection. *Oikos*, 62: 318–327.

ZEE (2005). *Ictiofauna dos Estuários do Estado do Ceará. Zoneamento Ecológico e Econômico da Zona Costeira do Estado do Ceará*. Governo do Estado do Ceará. 200p.

## Apêndice

Tab. 1- Valores calculados para os atributos ecomorfológicos de *Micropogonias furnieri*.

Valores	SL (mm)	IC	AR	CRPCD	ICPCD	IAV	PRO	CRC	LRB	ARB	ABO
<b>Média</b>	178,333	2,229	0,270	0,212	2,844	1,743	0,508	0,300	0,093	0,096	1,043
<b>Desvio Padrão</b>	21,520	0,549	0,017	0,014	0,772	0,424	0,084	0,012	0,009	0,010	0,154
<b>Máximo</b>	215,000	3,980	0,290	0,230	4,570	3,060	0,650	0,320	0,110	0,110	1,330
<b>Mínimo</b>	155,000	1,710	0,240	0,190	2,000	1,090	0,330	0,270	0,080	0,070	0,750

Tab. 2- Valores calculados para os atributos ecomorfológicos *Eucinostomus gula*.

Valores	SL (mm)	IC	AR	CRPCD	ICPCD	IAV	PRO	CRC	LRB	ARB	ABO
<b>Média</b>	95,467	2,763	0,390	0,099	2,188	1,907	0,485	0,299	0,065	0,068	1,044
<b>Desvio Padrão</b>	6,413	0,178	0,021	0,028	0,300	0,100	0,037	0,021	0,005	0,008	0,093
<b>Máximo</b>	110,000	3,210	0,440	0,140	2,750	2,040	0,540	0,330	0,070	0,080	1,170
<b>Mínimo</b>	90,000	2,570	0,370	0,040	1,820	1,690	0,400	0,250	0,050	0,050	0,860

Tab. 3- Valores calculados para os atributos ecomorfológicos *Eucinostomus argenteus*.

Valores	SL (mm)	IC	AR	CRPCD	ICPCD	IAV	PRO	CRC	LRB	ARB	ABO
<b>Média</b>	105,200	2,374	0,340	0,144	1,794	2,399	0,331	0,303	0,057	0,058	1,018
<b>Desvio Padrão</b>	5,519	0,083	0,013	0,021	0,245	0,244	0,073	0,023	0,005	0,006	0,125
<b>Máximo</b>	110,000	2,510	0,360	0,170	2,350	2,790	0,570	0,350	0,060	0,070	1,200
<b>Mínimo</b>	95,000	2,200	0,320	0,090	1,580	1,770	0,270	0,270	0,050	0,050	0,710

Tab. 4- Valores calculados para os atributos ecomorfológicos *Diplectrum radiale*.

Valores	SL (mm)	IC	AR	CRPCD	ICPCD	IAV	PRO	CRC	LRB	ARB	ABO
<b>Média</b>	125,333	1,717	0,259	0,186	1,855	1,801	0,398	0,303	0,142	0,200	1,417
<b>Desvio Padrão</b>	6,114	0,168	0,017	0,030	0,189	0,246	0,042	0,023	0,012	0,013	0,177
<b>Máximo</b>	140,000	2,060	0,310	0,230	2,200	2,260	0,460	0,330	0,160	0,230	1,800
<b>Mínimo</b>	120,000	1,550	0,240	0,110	1,590	1,370	0,330	0,240	0,120	0,180	1,200

Tab. 5- Valores calculados para os atributos ecomorfológicos *Orthopristis ruber*.

Valores	SL (mm)	IC	AR	CRPCD	ICPCD	IAV	PRO	CRC	LRB	ARB	ABO
<b>Média</b>	174,000	2,793	0,371	0,124	1,908	1,731	0,422	0,355	0,106	0,123	1,173
<b>Desvio Padrão</b>	27,269	0,480	0,021	0,022	0,476	0,167	0,048	0,026	0,009	0,015	0,172
<b>Máximo</b>	215,000	3,640	0,420	0,180	2,730	2,110	0,480	0,400	0,120	0,150	1,500
<b>Mínimo</b>	125,000	2,160	0,370	0,110	0,890	1,480	0,320	0,310	0,090	0,090	0,770

Tab. 6- Valores calculados para os atributos ecomorfológicos *Stellifer rastrifer*.

Valores	SL (mm)	IC	AR	CRPCD	ICPCD	IAV	PRO	CRC	LRB	ARB	ABO
<b>Média</b>	125,933	2,115	0,321	0,168	2,354	2,203	0,357	0,292	0,143	0,166	1,165
<b>Desvio Padrão</b>	5,431	0,212	0,020	0,014	0,239	0,172	0,027	0,020	0,010	0,009	0,082
<b>Máximo</b>	135,000	2,730	0,350	0,190	2,620	2,470	0,400	0,320	0,160	0,180	1,350
<b>Mínimo</b>	120,000	1,850	0,290	0,150	1,990	1,860	0,290	0,250	0,130	0,150	1,050

Tab. 7- Valores calculados para os atributos ecomorfológicos *Cathorops spixii*.

Valores	SL (mm)	IC	AR	CRPCD	ICPCD	IAV	PRO	CRC	LRB	ARB	ABO
<b>Média</b>	161,667	1,057	0,155	0,122	1,920	2,315	0,285	0,302	0,099	0,121	1,228
<b>Desvio Padrão</b>	12,630	0,327	0,039	0,014	0,236	0,170	0,070	0,023	0,005	0,007	0,074
<b>Máximo</b>	180,000	1,480	0,210	0,140	2,460	2,620	0,440	0,370	0,110	0,130	1,330
<b>Mínimo</b>	140,000	0,630	0,100	0,090	1,520	2,130	0,180	0,280	0,090	0,110	1,060

Tab. 8- Valores calculados para os atributos ecomorfológicos *Cetengraulis edentulus*.

Valores	SL (mm)	IC	AR	CRPCD	ICPCD	IAV	PRO	CRC	LRB	ARB	ABO
<b>Média</b>	125,333	2,502	0,285	0,094	2,213	1,905	0,408	0,281	0,070	0,193	2,990
<b>Desvio Padrão</b>	-5,499	0,223	0,012	0,012	0,345	0,198	0,055	0,012	0,024	0,019	0,889
<b>Máximo</b>	135,000	3,060	0,310	0,110	3,180	2,320	0,490	0,300	0,150	0,240	5,000
<b>Mínimo</b>	115,000	2,220	0,270	0,060	1,760	1,640	0,310	0,250	0,050	0,180	1,220

Tab.9- Valores calculados para os atributos ecomorfológicos *Citharichthys spilopterus*.

Valores	SL (mm)	IC	AR	CRPCD	ICPCD	IAV	PRO	CRC	LRB	ARB	ABO
<b>Média</b>	134,667	5,246	0,411	0,051	4,885	2,258	0,165	0,236	0,097	0,130	1,339
<b>Desvio Padrão</b>	16,417	0,587	0,020	0,011	1,015	0,123	0,011	0,026	0,005	0,010	0,111
<b>Máximo</b>	170,000	6,520	0,450	0,060	8,050	2,520	0,190	0,260	0,110	0,160	1,500
<b>Mínimo</b>	110,000	4,410	0,380	0,030	3,860	2,040	0,150	0,160	0,090	0,120	1,140

Tab. 10- Valores calculados para os atributos ecomorfológicos *Etropus crossotus*.

Valores	SL (mm)	IC	AR	CRPCD	ICPCD	IAV	PRO	CRC	LRB	ARB	ABO
<b>Média</b>	99,400	6,040	0,433	0,041	5,085	2,176	0,096	0,183	0,042	0,046	1,103
<b>Desvio Padrão</b>	4,154	0,730	0,023	0,012	0,780	0,162	0,013	0,012	0,005	0,006	0,178
<b>Máximo</b>	105,000	7,640	0,470	0,070	6,030	2,690	0,110	0,210	0,050	0,060	1,500
<b>Mínimo</b>	92,000	5,130	0,400	0,020	3,210	2,030	0,070	0,160	0,040	0,040	0,800

Tab. 11- Valores calculados para os atributos ecomorfológicos *Achirus lineatus*.

Valores	SL (mm)	IC	AR	CRPCD	ICPCD	IAV	PRO	CRC	LRB	ARB	ABO
<b>Média</b>	89,308	5,346	0,564	1,379	14,734	2,210	0,111	0,231	0,082	0,071	0,866
<b>Desvio Padrão</b>	8,587	0,558	0,041	0,097	1,614	0,139	0,016	0,017	0,010	0,008	0,125
<b>Máximo</b>	105,000	6,300	0,630	1,560	17,400	2,560	0,150	0,260	0,100	0,080	1,170
<b>Mínimo</b>	80,000	4,200	0,480	1,250	12,320	1,990	0,080	0,210	0,070	0,060	0,700

Tab. 12- Valores calculados para os atributos ecomorfológicos *Menticirrhus americanus*.

Valores	SL (mm)	IC	AR	CRPCD	ICPCD	IAV	PRO	CRC	LRB	ARB	ABO
<b>Média</b>	142,500	1,640	0,225	0,239	2,020	1,718	0,409	0,294	0,099	0,102	1,038
<b>Desvio Padrão</b>	10,335	0,179	0,015	0,016	0,231	0,123	0,048	0,018	0,014	0,010	0,095
<b>Máximo</b>	155,000	1,970	0,250	0,260	2,290	2,070	0,470	0,310	0,130	0,130	1,230
<b>Mínimo</b>	125,000	1,460	0,200	0,220	1,690	1,590	0,320	0,260	0,080	0,090	0,930

Tab. 13- Valores calculados para os atributos ecomorfológicos *Paralonchurus brasiliensis*.

Valores	SL (mm)	IC	AR	CRPCD	ICPCD	IAV	PRO	CRC	LRB	ARB	ABO
<b>Média</b>	148,250	1,943	0,253	0,238	2,451	1,731	0,353	0,209	0,074	0,078	1,086
<b>Desvio Padrão</b>	13,254	0,157	0,020	0,012	0,403	0,070	0,044	0,022	0,011	0,007	0,198
<b>Máximo</b>	170,000	2,090	0,280	0,270	3,000	1,850	0,420	0,250	0,090	0,090	1,500
<b>Mínimo</b>	125,000	1,700	0,220	0,220	1,820	1,640	0,290	0,170	0,060	0,070	0,800

Tab. 14- Valores calculados para os atributos ecomorfológicos *Prionotus punctatus*.

Valores	SL (mm)	IC	AR	CRPCD	ICPCD	IAV	PRO	CRC	LRB	ARB	ABO
<b>Média</b>	134,100	1,153	0,232	0,101	1,501	2,247	1,813	23,646	0,193	0,192	0,996
<b>Desvio Padrão</b>	9,024	0,067	0,012	0,016	0,185	0,321	0,225	15,282	0,022	0,025	0,087
<b>Máximo</b>	153,000	1,230	0,250	0,140	1,740	2,710	2,170	47,710	0,230	0,220	1,110
<b>Mínimo</b>	124,000	1,010	0,220	0,080	1,250	1,640	1,500	9,200	0,160	0,150	0,880

## Capítulo 4

Dieta de espécies que compõem a assembléia de peixes de uma baía tropical do sudeste do Brasil: levantamento de dados

Dieta de espécies que compõem a assembléia de peixes de uma baía tropical do sudeste do Brasil: levantamento de dados

**Resumo:** O conhecimento dos hábitos alimentares de espécies de peixes em sistemas costeiros é fundamental para entender os papéis dos componentes das assembléias em seus diferentes aspectos, incluindo os padrões morfológicos associados à procura e obtenção do alimento. Este trabalho teve como objetivo caracterizar os hábitos alimentares das espécies de peixes mais abundantes e que ocorrem na fauna acompanhante da pesca de camarão na Baía de Sepetiba, que são também espécies frequentes e abundantes na ictiofauna local. Espera-se poder encontrar consistência ecológica entre os hábitos alimentares, que possam ser associados a estudos ecomorfológicos no ambiente estudado. Esta caracterização foi feita com base em levantamento da literatura disponível em publicações de ampla divulgação nesta área do conhecimento e se baseou na compilação de 52 artigos científicos sobre hábitos alimentares das espécies selecionadas, publicados durante o período de 1980 a 2016. A ictiofauna acompanhante da pesca de arrasto de camarão na Baía de Sepetiba constou de 16 espécies. Os itens alimentares descritos na literatura para cada espécie foram organizados e processados por análise de agrupamento, onde foi possível identificar oito grupos de acordo com base na frequência dos itens registrados. Quase todos os peixes estudados são carnívoros ictiófagos (13 espécies) se alimentando junto ao fundo, dos quais, três praticam também o canibalismo. Duas espécies são iliófagos/bentófagos, consumindo prioritariamente Crustacea, Mollusca e Anellida. Uma única espécie foi exclusivamente herbívora, predando sobre componentes do fitoplancton. A maioria das espécies apresentou estômagos com restos de peixes não identificados, evidenciando hábitos de predação carnívora ictiófaga. No entanto, foi notável a importância de crustáceos (Decapoda, Mysidacea), anelídeos (Polychaeta, Nereidae) e moluscos (Gastropoda, Bivalvia, Cephalopoda) como recurso alimentar no local. Como esperado, mudanças de hábitos alimentares foram registradas para algumas espécies de acordo com a ontogenia, estações do ano, e diferentes áreas de estudo. Tais mudanças parecem ser associadas à limitação dos recursos que são partilhados visando facilitar a coexistência destas espécies nos sistemas costeiros.

**Palavras-chave:** ictiofauna acompanhante, dieta, ictiófagos, canibalismo, Polychaeta

Diet of species composing fish assemblages from a tropical bay in southeastern Brazil: data collection

**Abstract:** Knowledge of dietary habits of fish species in coastal systems is fundamental to understanding the roles of assemblage components in their different aspects, including the morphological patterns associated with the pursuit and obtaining of food. Studies directed to the accompanying fauna of the shrimp fishery allow a more detailed knowledge about the faunistic composition of the environment in question. The objective of this work was to characterize the dietary habits of the most abundant fish species that occur in the accompanying fauna of shrimp fishing in Sepetiba Bay, which are also frequent and abundant species in the local ichthyofauna. It is expected to be able to find ecological consistency among the alimentary habits that can be associated to ecomorphological studies in the studied environment. This characterization was carried out based on a review of the literature available in publications with wide dissemination in this area of knowledge and was based on the compilation of 52 scientific articles on the dietary habits of the selected species published during the period from 1980 to 2016. The accompanying fish ichthyofauna of shrimp trawling in Sepetiba Bay consisted of 16 species. The food items available in the literature each species were organized into a table and then processed by cluster analysis, where it was possible to identify eight groups according to the frequency of the recorded items. Almost all studied fish are carnivorous fish (13 species) fed near the bottom, of which three also practice cannibalism. Two species are iliophages / bentófagos, consuming mainly Crustacea, Mollusca and Anellida. A single species was exclusively herbivorous, preying on phytoplankton components. The majority of the species had stomachs with unidentified fish remains, evidencing habits of carnivorous predation. However, the importance of crustaceans (Decapoda, Mysidacea), annelids (Polychaeta, Nereidae) and molluscs (Gastropoda, Bivalvia, Cephalopoda) was notable as an on-site food resource. As expected, changes in dietary habits were recorded for some species according to ontogeny, seasons, and different areas of study. Such changes seem to be associated with the limitation of the resources that are shared in order to facilitate the coexistence of these species in the coastal systems.

**Key words:** accompanying ichthyofauna, diet, ichthyophages, cannibalism, Polychaeta

## Introdução

O conhecimento dos hábitos alimentares de espécies de peixes em sistemas costeiros é fundamental para entender os papéis dos componentes das assembleias em seus diferentes aspectos, incluindo os padrões morfológicos associados à procura e obtenção do alimento (BLABER, 1997; CRUZ-ESCALONA *et al.*, 2000). Este conhecimento é de extrema importância para a compreensão de muitos processos biológicos e para a exploração racional de estoques de peixes e de outros organismos marinhos de valor econômico (AMARAL & MIGOTTO, 1980). O relacionamento alimentar entre as espécies é crítico para entender a dinâmica da estrutura da comunidade bem como para o desenvolvimento de políticas de manejo para conservação e uso sustentável dos recursos (MICHELI & HALPERN, 2005; GREENSTREET & ROGERS, 2006). Características morfológicas e comportamentais relacionadas à captura de presas e à prevenção de predadores regulam as interações presa-predador, influenciando assim a estrutura das comunidades de peixes (LOWE-McCONNELL, 1977, 1987). Muitas espécies de peixes, especialmente quando juvenis, habitam áreas costeiras arenosas, onde encontram alimentos e se abrigam de grandes predadores (LOWE-McCONNELL, 1977). Neste sentido, informações sobre os hábitos alimentares dos peixes são ferramentas muito úteis para o entendimento sobre o funcionamento básico das assembleias de peixes, sendo amplamente utilizadas para estudos e modelagem em autoecologia, sendo também cada vez mais importantes no manejo baseado em ecologia (KULBICKI *et al.*, 2005).

A Baía de Sepetiba (22°54'-23°04'S e 43°34'-44°10'W) é um dos mais importantes ecossistemas aquáticos costeiros do estado do Rio de Janeiro, onde ocorre um grande número de espécies de peixes em seus primeiros anos de vida, ou espécies de pequeno porte (ARAÚJO *et al.*, 1997). A pesca de arrasto de camarão nesta baía é uma prática antiga, que já foi alvo de legislações voltadas para a preservação das espécies. Há algumas décadas, a Portaria SUDEPE n° 121 de 07/03/68, complementada pela Portaria n° 167 de 11/03/70, impediram a introdução de barcos de arrasto na região, tendo como justificativa a necessidade de preservação de camarões imaturos e de peixes juvenis de importância comercial. Contudo, as redes de arrastos foram introduzidas aos poucos e, em 1976 já se contavam cerca de 80 barcos de arrasto operando na Baía de Sepetiba, voltados exclusivamente para a pesca arrasteira de camarão (JABLONSKI &

RODRIGUES, 1981). Esta atividade se mantém em destaque e em pleno vigor até os dias de hoje.

A pesca de arrasto traz como subproduto o “*bycatch*”, ou “fauna acompanhante”, que são espécies capturadas pelos equipamentos de pesca que tem como alvo outras espécies. A composição da ictiofauna acompanhante da pesca de arrasto do camarão é feita na sua maioria, por espécies sem valor comercial, que são descartadas, ou, quando em grande quantidade com tamanhos não muito pequenos, são vendidas em um mix de espécies (ao que os pescadores chamam de “mistura”) como uma opção de pescados com baixo custo. De acordo com PAULY (1998), a prática indiscriminada de atividades pesqueiras afeta níveis tróficos bem distantes das espécies comercializadas e, por isso, a abordagem de manejo monoespecífica vem sendo substituída para o conceito de manejo do ecossistema (GARCIA *et al.*, 2003). Estudos direcionados à fauna acompanhante da pesca do camarão possibilitam o conhecimento mais aprofundado sobre a composição faunística do ambiente em questão.

A comunidade de peixes da Baía de Sepetiba foi descrita por ARAÚJO *et al.* (1998) e atualmente pouco se sabe sobre a interação dessa comunidade, a repartição dos nichos e relações tróficas como um todo. Numerosos estudos examinaram os hábitos alimentares de várias espécies de peixes em todo o mundo (HYNES, 1950; HYSLOP, 1980; MOTTA *et al.*, 1995; BERGMANN & MOTTA, 2005; BIZZARRO *et al.*, 2007; MUÑOZ *et al.*, 2011), considerando que o conhecimento do regime alimentar é um dos requisitos básicos para uma análise das relações entre os organismos de um determinado ecossistema (AMARAL & MIGOTTO, 1980). A relação entre a quantidade, qualidade e disponibilidade de alimento com a distribuição e abundância dos organismos consumidores é bastante estreita (KAWAKAMI & AMARAL, 1983) e requer olhar crítico científico.

Este trabalho teve como objetivo caracterizar a dieta das espécies de peixes que ocorrem na fauna acompanhante da pesca de camarão na Baía de Sepetiba, que são também espécies freqüentes e abundantes na ictiofauna local. Esta caracterização foi feita com base em dados secundários através de levantamento da literatura disponível.

## Metodologia

As espécies selecionadas para esse trabalho foram as mesmas utilizadas nos estudos de ecomorfologia corporal e de otólitos, provenientes da pesca de arrasto de camarão na Baía de Sepetiba. Por não se dispor dos conteúdos estomacais em condições adequadas para análises, foi feito um levantamento das informações sobre os seus hábitos alimentares disponíveis na literatura. A pesquisa bibliográfica foi baseada na compilação de 52 artigos científicos sobre hábitos alimentares das espécies selecionadas em diversos locais de ocorrência, publicados durante o período de 1980 a 2016.

Uma análise de agrupamento dos itens alimentares mais representativos das espécies estudadas foi aplicada utilizando o método de Ward e a distância Euclidana, com base em dados de presença/ausência.

## Resultados

A base consultada para identificação dos peixes mais frequentes na ictiofauna acompanhante da pesca de arrasto de camarão na Baía de Sepetiba constou de 16 espécies (Figs. 1 a 16). Todas as espécies pertencem à Classe dos Osteichthyes, distribuídas em seis Ordens: Clupeiformes, Siluriformes, Scorpaeniformes, Acanthuriformes, Perciformes e Pleuronectiformes

### Clupeiformes

Engraulidae- *Cetengraulis edentulus* (Cuvier, 1829)

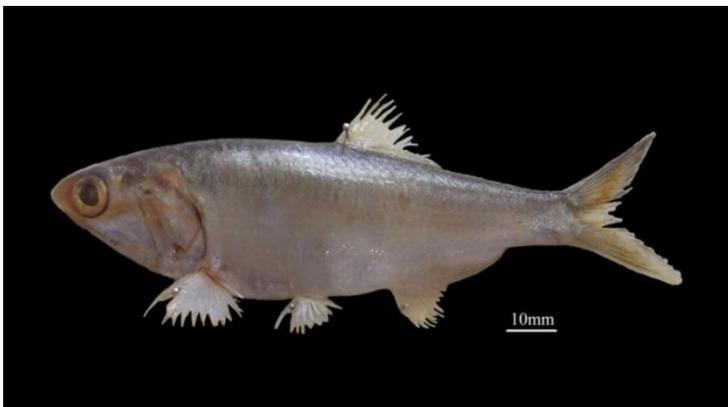


Fig.1- Exemplar de *C. edentulus* (Foto: arquivo pessoal)

É conhecida como “sardinha-boca-torta”, pode atingir até 18 cm de comprimento total (GIARRIZZO *et al.*, 2006) e apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o Caribe e Panamá até a costa do estado de Santa Catarina, no Brasil (FIQUEIREDO & MENEZES, 1978).

### **Siluriformes**

Ariidae- *Cathorops spixii* (Agassiz, 1829)



Fig.2- Exemplar de *C. spixii* (Foto: arquivo pessoal)

Conhecido popularmente como “bagre amarelo”, é um peixe de grande importância ecológica como constituinte da cadeia alimentar associado ao fundo de estuários, sendo a espécie de Ariidae mais comum no litoral brasileiro (FIGUEIREDO & MENEZES, 1978). Ocorre na costa Atlântica da América do Sul desde Belize até o sudeste brasileiro (TÍJARO *et al.*, 1998).

## Scorpaeniformes

Triglidae- *Prionotus punctatus* (Bloch, 1793)



Fig.3- Exemplar de *P. punctatus* (Foto: arquivo pessoal)

Espécie demersal amplamente distribuída no Atlântico Ocidental, desde a América Central até a Argentina (SOARES & APELBAUM, 1994). Comum em todo o litoral brasileiro, é encontrada em fundos de areia e lama e também em poças da zona entre-marés e nas proximidades de estuários (FIGUEIREDO & MENEZES, 1980). Conhecida como “cabrinha”, esta espécie pode atingir 45 cm de comprimento total (TEIXEIRA & HAIMOVICI, 1989)

## Acanthuriformes

Sciaenidae- *Menticirrhus americanus* (Linnaeus, 1758)



Fig.4- Exemplar de *M. americanus* (Foto: arquivo pessoal)

Popularmente conhecido no Brasil como “Betara”, “Papa-terra” ou “Perna-de-moça”, é distribuído no Atlântico ocidental de 41° N a 51°S, de Cape Cod (EUA) à Argentina (CASATTI & MENEZES, 2003). Pode atingir 50 cm de comprimento (CERVIGÓN, 1993) e 1,70 kg de peso. Ocorre em águas costeiras até profundidades de 85m (MENEZES & FIGUEIREDO, 1980; CARVALHO-FILHO, 1999), geralmente em fundos arenosos e lamacentos, mas também em fundos de areia dura.

*Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823)



Fig.5-Exemplar de *M. furnieri* (Foto: arquivo pessoal)

A corvina é amplamente distribuída na costa leste das Américas, das Antilhas à Argentina (CASATTI *et al.*, 2003). É uma espécie costeira demersal, abundante em fundos de areia, silte e cascalho de estuários, baías e ao longo da costa, entre 1 e 100 m de profundidade (mais comumente acima dos 30 m), atinge 75 cm de comprimento total e 4,5 kg de peso. Devido à sua abundância, a espécie é um dos alvos mais importantes e tradicionais da pesca artesanal em estuários do Brasil, Argentina e Uruguai (CHAO, 2002; JANATA & REIS, 2005; BORGES *et al.*, 2007).

*Paralonchurus brasiliensis* (Steindachner, 1875)



Fig.6- Exemplar de *P. brasiliensis* (Foto: arquivo pessoal)

Espécie pertencente à família Sciaenidae, mais freqüente na região costeira do litoral norte do Estado de São Paulo (BRAGA *et al.*, 1985). Comumente coletada em arrastos do tipo “ottertrawl” efetuados em águas rasas (BRAGA *et al.*, 1985), popularmente conhecida como Maria-Luísia, distribui-se do Panamá à Argentina, sendo muito comum em todo o litoral brasileiro (MENEZES & FIGUEIREDO, 1980).

*Stellifer rastrifer* (Jordan, 1889)



Fig.7- Exemplar de *S. rastrifer* (Foto: arquivo pessoal)

É uma espécie costeira que ocorre da Colômbia ao sul do Brasil e atinge no máximo 20 cm de comprimento total (MENEZES & FIGUEIREDO, 1980). *Stelliferrastrifer* é comumente conhecida como porrudo, cangoá, ou canganguá. Constitui uma parte importante do rejeito da pesca do camarão sete-barbas (COELHO *et al.*, 1986; BRANCO & VERANI, 2006) atingindo valores expressivos em relação ao total capturado (HENZE, 2004).

## Perciformes

### Gerreidae- *Eucinostomus gula* (Quoy & Gaimard, 1824)



Fig.8- Exemplar de *E. gula* (Foto: arquivo pessoal)

Conhecida como “carapicu”, esta espécie habita o Oceano Atlântico desde a América do Norte até a Bahia, e pode chegar a medir até 25 cm. Está associada a fundos arenosos e é comum em águas estuarinas, sendo os adultos encontrados mais freqüentemente em águas rasas de praias arenosas (MENEZES & FIGUEIREDO, 1980).

### *Eucinostomus argenteus* Baird & Girard, 1855



Fig.9- Exemplar de *E. argenteus* (Foto: arquivo pessoal)

Pode atingir comprimento máximo de 20 cm. Essa espécie é distribuída no leste do Oceano Pacífico, dos Estados Unidos (Anaheim Bay, Califórnia) até o Peru, incluindo as Ilhas Galápagos, e no Atlântico ocidental, dos Estados Unidos (Nova Jersey) até o sul do Brasil (CARPENTER, 2002). É comumente encontrada sobre

fundos de areia ou conchas, ocasionalmente em enseadas oceânicas para estuários, e seus juvenis ocorrem em lagoas e manguezais (ESCHMEYER *et al.*, 1983).

Haemulidae-*Orthopristes ruber* (Cuvier, 1830)



Fig.10- Exemplar de *O. ruber* (Foto: arquivo pessoal)

Espécie comum em todo litoral brasileiro, sendo encontrado da costa até 200 m de profundidade (MENEZES & FIGUEIREDO, 1980). No litoral paulista a espécie foi considerada freqüente ficando concentrada em águas rasas entre 35 e 40 m (ROCHA, 1990). É o representante da família Haemulidae mais abundante na Baía de Sepetiba (SANTOS *et al.*, 2004).

Serranidae- *Diplectrum radiale* (Quoy & Gaimard, 1924)



Fig.11- Exemplar de *D. radiale* (Foto: arquivo pessoal)

Habita áreas costeiras e estuarinas das costas leste e norte da América do Sul em profundidades de até 60 m, pode atingir 25 cm de comprimento total e desempenha um papel importante na estrutura dos ecossistemas (BORTONE, 1977; CARPENTER, 2002). Apesar de possuir hábitos costeiros, ocorrendo inclusive em regiões estuarinas

sobre fundos areno-lodosos (SMITH & RANDALL, 1978), poucas informações biológicas sobre a espécie são conhecidas ( FERREIRA & ABILHÔA, 2005).

Trichiuridae-*Trichiurus lepturus* Linnaeus, 1758

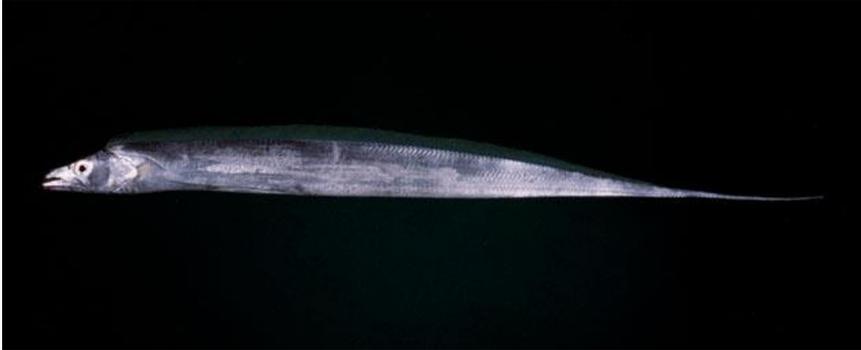


Fig.12- Exemplar de *T. lepturus* (Foto- FishBase/Randall, J.E.)

Distribui-se em águas quentes e temperadas, entre 60° N e 45° S, com salinidades entre 33 e 36ppm e temperaturas superiores à 16°C. No Oceano Atlântico, a espécie se distribui do Canadá (~40°N), até a Argentina (~37°S), desde a linha de costa até profundidades em torno de 350m (MAGRO *et al.*, 2000; MARTINS & HAIMOVICI, 2000; MAGRO, 2006). Conhecida como peixe-espada, esta espécie pode medir até 235 cm de comprimento total (CLARO, 1994).

### **Pleuronectiformes**

Achiridae-*Achirus lineatus* (Linnaeus, 1758)



Fig.13- Exemplar de *A. lineatus* (Foto: arquivo pessoal)

Espécie de tamanho médio (comprimento máximo de 23 cm), distribuída da Flórida ao norte da Argentina, sendo encontrada em fundos arenosos, especialmente em ambientes marinhos e estuarinos, onde os indivíduos vivem enterrados ou camuflados pela cor do corpo (FIGUEIREDO & MENEZES, 2000).

Paralichthyidae- *Etropus crossotus* Jordan & Gilbert, 1882



Fig.14- Exemplar de *E. crossotus* (Foto: arquivo pessoal)

Espécie de pequeno porte (< 20 cm), que apresenta uma ampla distribuição pela costa brasileira, ocorrendo com frequência em ambientes rasos de baías e estuários (FIGUEIREDO & MENEZES, 2000). Sua distribuição geral vai da Baía de Chesapeake, todo o Golfo do México e Mar do Caribe, incluindo as Antilhas, até o sul do Brasil.

*Citharichthys spilopterus* Günther, 1862



Fig.15- Exemplar de *C. spilopterus* (Foto: arquivo pessoal)

Espécie que pode atingir 21 cm (BARRETO *et al.*, 2018). Sua distribuição desde Nova Jersey, todo o Golfo do México, Mar do Caribe, incluindo as Antilhas através de Santos, e costa do Brasil (YÁÑEZ-ARANCIBIA & SÁNCHEZ-GIL, 1986). Ocorre em

fundos rasos lamacentos da costa até 75 m de profundidade e também em estuários salgados e lagoas hipersalinas (CERVIGÓN *et al.*, 1992).

*Cynoglossidae*- *Symphurus tessellatus* (Quoy & Gaimard, 1824)



Fig.16- Exemplar de *S. tessellatus* (Foto: arquivo pessoal)

Conhecidos popularmente como “língua de mulata” ou “língua de sogra”, podem chegar a medir até 22 cm (MUNROE, 1991) e encontram-se distribuídos por áreas marinhas tropicais e subtropicais entre 40° de latitude norte a 40° de latitude sul, bem como em estuários.

### Dados bibliográficos

Entre os artigos utilizados, o mais antigo foi de 1980 que reporta sobre a importância dos Polychaeta na alimentação da macrofauna demersal e epibêntica de Ubatuba-SP, descrevendo hábitos alimentares de *P. brasiliensis*, *D. radiale*, *E. argenteus*, *E. gula*, *O. ruber*, *M. americanus*, *M. furnieri* e *T. lepturus* (AMARAL & MIGOTTO, 1980). Os estudos mais recentes se referem à *E. argenteus* (CHÍ-ESPÍNOLA & VEGA-CENDEJAS, 2016), *E. gula* (PINEDA-PERALTA *et al.*, 2016) e *P. brasiliensis* (GOETTEN *et al.*, 2016).

Algumas espécies encontram-se praticamente desprovidas de informações de literatura sobre alimentação, como *O. ruber*, para o qual foi encontrado apenas um único trabalho realizado na década de 90 (AGUIAR & FILOMENO, 1995). Para *P.*

*punctatus* e *C. spixii* foram encontrados apenas dois trabalhos para cada espécie, porém, sendo a maioria mais recente (SOARES & APELBAUM, 1994; DENADAI *et al.*, 2013; GUEDES *et al.*, 2015). Quanto aos métodos utilizados, apenas ZAHORCSAK *et al.* (2000) optaram por observar *E. gula* em seu ambiente natural para verificar os hábitos e itens alimentares da espécie. Os demais autores optaram pelo método de abrir os estômagos e analisar o conteúdo sob ampliação de microscópio.

### **Dados alimentares**

Quase todos os peixes estudados são carnívoros ictiófagos (13 espécies), das quais, três praticam também o canibalismo (Fig. 17). Duas espécies são iliófagos/bentófagos, consumindo prioritariamente Crustacea, Mollusca e Anellida. Uma única espécie foi exclusivamente herbívora, predando sobre componentes do fitoplâncton.

A literatura consultada denota que a maioria das espécies apresentou estômagos com restos de peixes não identificados, evidenciando hábitos de predação carnívora ictiófaga (Tabela 1). No entanto, foi notável a importância de crustáceos (Decapoda, Brachyura, Mysidacea), anelídeos (Polychaeta, Nereidae) e moluscos (Gastropoda, Bivalvia, Cephalopoda) (Tabela 1) como itens alimentares no local. O estudo realizado na Baía de Ubatuba (SOARES & APELBAUM, 1994) identificou restos de Pleuronectiformes (entre restos de outras espécies não identificadas) nos conteúdos estomacais de *P. punctatus*. Predação também foi registrada para *M. furnieri*, a qual continha *P. brasiliensis* em seu conteúdo estomacal. Esses dados indicam interação presa-predador entre as espécies estudadas.

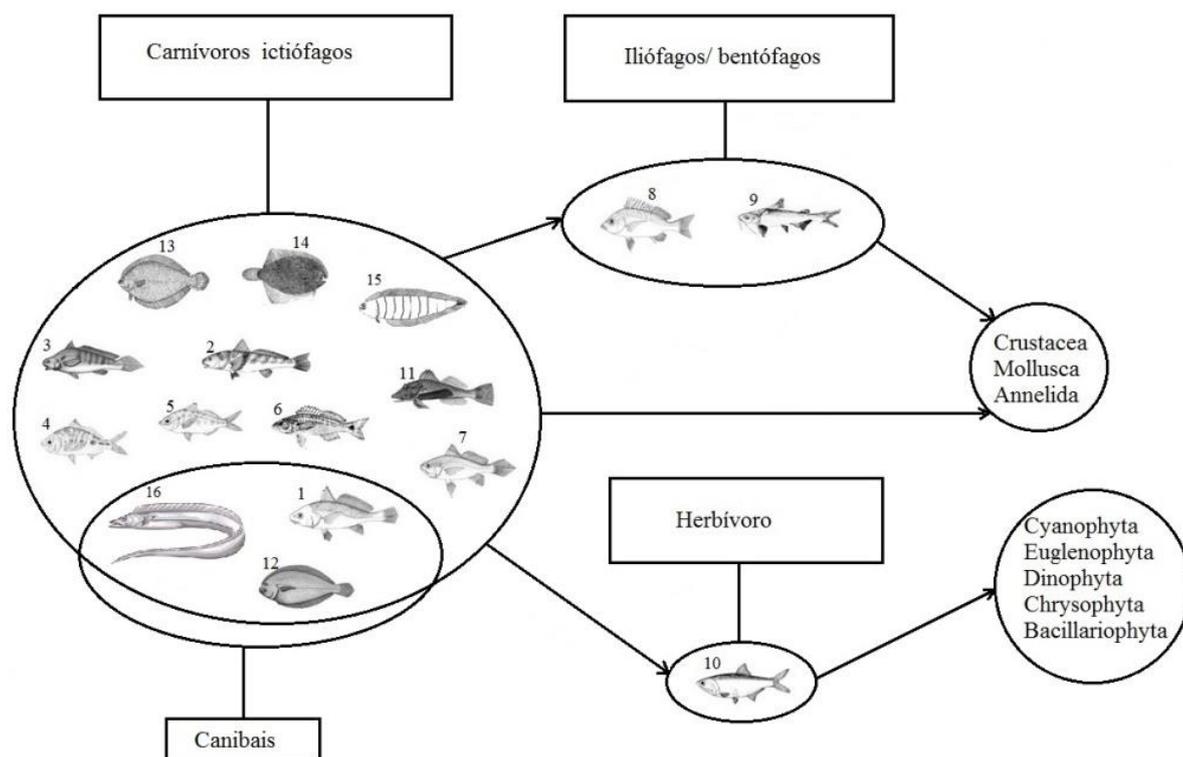


Fig.17-Representação da relação trófica entre as espécies. 1, *M. furnieri*; 2, *M. americanus*; 3, *P.brasiiliensis*; 4, *E. gula*; 5, *E. argenteus*; 6, *D. radiale*; 7, *S.rastrifer*; 8, *O. ruber*; 9, *C. spixii*; 10, *C. edentulus*; 11, *P. punctatus*; 12, *C. spilopterus*; 13, *E. crossotus*; 14, *A. lineatus*; 15, *S. tessellatus*; 16, *T. lepturus*.

Tabela 1. Itens alimentares mais frequentes nos estômagos das espécies estudadas

Espécie	Crustacea	Anellida	Mollusca	peixes	algas	Equinodermos	mat. org.	Autor
<i>D. radiale</i>		x						Amaral & Migotto, 1980
<i>D. radiale</i>	x	x		x				Ferreira & Abilhôa, 2005
<i>D. radiale</i>	x			x				Meurer & Andreato, 2002
<i>D. radiale</i>	x	x						Lunardon-Branco <i>et al.</i> , 2006
<i>D. radiale</i>	x	x	x	x				Gibran, 2007
<i>E. argenteus</i>	x	x		x				Denadai <i>et al.</i> , 2012
<i>E. argenteus</i>		x						Amaral & Migotto, 1980
<i>E. argenteus</i>	x	x	x					Pessanha, 2006
<i>E. argenteus</i>	x	x						Kerschner <i>et al.</i> , 1985
<i>E. argenteus</i>	x	x						Bouchereau & Chantrel, 2009
<i>E. argenteus</i>		x	x	x	x			Branco <i>et al.</i> , 1997
<i>E. argenteus</i>		x						Guedes <i>et al.</i> , 2015
<i>E. argenteus</i>	x	x						Chi-Espínola & Vega-Cendejas, 2006
<i>E. argenteus</i>	x	x	x		x			Hofling <i>et al.</i> , 1998

<i>E. gula</i>	x	x		x		Hofling <i>et al.</i> , 1998
<i>E. gula</i>		x				Guedes <i>et al.</i> , 2015
<i>E. gula</i>						Amaral & Migotto, 1980
<i>E. gula</i>	x					Zahorcsak <i>et al.</i> , 2000
<i>E. gula</i>	x			x	x	Pineda-Peralta <i>et al.</i> , 2016
<i>E. gula</i>			x			Santos & Rocha, 2007
<i>E. gula</i>	x	x	x			Vasconcelos Filho <i>et al.</i> , 2010
<i>M. americanus</i>	x	x				Rodrigues & Vieira, 2010
<i>M. americanus</i>	x	x	x	x		Turra <i>et al.</i> , 2012
<i>M. americanus</i>	x	x				Guedes <i>et al.</i> , 2015
<i>M. americanus</i>		x				Amaral & Migotto, 1980
<i>M. americanus</i>	x	x	x	x		Rondineli <i>et al.</i> , 2007
<i>M. americanus</i>	x	x		x		Haluch <i>et al.</i> , 2009
<i>M. furnieri</i>	x	x				Freret & Andreatta, 2003
<i>M. furnieri</i>		x				Amaral & Migotto, 1980
<i>M. furnieri</i>		x				Figueiredo & Vieira, 2005
<i>M. furnieri</i>		x				Mendoza-Carranza & Vieira, 2008
<i>M. furnieri</i>	x	x	x	x		Denadai <i>et al.</i> , 2015
<i>M. furnieri</i>	x		x	x		Giberto <i>et al.</i> , 2007
<i>M. furnieri</i>		x				Guedes <i>et al.</i> , 2015
<i>M. furnieri</i>	x	x		x		Morasche <i>et al.</i> 2010
<i>P. brasiliensis</i>	x	x		x	x	Branco <i>et al.</i> , 2005
<i>P. brasiliensis</i>		x				Robert <i>et al.</i> , 2007
<i>P. brasiliensis</i>		x				Amaral & Migotto, 1980
<i>P. brasiliensis</i>	x	x			x	Goetten <i>et al.</i> , 2016
<i>T. lepturus</i>	x		x	x		Chiou <i>et al.</i> , 2006
<i>T. lepturus</i>		x				Amaral & Migotto, 1980
<i>T. lepturus</i>				x		Guedes <i>et al.</i> , 2015
<i>T. lepturus</i>	x		x	x		Bittar <i>et al.</i> , 2008
<i>T. lepturus</i>	x	x		x		Vasconcelos Filho <i>et al.</i> , 2010
<i>T. lepturus</i>	x		x	x		Martins <i>et al.</i> , 2005
<i>C. spilopterus</i>	x			x	x	Vasconcelos Filho <i>et al.</i> , 2010
<i>C. spilopterus</i>	x			x		Castillo-Rivera <i>et al.</i> , 2000
<i>C. spilopterus</i>				x		Guedes <i>et al.</i> , 2015
<i>C. spilopterus</i>	x					Guedes <i>et al.</i> , 2015
<i>C. spilopterus</i>	x	x	x			Toepfer & Fleeger, 1995
<i>A. lineatus</i>	x	x				Vasconcelos Filho <i>et al.</i> , 2010
<i>A. lineatus</i>	x	x	x		x	Almeida <i>et al.</i> , 1997
<i>A. lineatus</i>		x				Guedes <i>et al.</i> , 2015
<i>A. lineatus</i>	x	x		x		Duarte & Andreatta, 2003
<i>E. crossotus</i>	x	x		x		Lunardon-Branco & Branco, 2003
<i>E. crossotus</i>	x	x				Freitas & Abilhôa, 2011
<i>E. crossotus</i>	x	x				Guedes <i>et al.</i> , 2015
<i>E. crossotus</i>	x	x				Bornatowski <i>et al.</i> , 2004
<i>S. tessellatus</i>	x	x		x		Duarte & Andreatta, 2003

<i>S. tessellatus</i>	x	x				Guedes <i>et al.</i> , 2015
<i>C. edentulus</i>				x		Sergipense <i>et al.</i> , 1999
<i>C. edentulus</i>	x			x		Gay <i>et al.</i> , 2002
<i>C. edentulus</i>				x		Krumme <i>et al.</i> , 2008
<i>O. ruber</i>	x	x	x			Aguiar & Filomeno, 1995
<i>P. punctatus</i>	x	x		x		Soares & Apelbaum, 1994
<i>P. punctatus</i>	x	x				Guedes <i>et al.</i> , 2015
<i>S. rastrifer</i>	x	x	x	x		Chaves & Vendel, 1998
<i>S. rastrifer</i>	x	x		x		Sabinson <i>et al.</i> , 2015
<i>S. rastrifer</i>	x					Guedes <i>et al.</i> , 2015
<i>S. rastrifer</i>	x	x		x	x	Frehse <i>et al.</i> , 2015
<i>C. spixii</i>	x	x	x			Denadai <i>et al.</i> , 2013
<i>C. spixii</i>	x					Guedes <i>et al.</i> , 2015

Dentre as 16 espécies em questão, *T. lepturus* demonstrou maior potencial de predação. Em seus conteúdos estomacais foram reportados (além de Mollusca, Crustacea e Anellidae) mais de 20 espécies de peixes, incluindo *P. brasiliensis* e a própria espécie, indicando canibalismo (MARTINS *et al.*, 2005; CHIOU *et al.*, 2006; BITTAR *et al.*, 2008; VASCONCELOS FILHO *et al.*, 2010). Canibalismo também foi registrado para *C. spilopterus* (CASTILLO-RIVERA *et al.*, 2000) e *M. furnieri* (ACHA *et al.*, 2002) que também se alimentam de poliquetas, moluscos e crustáceos.

Componentes do fitoplâncton (Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta) foram encontrados apenas nos estômagos de *C. edentulus*, sugerindo ser a única espécie herbívora na comunidade estudada.

Os estômagos de *M. americanus* apresentaram vermes não especificados, moluscos, poliquetas, crustáceos e peixes (RODRIGUES & VIEIRA, 2010; TURRA *et al.*, 2012), tendo crustáceo como alimento preferencial (RONDINELI *et al.*, 2007). Para esta espécie também foi registrada mudança no hábito alimentar durante a ontogenia, onde os juvenis demonstraram comportamento bentófago, com maior ingestão de poliquetas e os indivíduos sexualmente maduros evidenciaram um comportamento carnívoro, com maior ingestão de peixes (HALUCH *et al.*, 2009).

A mudança de hábitos alimentares também foi observada para *E. argenteus* que, segundo PESSANHA (2006), quando juvenis preferem microcrustáceos (Calanoida e Cyclopoida) e depois que chegam a fase adulta, além de se alimentarem prioritariamente de moluscos (Bivalves e Gastrópodos) em estações chuvosas, e

poliquetas e vegetais em estações secas. GUEDES *et al* (2015), em um estudo na Baía de Sepetiba, observaram diferença na dieta das espécies em três dimensões do nicho, isto é, entre as zonas (externa, central e interna) estudadas da Baía (e.g., *E. crossotus*, *S. rastrifer* e *S. tessellatus*), entre as estações do ano (e.g., *C. spixii* e *P. punctatus*) e entre as classes de tamanho (e.g., *M. furnieri*).

A análise de agrupamento sobre os itens alimentares das espécies também resultou em oito grupos (Fig. 18), com os Gerreidae permanecendo consistentemente num mesmo grupo, assim como *O. ruber* e *C. spixii* que também permaneceram agrupados.

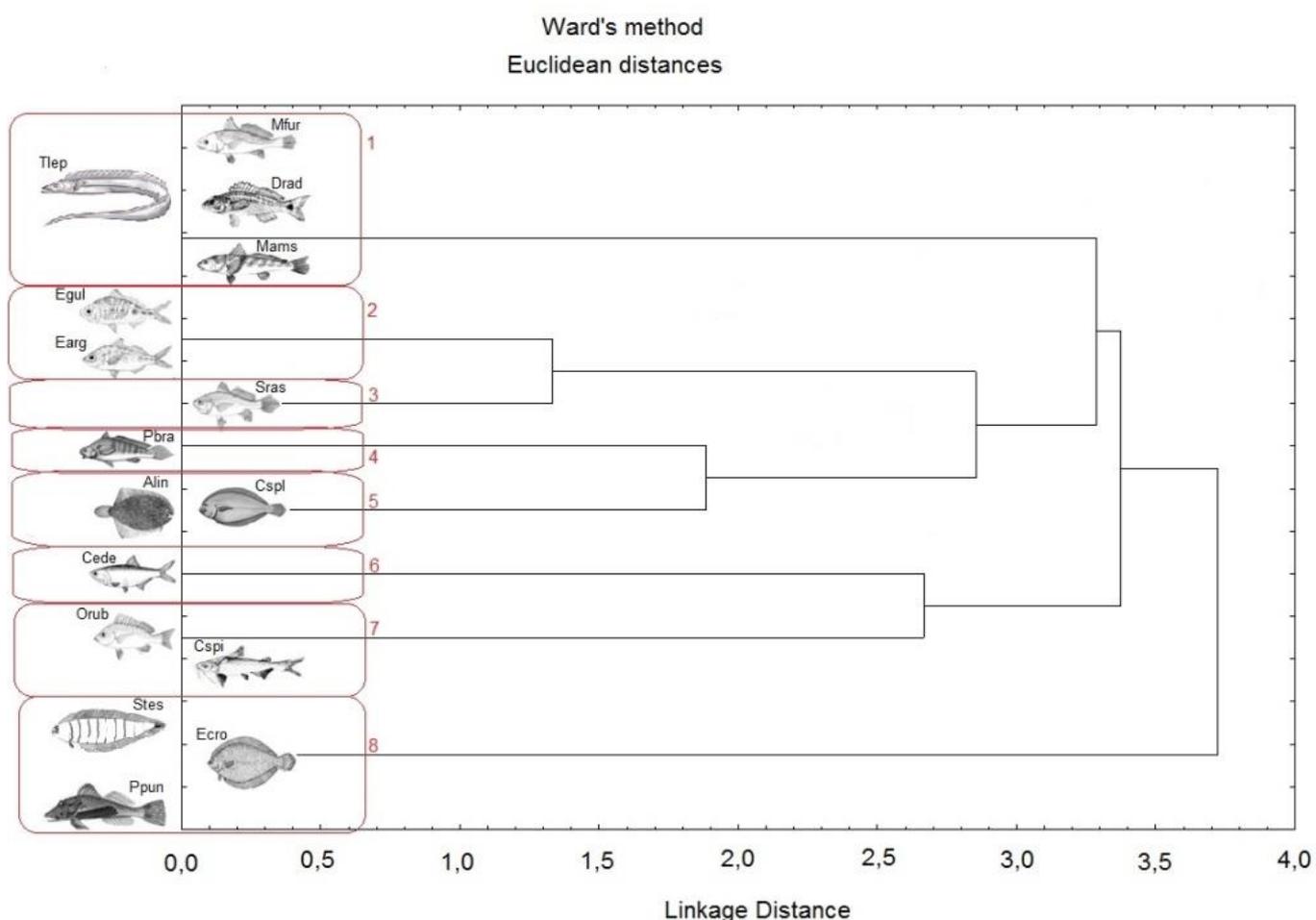


Fig. 18. Agrupamento das espécies com base nos itens alimentares encontrados. Mfur, *Micropogonias furnieri*; Egul, *Eucinostomus gula*; Earg, *Eucinostomus argenteus*; Drad, *Diplectrum radiale*; Orub, *Orthopristes ruber*; Sras, *Stellifer rastrifer*; Cspi, *Cathorops spixii*; Cede, *Cetengraulis edentulus*; Cspl, *Citharichthys spilopterus*; Ecro, *Etropus crossotus*; Alin, *Achirus lineatus*; Mams, *Menticirrhus americanus*; Pbra, *Paralanchurus brasiliensis*; Ppun, *Prionotus punctatus*; Tlep, *Trichiurus lepturus*; Stes, *Symphurus tessellatus*.

## Discussão:

De acordo com este levantamento, a grande taxa de ingestão de crustáceos registradanos estômagos das espécies de peixes que ocorrem na pesca de arrasto de camarão, confirma a importância deste item como importante recurso alimentar da ictiofauna. Segundo SHERIDAN *et al.* (1984), os peixes das famílias *Sciaenidae*, *Haemulidae*, *Serranidae* e *Paralichthyidae* (entre outras) são demersais comumente encontrados em áreas de ocorrência de camarões *Penaeidae*, como os camarões “sete-barbas” *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862). Os peixes demersais são muito importantes no ambiente marinho devido ao comportamento alimentar e reprodutivo, estando ligados ao ecossistema bêntico. Estes peixes desempenham importante papel na transformação da energia desde fontes primárias, consumindo diretamente detritos ou predando organismos detritívoros, e assim, promovendo um elo entre a matéria orgânica sedimentada e os níveis tróficos superiores. Os Pleuronectiformes, por estarem intimamente ligados ao substrato, têm um importante papel neste compartimento, servindo de elo para transferência de energia do sistema bêntico e dos depósitos de matéria orgânica através da trama trófica, e permitindo sua utilização por outros organismos da posição mais acima da cadeia trófica (MAGRO, 1996). Os linguados são espécies amplamente distribuídas na costa brasileira, com aspectos biológicos pouco conhecidos, porém, seu comportamento alimentar tem sido descrito como basicamente bentônico, com preferência por poliquetas e pequenos crustáceos (SOARES *et al.* 1993, BORNATOWSKI *et al.* 2004). De acordo com GUEDES *et al.* (2004), a separação trófica em linguados é mais marcada nos indivíduos de menor tamanho, o que pode estar associado à capacidade de captura e ingestão das presas.

Algumas espécies mostraram-se generalistas/opportunistas, alimentando-se inclusive da própria espécie, portanto, praticando canibalismo. Esse foi o caso de *T. lepturus* que apresenta hábito demerso-pelágico e é considerado oportunista e voraz quanto à alimentação (MARTINS & HAIMOVICI, 2000; CHIOU *et al.*, 2006). Esta espécie é predominantemente piscívora, mas cefalópodes e crustáceos peneídeos também fazem parte de sua dieta (WOJCIECHOWSKI, 1972; MARTINS *et al.*, 2005; CHIOU *et al.*, 2006). Também pode ser citado o linguado *C. spilopterus*, que foi

descrito como carnívoro e canibal (CASTILLO-RIVERA *et al.* 2000), destacando-se dos outros linguados estudados no presente trabalho.

A compilação de dados alimentares de *M. furnieri* revela que esta também é uma espécie generalista-oportunista que, segundo GIBERTO *et al.* (2007), possui capacidade de explorar diferentes presas funcionais quando elas são muito abundantes. MIANZAN *et al.* (1996) relataram ctenóforos na dieta desta espécie e associaram isso a *booms* temporais destas presas no estuário. Em outro estudo, ACHA *et al.* (2002) relataram que a espécie pratica canibalismo predando seus próprios ovos quando componentes do plâncton.

A mudança de comportamento alimentar de *M. Americanus* e *M. furnieri* corrobora as informações de NIKOLSKY (1963) que afirmou que alterações na dietadurante a fase de crescimento são adaptações da população para aproveitar maior gama de itens alimentares disponíveis, capacitando a espécie a assimilar maior variedade de alimento. Alterações ontogenéticas na dieta já foram relatadas para algumas espécies (McAFEE & MORGAN, 1996; MUÑOZ & OJEDA, 1998; HAJISAMAE, 2009), porque os peixes exibem um crescimento indeterminado que resulta em tamanhos de corpo abrangendo ordens de magnitude dentro de uma espécie, e o tamanho está diretamente relacionado ao risco de predação e capacidade de forrageio (WERNER, 1984; ROSS, 1986). Em geral, os pequenos piscívoros usam os crustáceos como sua principal fonte de alimento, mudando para peixes à medida que crescem (CASTILLO-RIVERA *et al.*, 2000; PAIVA *et al.*, 2008). Os crustáceos são mais difíceis de manusear e ingerir do que peixes, resultando em menor sucesso de captura, maior tempo de manipulação e, conseqüentemente, menor benefício energético. Por outro lado, os peixes têm maior conteúdo energético, conferindo vantagem com essa mudança (JUANES *et al.*, 2002).

Os resultados apresentados sugerem que a interação das espécies estudadas está relacionada ao ciclo alimentar, onde a fauna bentônica atrai os peixes, em sua maioria bentófagos e esses por sua vez atraem os peixes carnívoros. GUEDES *et al.* (2015) classificou a comunidade de peixes da Baía de Sepetiba em cinco guildas tróficas e duas espécies com hábitos alimentares especializados, sugerindo diferentes estratégias utilizadas pelos peixes no local para dividir os recursos disponíveis, principalmente Polychaeta e Crustáceos.

Embora *Cetengraulis edentulus* tenha se mostrado herbívora na maioria das informações disponíveis na literatura, um estudo realizado na Laguna de Itaipú registrou copépodos em seu conteúdo estomacal em meio aos itens de fitoplâncton (GAY *et al.*, 2002). Os autores defendem que provavelmente a ingestão de copepodes tenha ocorrido acidentalmente, pois segundo SERGIPENSE *et al.* (1999), esta espécie é fitófaga filtradora de hábitos bentônicos.

Segundo ESPÍRITO SANTO & ISAAC (1999), *C. spixii* possui uma dieta constituída principalmente por bivalves, camarões, poliquetas, isópodos, insetos aquáticos e ofiuróides. De acordo com SALINI *et al.* (1994), a dentição dos bagres pode influenciar na dieta, seleção do habitat e distribuição dessas espécies. Em estudo realizado em Pernambuco, GUEDES & VASCONSELOS FILHO (1980) consideraram os hábitos alimentares dessa espécie como sendo zoófagos, em virtude da grande quantidade de animais encontrados em seus estômagos.

CHI-ESPÍNOLA e VEGA-CENDEJAS (2016) descreveram a interação trófica de *E. gula* e *E. argenteus* como “particionamento de recursos” em termos de proporção e frequência de itens de presa na Península de Yucatán. A “teoria do particionamento de nicho” (BOLNICK *et al.*, 2003; MARIANI *et al.*, 2011), postula que toda vez que uma espécie diminui os recursos alimentares compartilhados pela especialização, reduz a competição interespecífica e aumenta a competição intraespecífica. Os microcrustáceos como amphipodas e copépodos tem sido citados como principais itens da dieta de *E. gula* e *E. argenteus* (CYRUS & BLABER, 1982; MOTTA *et al.*, 1995; ZAHORCSAK *et al.*, 2000; GNING *et al.*, 2010; DENADAI *et al.*, 2012), porém, parece que isso depende da área de estudos e das presas disponíveis no local. KERSHNER *et al.* (1985) por exemplo, descreveram moluscos bivalves como itens principais na alimentação destes gerreídeos, sendo que estes itens não foram encontrados nos estudos anteriormente citados. Alguns autores como BRANCO *et al.* (1997) e HOFLING *et al.* (1998), destacaram que as algas são um componente importante da dieta destas espécies, porém, é provável que na realidade a ingestão deste item possa ter ocorrido acidentalmente devido à voracidade com que os organismos consomem suas presas principais (NANJO *et al.*, 2008; NAKANE *et al.*, 2011). A disponibilidade de alimentos pode levar as espécies a fazerem uso da “flexibilidade alimentar” que, segundo DILL (1983) é uma característica adaptativa ao ciclo de vida dos peixes.

Neste levantamento, ficou explícita a partilha de recursos alimentares entre as espécies estudadas e suas preferências alimentares, que poderia ser um mecanismo para

facilitar a coexistência. Quando um recurso se torna limitante, as espécies competidoras podem se especializar de acordo com suas preferências de recursos, diminuindo a sobreposição de nicho. No entanto, quando os recursos são limitados, os concorrentes podem ser forçados a utilizar recursos comuns, aumentando a sobreposição de nichos (WIENS, 1993; GABLER & AMUNDSEN, 2010). Para GUEDES *et al.* (2015), é razoável supor que *A. lineatus*, *E. gula*, *E. argenteus* e *M. furnieri* seriam concorrentes potenciais no caso de uma escassez de Polychaeta na Baía de Sepetiba, porque essas espécies consistentemente usam este recurso como seu principal alimento.

Em uma teia trófica, se uma determinada espécie é retirada em excesso, pode implicar na falta de alimento para as espécies que a tinham como recurso alimentar. Do mesmo modo, as espécies que serviam de recurso alimentar para a espécie em questão, podem formar uma superpopulação, causando então um desequilíbrio natural no meio.

Pode ser concluído, com base na literatura consultada, que Crustacea, Mollusca e Anellida são itens de extrema importância na alimentação das espécies em questão e merecem atenção especial com relação à sua ocorrência e disponibilidade. A importância dos estudos de trofodinâmica associada à lacuna de informações referentes a este tema demonstra a necessidade deste tipo de estudo. Considerando o poder de impacto da pesca arrasteira de camarão sobre as espécies que habitam o local explorado por esse tipo de pesca, recomendamos um estudo sobre os hábitos alimentares das espécies que compõe a ictiofauna acompanhante, porém, utilizando uma faixa de tamanho mais abrangente. Com isso, seria possível investigar possíveis mudanças de itens alimentares pelas espécies durante a fase de crescimento e o real nível de partição de recursos pelas espécies dentro da Baía de Sepetiba.

**Referências Bibliográficas:**

ACHA, E. M.; BREMEC, C. & LASTA, C. (2002). Cannibalism on planktonic eggs by a non-filter feeding fish, *Micropogonias furnieri* (Sciaenidae). Fish. Resear. 56:321–326.

AGUIAR, J. B. S. & FILOMENO, M. J. B. (1995). Hábitos alimentares de *Orthopristis ruber* (CURVIER 1830), (Osteichthyes – Haemulidae) na Lagoa da Conceição – SC, Brasil. Biotemas 8 :41–49.

ALMEIDA, Z. S.; FONSECA-GENEVOIS, V. & VASCONCELOS FILHO, A. L. (1997). Alimentação de *Achirus lineatus* (Teleostei, Pleuronectiformes: Achiridae) em Itapissuma - PE. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia, São Luís, v. 10, p. 79-95

AMARAL, A. C. Z. & MIGOTTO, A. E. (1980). Importância dos anelídeos poliquetos na alimentação da macrofauna demersal e epibentônica da região de Ubatuba. Bol. Inst. Oceanogr. S Paulo, 29:31–35.

ARAÚJO, F. G.; CRUZ-FILHO, A. G.; AZEVÊDO, M. C. C.; SANTOS, A. C. A. & FERNANDES, L. A. M. (1997). Estrutura da comunidade de peixes jovens da margem continental da Baía de Sepetiba, RJ. Acta Biol. Leopoldensia, 19: 61–83.

ARAÚJO, F. G.; CRUZ-FILHO, A. G.; AZEVEDO, M. C. C. & SANTOS, A. C. A. (1998). Estrutura da comunidade de peixes demersais da Baía de Sepetiba, RJ. Rev. Brasil. Biol., 58: 417–430.

BARRETO, T. M. R.; FREIRE, K. M. F.; REIS-JUNIOR, J. J. C.; ROSA, L. C.; CARVALHO-FILHO, A. & ROTUNDO, M. M. (2018). Fish species caught by shrimp trawlers off the coast of Sergipe, in north-eastern Brazil, and their length-weight relations. Acta Ichthyol. Piscat. 48:277–283.

BERGMANN, G. T. & MOTTA, P. J. (2005). Diet and morphology through ontogeny of the nonindigenous Mayan cichlid ‘*Cichlasoma (Nandopsis)*’ *urophthalmus* (Günther 1862) in southern Florida. Environ. Biol. Fishes, 72: 205-211.

- BITTAR, V. T.; CASTELLO, B. F. L. & DI BENEDITTO, A. P. M. (2008). Hábito alimentar do peixe-espada adulto, *Trichiurus lepturus*, na costa norte do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. *Biotemas*, 21: 83–90.
- BIZZARRO, J. J.; ROBINSON, H. J.; RINEWALT, C. S.; EBERT, D. A. (2007). Comparative feeding ecology of four sympatric skate species off central California, USA. *Environ. Biol. Fishes*, 80: 197–220.
- BLABER, S. J. M. (1997). *Fish and Fisheries of Tropical Estuaries*. Fish and Fisheries Series 22, Chapman & Hall, London; 367 pp.
- BLABER, S. J. M.; BREWER, D. T. & SALINI, J. P. (1994). Diet and dentition in tropical ariid catfishes from Australia. *Environmental Biology of Fishes* 40: 159–174.
- BOLNICK, D. I.; SVANBÄCK, R.; FORDYCE, J. A.; YANG, L. H.; DAVIS, J. M.; HULSEY, C. D. & FORISTER, M. L. (2003). The ecology of individuals: incidence and implications of individual specialization. *American Naturalist*, 161: 1–28.
- BORGES, A.; TEIXEIRA, M. S.; FREITAS, M. Q.; FRANCO, R. M.; MÁRSICO, E. T. & CLEMENTE, S. C. de S. (2007). Qualidade da corvina (*Micropogonias furnieri*) eviscerada em diferentes períodos de estocagem a 0 °C (Quality of gutted corvina (*Micropogonias furnieri*) in different storage periods at 0 °C). *Cienc. Rural.*, 37: 259–264.
- BORNATOWSKI, H.; ABILHOA, V & BROGIM, R. A. (2004). A alimentação do linguado *Etropus crossotus* (Pleuronectiformes, Paralichthyidae) em um banco arenoso na Ilha do Mel, Paraná, Brasil. *Estudos de Biologia* 26:11–15.
- BORTONE, S. A. (1977b). Observations on the life history of *Diplectrum pacificum* and *Diplectrum macropoma* (Pisces: Serranidae) from the Bay of Panama. *Pacific Science*, 31: 49 – 60.
- BOUCHEREAU, J. L. & CHANTREL, J. (2009). Régime alimentaire de trois gerreidés et d'un sciaenidé dans un lagune à mangrove antillaise. *Cybiurn*, 33: 179–191.
- BRAGA, F. M. S.; BRAGA, M. A. S. & GOITEIN, R. (1985). Fator de condição e alimentação de *Paralichthys brasiliensis* (Osteichthyes, Sciaenidae) na região da ilha

Anchieta (lat. 23° 33'S - long. 45° 05'W) Ubatuba, Estado de São Paulo. *Naturalia* 10:1–11.

BRANCO, C. W. C.; AGUIARO, T.; ESTEVES, F. A. & CARAMASCHI, E. P. (1997). Food sources of the teleost *Eucinostomus argenteus* in two costal lagoons of Brazil. *Studies in Neotropical Fauna & Environment*, Lisse, 32: 33–40.

BRANCO, J. O.; FRACASSO, H. A. A.; MACHADO, I. F.; BOVENDORP, M. S. & VERANI, J. R. (2005). Dieta de *Sula leucogaster* Boddaert (Sulidae, Aves), nas Ilhas Moleques do Sul, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22: 1044–1049.

BRANCO, J. O. & VERANI, J. R. (2006). Pesca do camarão setebarbas e sua fauna acompanhante, na Armação do Itapocoroy, Penha, SC. In BRANCO, J. O. & MARENZI, A. W. C. (Eds.). Bases ecológicas para um desenvolvimento sustentável: estudos de caso em Penha, SC. Itajaí: Editora da UNIVALI. p. 153–170.

CARPENTER, K. E. (2002). FAO Species identification sheets for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Atlantic (fishing area 31). Roma, FAO, v.1–3.

CARPENTER, K. E. (2002). (ed.). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 5: 1375–2127.

CARVALHO FILHO, A. (1999). Peixes: costa brasileira. 3ª ed. São Paulo, Editora Melro, 320p.

CASATTI, L. & MENEZES, N. A. (2003). Família *Sciaenidae*. p. 86-89. In: Menezes, N.A.; Buckup, P.A.; Figueiredo, J.L. & Moura, R.L. Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil. São Paulo, Museu de Zoologia da USP. 160p.

CASATTI, L.; MENDES, H. F. & FERREIRA, K. M. (2003). Aquatic macrophytes as feeding site for small fishes in the Rosana Reservoir, Paranapanema River, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63: 213–222.

CASTILLO-RIVERA, M.; KOBELKOWSKY, A. & CHÁVEZ, A. M. (2000). Feeding biology of the *Citharichthys spilopterus* (Bothidae) in a tropical estuary of Mexico. *J. Appl. Ichthyol.* 16: 73–78.

CERVIGÓN, F., (1993). Los peces marinos de Venezuela. Volume II. Fundación científica los Roques, Caracas; 497 pp.

CERVIGÓN, F.; CIPRIANI, R.; FISCHER, W.; GARIBALDI, L.; HENDRICKX, M.; LEMUS, A. J.; MÁRQUEZ, R.; POUTIERS, J. M.; ROBAINA, G. & RODRIGUEZ, B. (1992). Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca: guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. FAO, Rome, p. 1–513.

CHAO, L. N. (2002). Sciaenidae. In: The living marine resources of the Western Central Atlantic, vol 3: bony fishes, part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals, p 1375–2127.

CHAVES, P. D. T. C. & VENDEL, A. L. (1998). Feeding Habits of *Stellifer rastrifer* (Perciformes, Sciaenidae) at Guaratuba Mangrove, Parana, Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology, 41: 423–428.

CHI-ESPÍNOLA, A. A. & VEGA-CENDEJAS, M. E. (2016). Food resources of *Eucinostomus* (Perciformes: Gerreidae) in a hyperhaline lagoon: Yucatan Peninsula, Mexico. Rev. Biol. Mar. Oceanogr., 51: 395–406.

CHIOU, W. D.; CHEN, C. Y.; WANG, C. M. & CHEN, C. T. (2006). Food and feeding habits of ribbonfish *Trichiurus lepturus* in coastal waters of south-western Taiwan. Fisheries Science, 72: 373–381.

CLARO, R. (1994). Características generales de La ictiofauna. p. 55–70. In: R. Claro (ed) Ecología de los peces marinos de Cuba. Instituto de Oceanología, Academia de Ciencias de Cuba and Centro de Investigaciones de Quintana Roo. 525p.

COELHO, J. A. P.; PUZZI, A.; LOPES, R. G.; RODRIGUES, E. S. & PRETO JUNIOR, O. (1986). Análise da rejeição de peixes na pesca artesanal dirigida ao camarão sete-barbas. Boletim do Instituto de Pesca, 13: 51–61.

CRUZ-ESCALONA, V. H.; ABITIA-CARDENES, L. A.; CAMPOS-DAVILA, L. & GALVAN-MAGANA, F. (2000). Trophic interrelations of the three most abundant fish species from Laguna San Ignacio, Baja California Sur, Mexico. B Mar Sci 66:361–373.

- CYRUS, D. P. & BLABER, S. J. (1982). Mouthpart structure and function and the feeding mechanisms of Gerres (Teleostei). *S. Afr. J. Zool.*, 17: 117–121.
- DENADAI, M. R.; SANTOS, F. B.; BESSA, E.; FERNANDEZ, W. S.; PASCHOAL, C. C. & TURRA, A. (2012). Diets of *Eucinostomus argenteus* (Baird & Girard, 1855) and *Diapterus rhombeus* (Cuvier, 1829) (Perciformes: Gerreidae) in Caraguatatuba Bay, southeastern Brazil. *Panam. J. Aquat. Sci.*, 7: 143–155.
- DENADAI, M.; POMBO, M.; SANTOS, F. B.; BESSA, E.; FERREIRA, A. & TURRA, A. (2013). Population dynamics and diet of the MadamangoSea catfish *Cathorops spixii* (Agassiz, 1829) (Siluriformes: Ariidae) in a tropical bight in Southeastern Brazil. *PloSone*, 8(11), p. e81257.
- DENADAI, M. R.; SANTOS, F. B.; BESSA, E.; FERNANDEZ, W. S.; LUVISARO, C. & TURRA, A. (2015). Feeding habits of whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* (Perciformes: Sciaenidae) in Caraguatatuba Bay, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 63:125–134.
- DILL, L. M. (1983). Adaptive flexibility in the in the foraging behavior of fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 1: 67–74.
- DUARTE, G. A. S. & ANDREATA, J. V. (2003). Hábito alimentar das espécies de Achiridae e Cynoglossidae que ocorrem na Baía da Ribeira em Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. *Bioikos*, PUC-Campinas, 17: 39–48.
- ESCHMEYER, W. N.; HERALD, E. S. & HAMMANN, H. (1983). A field guide to Pacific coast fishes of North America. Houghton Mifflin Company, Boston, U.S.A. 336p.
- ESPÍRITO SANTO, R. V. & ISAAC, V. J. (1999). Alimentação e aspectos da reprodução da Uricica, *Cathorops spixii* (Agassiz, 1829) (Osteychthyes, Siluriformes, Ariidade), no estuário do Rio Caeté (Município de Bragança-PA). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia*, Belém, 15: 95–111.
- FERREIRA, C. & ABILHOA, V. (2005). A alimentação da michole *Diplectrum radiale* (Quoy & Gaimard, 1824) em um banco areno-lodoso na ilha do mel, Paraná, Brasil. *Revista Estud. Biol.*, 27:13–17.

FIGUEIREDO, J. L. & MENEZES, N. A. (1978). Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. II. Teleostei (1). Museu de Zoologia da USP, São Paulo.

FIGUEIREDO, J. L. & MENEZES, N. A. (1980). Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. III. Teleostei (2). Museu de Zoologia da USP, São Paulo.

FIGUEIREDO, J. L. & MENEZES, N. A. (2000). Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. VI. Teleostei (5). Museu de Zoologia da USP, São Paulo.

FIGUEIREDO, G. M. & VIEIRA, J. P. (2005). Diel feeding, daily food consumption and the predatory impact of whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) in an estuarine environment. *Mar. Ecol.*, 26: 130–139.

FREHSE, F. A.; VALDUGA, M. O.; CORRÊA, M. F. M.; PINHEIRO, P. C. & VITULE, J. R. S. (2015). Feeding ecology and resource sharing patterns between *Stellifer rastriifer* (Jordan, 1889) and *S. brasiliensis* (Schultz, 1945) (Perciformes: Sciaenidae) along the coasts of Paraná and Santa Catarina, Brazil. *Journal of Applied Ichthyology*, 3: 479–486.

FREITAS, M. O. & ABILHÔA, V. (2011). Variações ontogênicas e sazonais na dieta de *Etropus crossotus* Jordan e Gilbert, 1882 (Paralichthyidae) na baía de Ubatuba-Enseada, Estado de Santa Catarina, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences Maringá*, 33: 185–189.

FRERET, N. V. & ANDREATA, J. V. (2003). Composição da dieta de *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Teleostei, Sciaenidae) da Baía da Ribeira, Angra dos Reis, Rio de Janeiro. *Bioikos, PUC-Campinas*, 17: 33–37.

GABLER, H. M. & AMUNDSEN, P. A. (2010). Feeding strategies, resource utilisation and potential mechanisms for competitive coexistence of Atlantic salmon and alpine bullhead in a sub-Arctic river. *Aquat. Ecol.* 44: 325–336.

GARCIA, S. M.; ZERBI, A.; ALIAUME, C.; CHI, T. & LASSERRE, G. (2003). “The ecosystem approach to fisheries: issues, terminology, principles, institutional foundations, implementation and outlook.” *FAO Fisheries Technical Paper* (443), 71pp.

GAY, D.; BASSANI, C. & SERGIPENSE, S. (2002). Diel variation and selectivity in the diet of *Cetengraulis edentulous* (Cuvier 1828) (Engraulidae-Clupeiformes) in the Itaipu Lagoon, Niterói, Rio de Janeiro. *Atlântica*, Rio Grande, 24: 59–68.

GIARRIZZO, T.; SILVA DE JESUS, A. J.; LAMEIRA, E. C., ARAÚJO DE ALMEIDA, J. B.; ISAAC, V. & SAINT-PAUL, U. (2006). Weight-length relationships for intertidal fish fauna in a mangrove estuary in Northern Brazil. *J. Appl. Ichthyol.* 22: 325–327.

GIBERTO, D. A.; BREMEC, C. S.; ACHA, E. M.; MIANZAN, H. W. (2007). Feeding of the whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* (Sciaenidae; Pisces) in the estuary of the Rio de la Plata and adjacent uruguayan coastal waters. *Atlântica*, 29: 75–84.

GIBRAN, F. Z. (2007). Activity, habitat use, feeding behavior, and diet of four sympatric species of *Serranidae* (Actinopterygii: Perciformes) in Southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology* 5: 387–398.

GNING, N.; LE LOC'H, F.; THIAW, O. T.; ALIAUME, C. & VIDY, G. (2010). Estuarine resources use by juvenile flagfin mojarra (*Eucinostomus melanopterus*) in an inverse tropical estuary (Sine Saloum, Senegal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 86: 683–691.

GOETTEN, M. A.; BOSSE, A.; SEDREZ, M. C.; BARRILLI, G. H. C.; VERANI, J. R.; MARTINS, M. O.; BRANCO, J. O. & BARREIROS, J. P. (2016). Hábitos alimentares de *Paralichthys brasiliensis* (Steindachner, 1875) em Penha, SC, sul do Brasil. 5º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense SICT-Sul ISSN 2526-4044 1035 / 1053.

GREENSTREET, S. P. R. & ROGERS, S. I. (2006). Indicators of the health of the North Sea fish community: 15 identifying reference levels for an ecosystem approach to management. *ICES Journal of Marine Science* 63: 573–593.

GUEDES, D. S. & VASCONSELOS FILHO, A. L. (1980). Estudo Ecológico da Região de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. IX Informações sobre a alimentação dos Bagres Branco e Amarelo (Pisces Ariidae). *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife*, 15:323–330.

- GUEDES, A. P. P.; ARAÚJO, F. G. & AZEVEDO, M. C. C. (2004). Estratégia trófica dos linguados *Citharichthys spilopterus* Günther e *Symphurus tessellatus* (Quoy & Gaimard) (Actinopterygii, Pleuronectiformes) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21: 857–864.
- GUEDES, A. P. P.; ARAÚJO, F. G.; PESSANHA, A. L. M. & MILAGRE, R. R. (2015). Partitioning of the feeding niche along spatial, seasonal and size dimensions by the fish community in a tropical bay in Southeastern Brazil. *Marine Ecology*, 36, 38–56.
- HAJISAMAE, S. (2009). Trophic ecology of bottom fishes assemblage along coastal areas of Thailand. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 82:503–514.
- HALUCH, C. F.; FREITAS, M. O.; CORRÊA, M. F. M. & ABILHOA, V. (2009). Variação sazonal e mudanças ontogênicas na dieta de *Menticirrhus americanus* (Linnaeus, 1758) (Teleostei, Sciaenidae) na Baía de Ubatuba-Enseada, Santa Catarina, Brasil. *Pan-Am. J. Aquat. Sci.*, 4: 347–356.
- HENZE, E. (2004). Análise do Descarte da pesca artesanal dirigida ao camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) em duas regiões pesqueiras do litoral de Pontal do Paraná, estado do Paraná. Monografia em Oceanografia, Universidade Federal do Paraná - UFPR. Pontal do Paraná. 45p.
- HOFLING, J. C.; FERREIRA, L. I.; NETO, F. B.; FILHO, A. M.; LIMA, P. A. & GIBIN, T. E. (1998). Fish alimentation of the Gerreidae family of the estuarine lagoon complex in Cananeia, São Paulo, Brazil. *Rev. Bioikos*, 12: 7–18.
- HYNES, H. B. N. (1950). The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food of fishes. *J. Anim. Ecol.*, Oxford, 19: 36–58.
- HYSLOP, E. J. (1980). Stomach content analysis: a review of methods and their applications. *J. Fish Biol.*, Southampton, 17: 411–429.
- JABLONSKI, S. & RODRIGUES, L. F. (1981). Análise da pesca de arrasto na Baía de Sepetiba – RJ. Coordenadoria regional da Sudepe no estado do Rio de Janeiro - COREG – RJ, 52p.

- JANATA, H. N. & REIS, E. G. (2005). Exploração pesqueira da corvina (*Micropogonias furnieri*) no extremo sul do Brasil pela frota costeira de média escala. *Acta. Biol. Leopondensia*, 27: 115–122.
- JUANES, F.; BUCKEL, J. A. & SCHARF, F. S. (2002). Feeding ecology of piscivorous fishes. In *Handbook of Fish Biology and Fisheries* vol. 1. (P.J.B. Hart & J.D. Reynolds, eds.). Blackwell Publishing, Oxford, p.267–284.
- KAWAKAMI, E. & AMARAL, A. C. Z. (1983). Importância dos anelídeos poliquetas no regime alimentar de *Etropus longimanus* (Normann, 1908) (Pisces, Pleuronectiformes). *Heringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, 62: 47–54.
- KERSCHNER, B. A.; PETERSON, M. S. & GILMORE, Jr. R. G. (1985). Ecotopic and ontogenetic trophic variation in mojarras (Pisces: Gerreidae). *Estuaries*, 8: 311–322.
- KRUMME, U.; BRENNER, M. & SAINT-PAUL, U. (2008). Spring-neap cycle as a major driver of temporal variations in feeding of intertidal fishes: evidence from the sea catfish *Sciadesherzbergii* (Ariidae) of equatorial west Atlantic mangrove creeks. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 367: 91–99.
- KULBICKI, M.; BOZEC, Y.; LABROSSE, P.; LETOURNEUR, Y.; MOU-THAM, G. & WANTIEZ, L. (2005). Diet composition of carnivorous fishes from coral reef lagoons of New Caledonia. *Aquat. Living Resour.*, 18: 231–250.
- LOWE-McCONNEL, R. H. (1977). *Ecology of fishes in tropical waters*. The Camelot Press Ltd, Southampton, 64 pp.
- LOWE-McCONNELL, R. H. (1987) *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge University Press. 382pp.
- LUNARDON-BRANCO, M. J. & BRANCO, J. O. (2003). Natural feeding of *Etropus crossotus* Jordan & Gilbert, 1882 in the Armação do Itapocoroy, Santa Catarina, Brazil. *Rev. Bras. Zool.* [online] 20: 631–635.
- LUNARDON-BRANCO, M. J.; BRANCO, J. O. & VERANI, J. R. (2006). Relações tróficas entre macroinvertebrados e peixes, na Armação do Itapocoroy, Penha, SC., p. 183–196.

MAGRO, M. (1996). Hábitos alimentares de peixes demersais da região do Saco do Mamanguá, Parati, Rio de Janeiro (Brasil). Unpublished MSc. thesis. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo, 235p.

MAGRO, M. (2006). Aspectos da pesca e dinâmica de populações do espada, *Trichiurus lepturus* (Trichiuridae, Teleostei), da costa Sudeste-Sul do Brasil. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, Brasil, 174pp.

MAGRO, M.; CERGOLE, M. C. & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. (2000). Avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na zona econômica exclusiva – Revizee – Síntese de conhecimentos dos principais recursos pesqueiros costeiros potencialmente exploráveis na costa sudeste-sul do Brasil: peixes. MMA – Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal / CIRM – Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, Brasília, Brasil, 145pp.

MARIANI, S.; BOGGAN, C. & BALATA, D. (2011). Food resource use in sympatric juvenile plaice and flounder in estuarine habitats. *Marine Ecology* 32: 96–101.

MARTINS, A. S. & HAIMOVICI, M. (2000). Reproduction of the cutlassfish *Trichiurus lepturus* in the southern Brazil subtropical convergence ecosystem. *Scientia Marina*, 64: 97–105.

MARTINS, A. S.; HAIMOVICI, M. & PALACIOS, R. (2005). Diet and feeding of the cutlass fish *Trichiurus lepturus* in the Subtropical Convergence Ecosystem of southern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85: 1223–1229.

MARTINS, A. S. & M. HAIMOVICI. (2000). Reproduction of the cutlass fish *Trichiurus lepturus* in the southern Brazil subtropical convergence ecosystem. *Scientia Marina*, 64: 97–105.

MCAFEE, S. T. & MORGAN, S. G. (1996). Resource use by five sympatric parrot fishes in the San Blas Archipelago, Panama. *Mar. Biol.*, 125:427–437.

MENDOZA-CARRANZA, M. & VIEIRA, J. (2008). Whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) feeding strategies across four southern Brazilian estuaries. *Aquat. Ecol.*, 42: 83–93.

- MENEZES, N. A. & FIGUEIREDO, J. L. (1980). Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3). Museu de Zoologia da USP, São Paulo. 96 p.
- MEURER, B. C. & ANDREATA, J. V. (2002). Aspectos reprodutivos de *Diplectrum radiale* (Quoy & Gaimard, 1824) (Teleostei, Perciformes, Serranidae) na Baía da Ribeira, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. *Bioikos*, Campinas, 16: 53–59.
- MIANZAN, H., MARÍN, N.; PRENSKI, B. & SANCHEZ, F. (1996). Fish predation on neritic ctenophores from the Argentine continental shelf: a neglected food resource? *Fish. Res.*, 27: 69–79.
- MICHELI, F. & HALPERN, B.S.(2005). Low functional redundancy in coastal marine assemblages. *Ecol. Lett.* 8: 391–400.
- MORASCHE, M. S.; TUBINO, R. A. & MONTEIRO-NETO, C. (2010). Feeding diet of whitemouth croaker, *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Actinopterygii, Sciaenidae) on the coastal region of Itaipu, Niterói, Rio de Janeiro State. *Arq. Ciên. Mar.*, 43: 87–95.
- MOTTA, P. J.; CLIFTON, B. K.; HERNANDEZ, P. & EGGOLD, B. T. (1995). Ecomorphology correlates in ten species of subtropical seagrass fishes: diet and microhabitat utilization. *Environ. Biol. Fishes*, 44: 37–60.
- MUÑOZ, A. A. & OJEDA, F. P. (1998). Guild structure of carnivorous intertidal fishes of the Chilean coast: implications of ontogenetic dietary shifts. *Oecologia.*, 114:563–573.
- MUÑOZ, R. C.; CURRIN, C. A. & WHITFIELD, P. E. (2011). Diet of invasive lionfish on hard bottom reefs of the Southeast USA: insights from stomach. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 432: 181–193.
- MUNROE, T. A. (1991). Western Atlantic tonguefishes of the *Symphurus plagusia* complex (Cynoglossidae: Pleuronectiformes), with descriptions of two new species. *Fish. Bull.* 89: 247–287.

NANJO, K.; KOHNO, H. & SANO, M. (2008). Food habits of fishes in the mangrove estuary of Urauchi River, Iriomote Island, southern Japan. *Fisheries Science* 74: 1024–1033.

NAKANE, Y.; SUDA, Y. & SANO, M. (2011). Food habits of fishes on an exposed sandy beach at Fukiagehama, South-West Kyushu Island, Japan. *Helgoland Marine Research*, 65: 123–131.

NIKOLSKY, G. V. (1963). *The ecology of fishes*. London, Academic Press, 352p.

PAIVA, A. C. G.; CHAVES, P. T. C. & ARAÚJO, M. E. (2008). Estrutura e organização trófica da ictiofauna de águas rasas em um estuário tropical. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 25: 579–846.

PAULY, D. (1998a.) Tropical fishes: patterns and propensities. *Journal of Fish Biology*, 53 (Suppl. A): 1-17.

PESSANHA, A. L. M. (2006). Partitioning of food resources among here abundant fish species (*Eucinostomus argenteus*, *Diapterus rhombeus* e *Micropogonias furnieri*) in Sepetiba Bay. 167 f. Tese (Doutorado Biologia Animal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

PINEDA-PERALTA, A.; RAMOS-MIRANDA, J.; CASTILLO RIVERA, M. & ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F. (2016). Cambios en la dieta de dos especies de mojarra (Gerreidae) en la laguna de Términos, Campeche, México. *Rev. Biol. Ocenogr.*, 51: 385–394.

ROBERT, M. C.; MICHELS-SOUZA, M. A. & CHAVES, P. T. (2007). Biologia de *Paralonchurus brasiliensis* (Steindachner) (Teleostei, Sciaenidae), no litoral sul do estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 24: 191–198.

ROCHA, G. R. A. (1990). Distribuição, abundância e diversidade da ictiofauna na região de Ubatuba-SP (23°20'S - 24°00'S; 44°30'W - 45°30'W), Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico.

- RODRIGUES, F. L. & VIEIRA, J. P. (2010). Feeding strategy of *Menticirrhus americanus* and *Menticirrhus littoralis* (Perciformes: Sciaenidae) juveniles in a sandy beach surf zone of southern Brazil. *Zoologia* 27: 873–880.
- RONDINELLI, G. R.; BRAGA, F. M. S.; TUTUI, S. L. S. & BASTOS, G. C. C. (2007). Dieta de *Menticirrhus americanus* (Linnaeus, 1758) e *Cynoscion jamaicensis* (Vaillant e Bocourt, 1883) (Pisces, Sciaenidae) no sudeste do Brasil, Estado de São Paulo. *Bol. Inst. Pesca*, 33: 221–228.
- ROSS, S. T. (1986). Resource partitioning in fish assemblages: a review of field studies. *Copeia*, 1986: 352–388.
- SABINSON, L., RODRIGUES-FILHO, J.; PERET, A.; BRANCO, J. O. & VERANI, J. (2015). Feeding habits of the congeneric species *Stellifer rastrifer* and *Stellifer brasiliensis* (Acanthopterygii: Sciaenidae) co-occurring in the coast of the state of Santa Catarina, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 75: 423–430.
- SANTOS, A. L. B.; PESSANHA, A. L. M.; COSTA, M. M. & ARAÚJO, F. G. (2004). Relação peso-comprimento de *Orthopristis ruber* (Cuvier) (Teleostei, Haemulidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21: 185–187.
- SANTOS, M. N. & ROCHA, G. R. A. (2007). Dieta e hábitos alimentares de *Eucinostomus gula* (Quoy & Gaimard, 1824) em Itacaré Caxambu, MG, sul da Bahia. In: VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL. Caxambu, 23–28 Set./2007. Anais... Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil.
- SERGIPENSE, S.; CARAMASCHI, E. P. & SAZIMA, I. (1999). Morfologia e hábitos alimentares de duas espécies de Engraulidae (Teleostei, Clupeiformes) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Oceanografia*, São Paulo, 47: 173–188.
- SHERIDAN, P. R.; BROWDER, J. A. & POWERS, J. E. (1984). Ecological interaction between penaeid shrimp and bottomfish assemblages. In GULLANDAND, JA., ROGHSCCHILD, BJ. (Eds.). Penaeid shrimp - their biology and management. Selected papers presented at the workshop on the scientific basis for the management of penaeid shrimp, held at Key West Florida, November 1981. Farnham: Fishing News Books. p. 235–250.

SMITH, C. L. & RANDALL, J. E. (1978). Serranidae. In: Fischer W. editor. FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic. Roma: FAO.

SOARES, L. S. H. & APELBAUM, R. (1994). Atividade alimentar diária da cabrinha *Prionotus punctatus* (Teleostei: Triglidae) do litoral de Ubatuba, Brasil. Boletim do Instituto Oceanográfico, 42:85–98.

TEIXEIRA, R. L. & HAIMOVICI, M. (1989). Distribuição, reprodução e hábitos alimentares de *Prionotus punctatus* e *P. nudigula* (Pisces: Triglidae) no litoral do Rio Grande do Sul, Brasil. Atlântica 11:13–45.

TÍJARO, R.; RUEDA, M. & SANTOS-MARTÍNEZ, Y. A. (1998). Dinámica poblacional Del Chivomapalé *Cathorops spixii* em la Ciénaga Grande de Santa Marta y Complejo de Pajarales, Caribe colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, 27:87–102.

TOEPFER, C. S. & FLEEGER, J. W. (1995). Diet of juvenile fishes *Citharichthys spilopterus*, *Symphurus plagiusa* and *Gobionellus boleosoma*. Bulletin of Marine Science, Kansas, 56: 238–249.

TURRA, A.; SANTOS, F. B.; BESSA, E.; FERNANDEZ, W. S.; BERNADOCHI, L. C. & DENADAI, M. R. (2012). Population biology and diet of the southern kingcroaker *Menticirrhus americanus* (Linnaeus, 1758) (Perciformes: Sciaenidae) In Caraguatatuba Bay, southeastern Brazil. Brazilian Journal of Oceanography, 60:343–252.

VASCONCELOS FILHO, A. L.; NEUMANN-LEITÃO, S.; ESKINAZI-LEÇA, E. & OLIVEIRA, A. M. E. (2010). Hábitos alimentares de peixes consumidores secundários do Canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil. Tropical Oceanography. Recife, 38: 125–132.

WERNER, E. E. (1984). The mechanisms of species interactions and community organization in fish: In: Strong, JR. D. R.; Simberloff, D.; Abele, L. G. & Thistle, A. B. (eds.). Ecological Communities: conceptual issue and evidence. Princeton University Press, New Jersey, U.S.A. 360–382.

WIENS, J. A. (1993). Fat times, lean times and competition among predators. *Trends Ecol. Evol.* 8: 348–349.

WOJCIECHOWSKI, J. (1972). Observations on biology of cutlassfish *Trichiurus lepturus* (Trichiuridae) of Mauritania shelf. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 2: 67–75.

YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. & SÁNCHEZ-GIL, P. (1986). Los pecesdemersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México: Caracterización ambiental, ecología y evaluación de las especies, poblaciones y comunidades (v. 1). Universidad Nacional Autónoma de México. 229p.

ZAHORCSAK, P.; SILVANO, R. A. M. & SAZIMA, I. (2000). Feeding biology of a guild of benthivorous fishes in a sandy shore on South-Eastern Brazilian Coast. *Revista Brasileira de Biologia* 60:511–518.

## Capítulo 5

### Considerações finais

Avaliações quali-quantitativas sobre a morfologia dos otólitos, a forma corporal dos peixes e dieta foram abordadas neste estudo da ictiofauna da Baía de Sepetiba. Foi observado para algumas espécies que a forma influencia o uso dos recursos disponíveis e que a forma dos otólitos está relacionada mais proximamente ao uso do habitat do que as relações filogenéticas dos peixes, uma vez que diferentes espécies do ponto de vista filogenético foram agrupadas em função da forma corporal e da morfologia dos otólitos. O processo de seleção natural atua sobre a variabilidade das espécies e vai moldando-as à exploração mais eficaz dos nichos disponíveis, o que pode acarretar em variações de tratos e influenciar no uso dos recursos. Também algumas características morfológicas dos otólitos foram relacionadas com o tipo de habitat, embora tais características sejam primariamente de natureza filogenética. Também deve ser considerado que espécies filogeneticamente relacionadas tendem a ter modo de vida similar, neste caso, com morfologia e anatomia sendo também muito próximas. Foram encontradas na literatura informações secundárias sobre a dieta das espécies estudadas visando complementar os aspectos ecomorfológicos estudados.

Uma proposta de análise ecomorfológica baseada nos otólitos *sagittae* das espécies foi realizada utilizando a Análise Elíptica de Fourier e a morfometria biométrica dos otólitos. A análise de agrupamento (Cluster) sobre as harmônicas, que são os descritores numéricos da forma determinados pelo contorno dessas estruturas identificou os morfotipos e serviu para classificar as espécies amostradas em nove grupos, o que permitiu a constatação de que o uso do hábitat tem uma influência maior sobre a forma dos otólitos do que as relações filogenéticas.

As análises empregadas para averiguar essas relações, através de atributos ecomorfológicos foram associadas aos hábitos de vida e serviram para inferências sobre a compreensão das adaptações e dos diferentes hábitos de usos de recursos do ambiente.

A análise de agrupamento sobre esses atributos dividiu os peixes em oito grupos e os atributos que mais influenciaram essa divisão foram o Índice de Compressão Lateral, Índice de Compressão do Pedúnculo Caudal, Altura Relativa, Comprimento Relativo da Cabeça e Posição Relativa dos Olhos.

O levantamento de dados disponíveis na literatura sobre a alimentação das espécies estudadas constituiu uma base de dados formada por 52 artigos referentes a diversas áreas costeiras no período de 1980 a 2016. Os itens alimentares foram organizados e processados por análise de agrupamento, onde foi possível identificar oito grupos tróficos. Os peixes desses oito grupos apresentaram três categorias de alimentação, com o predomínio decarnívoro-ictiófagos (alguns casos de canibalismo). A compilação desses dados permitiu constatar a grande importância de Crustacea, Mollusca e Anellidae na alimentação dessas espécies.

Estas diferentes abordagens ecomorfológicas dos peixes da Baía de Sepetiba permitiram a associação de técnicas complementares que contribuíram para o conhecimento da ecologia dos peixes neste ambiente costeiro. Relações entre a forma do otólito, a forma corporal e a dieta, foram encontradas para alguns grupos, sendo mais evidente para os Gerreidae *Eucinostomus gula* e *Eucinostomus argenteus*, que configuraram um agrupamento isolado nas três abordagens. O otólito elíptico com porção mediana mais larga foi o fator mais conspícuo para este grupo que é caracterizado por peixes de corpos relativamente altos (elevado AR) e com a boca abaixo da linha mediana do corpo (baixo ARB), sugerindo hábitos de forrageio de fundo, que permite a utilização de itens da infauna como poliquetas e crustáceos, que foram os itens alimentares mais registrados para estas espécies.

Os Sciaenidae *M. americanus*, *P. brasiliensis* e *M. furnieri* se agruparam de um modo diferente, onde estiveram juntos na abordagem sobre forma corporal, apresentando os maiores valores de CRPCd, o que indica serem bons nadadores, apesar de forragearem principalmente no fundo. Nas outras abordagens estas espécies se separaram. Assim, *M. americanus* permaneceu agrupada com *P. brasiliensis* na abordagem relacionada aos otólitos, ambos com otólitos de contorno elíptico de tamanhos similares, mas na abordagem sobre dieta se agrupou com *M. furnieri*, apresentando maior ingestão de Crustacea e Anellida.

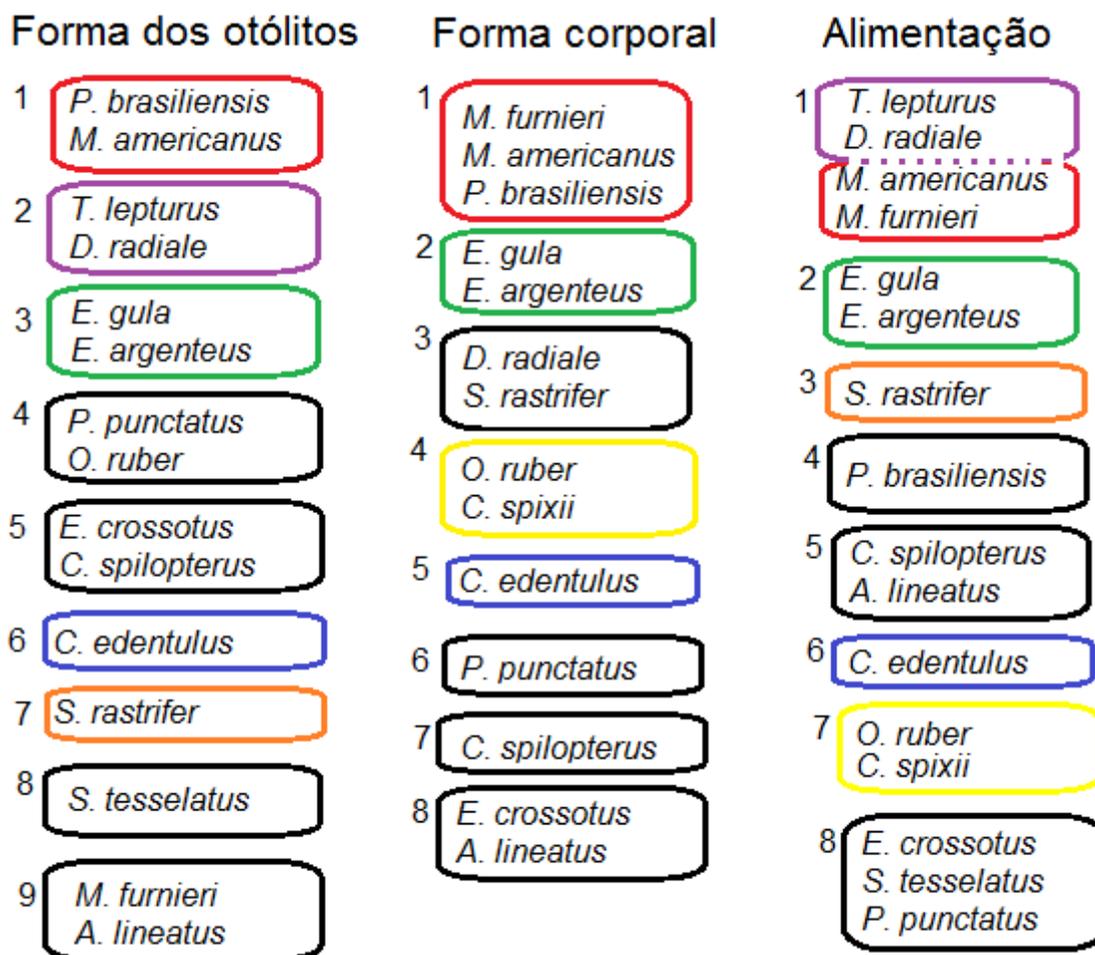


Fig.1- Representação das formas de agrupamento nas três abordagens utilizadas. As cores vermelho, verde, azul, amarelo, roxo e laranja indicam agrupamentos que se repetem nas abordagens. A cor preto representa agrupamentos não padronizados ou repetidos. Numeros indicam a identificação dos grupos pela análise de Cluster em cada abordagem/capitulo.

Algumas espécies foram sempre isoladas, como foi o caso de *C. edentulus* que apresentou otólitos de contorno elíptico, com *rostrum* proeminente e borda ventral denteada. A ecomorfologia corporal desta espécie apresentou valores elevados de ARB, ABO e CRPCd, com baixo valor de LRB, indicando peixes com alta capacidade de natação, e grande abertura de boca, embora seja estreita. Como já referido, essas características são típicas de peixes filtradores, que podem filtrar considerável volume de água, sem engolir grandes partículas/presas, indicando utilização de um nicho mais especializado, o que corrobora a alimentação baseada em fitoplâncton registrada para esta espécie.

O fato de os otólitos de *C. spixii* não terem sido encontrados, fez com que a espécie fosse excluída desta análise, mas nas abordagens sobre ecomorfologia corporal e dieta, esta espécie se agrupou com *O. ruber*. As características que possibilitaram esse agrupamento foram os elevados valores de CRPCd que conferem agilidade na natação, e baixos valores de LRB e ABO, sugerindo especialização em alimentos pequenos, que pôde ser confirmado pela alimentação iliófaga/bentófaga. No caso dessas duas espécies, ficam duas possibilidades em aberto. A primeira é sobre localizar os otólitos sagittae de *C. spixii* e incluí-los na análise acomorfológica. A segunda seria testar a alimentação dessas espécies com determinada repetição em áreas diferentes, considerando que foram as espécies com menos artigos encontrados sobre alimentação.

Para o restante das espécies, não houve padronização de agrupamentos nas três abordagens, sugerindo que para estes casos, a forma do otólito não coincide com a forma corporal dos peixes e nem com o uso dos recursos através da dieta. Embora as espécies estudadas apresentem maneiras diferentes de exploração do nicho, fica evidente sua relação estrita com o substrato e a importância dos organismos bentônicos para manutenção do ecossistema costeiro. Estes resultados são importantes para as gestões ambientais em políticas de conservação e preservação destes recursos bióticos renováveis. Futuros estudos relacionando diretamente morfologia de otólitos com a forma de peixes e a dieta poderiam ser realizados para aprofundar o conhecimento até então obtido neste trabalho.

---