

Universidade Federal do Espírito Santo
Centro de Ciências Humanas e Naturais
Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas

Estrutura de comunidade e distribuição espacial dos peixes das poças de maré em um recife do Atlântico sudoeste, Brasil

Raphael Mariano Macieira

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Área de Concentração em Biologia Animal) da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas

Vitória, ES
Janeiro, 2008

Universidade Federal do Espírito Santo
Centro de Ciências Humanas e Naturais
Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas

**Estrutura de comunidade e distribuição espacial dos peixes
das poças de maré em um recife do Atlântico sudoeste, Brasil**

Raphael Mariano Macieira

Orientador: Jean-Christophe Joyeux
Co-orientador: João Luiz Gasparini

Vitória, ES
Janeiro, 2008

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

M152e Macieira, Raphael Mariano, 1981-
Estrutura de comunidade e distribuição espacial dos peixes das poças de maré em um recife do Atlântico sudoeste, Brasil / Raphael Mariano Macieira. – 2008.
67 f. : il.

Orientador: Jean-Christophe Joyeux.

Co-Orientador: João Luiz Gasparini.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais.

1. Marés. 2. Reservatórios. 3. Recifes e ilhas de coral. 4. Peixes - Distribuição geográfica. 5. Castelhanos, Praia dos (Anchieta, ES). I. Secundária(s) para orientador(es). II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Humanas e Naturais. III. Título.

CDU: 57



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
MESTRADO EM BIOLOGIA ANIMAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "Estrutura de comunidade e distribuição espacial dos peixes das poças de maré em um recife do Atlântico sudoeste, Brasil"

AUTOR: RAPHAEL MARIANO MACIEIRA

ORIENTADOR: Prof. Dr. Jean-Christophe Joyeux

Aprovada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL, pela comissão examinadora:

Dr. Jean-Christophe Joyeux
Orientador

Dr. Agnaldo Silva Martins
Membro Interno

Dr. Carlos Eduardo Leite Ferreira
Membro Externo

DATA DA REALIZAÇÃO: Vitória, 28 de fevereiro de 2008.

Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Jean-Christophe Joyeux

Agradecimentos

Aos meus pais José e Sônia por serem pais maravilhosos, que sempre acreditaram na minha capacidade e me apoiaram nas minhas decisões. A minha irmã Fernanda por fazer parte das pessoas que me apóiam. Aos meus familiares e amigos pela compreensão nos meus momentos de ausência.

À Ivie pelo carinho, amor, paciência e pelo companheirismo nos vários momentos de observação das poças de maré. E pela despercebida, porém ótima, sugestão de tema para a dissertação.

Aos meus orientadores Jean e Gaspa pela amizade, confiança, momentos de alegria e preciosos ensinamentos transmitidos.

Aos amigos Caio Ribeiro Pimentel e Pedro Sant'Ana de Jesus Júnior, pela valiosa e indispensável ajuda durante o trabalho de campo e pelos momentos de descontração em Anchieta.

À Dr. Agnaldo Silva Martins e Dr. Carlos Eduardo Leite Ferreira pela participação na banca e pela importante contribuição ao presente trabalho.

Aos amigos pesquisadores Alfredo Carvalho-Filho, Anchieta Nunes, Athila Bertoncini Andrade, Carlos Eduardo Leite Ferreira (Cadu), Cláudio Sampaio (Buia), Ivan Sazima, James Van Tassell, João Paulo Krajewski, Mário Barletta, Peter Wirtz e Sergio Floeter, pelas inúmeras contribuições no trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Ictiologia, Leandro P. Chagas, Thiony, Victor, Hudson e Maik pela agradável convivência.

À querida Érika Stein pela identificação das macroalgas.

Aos amigos do Departamento de Ecologia e Recursos Naturais, em especial a Wallace, pelo apoio e pelos momentos de alegria.

À FAPES (Fundação de Amparo a Pesquisa do Espírito Santo) pela bolsa concedida e ao IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e de Recursos Naturais Renováveis pela licença (02009.001875/03-08) de coleta de material biológico.

Sumário

Capítulo 01: Estrutura de comunidade e distribuição espacial dos peixes das poças de maré em um recife do Atlântico sudoeste, Brasil	11
1.1. Resumo	12
1.2. Abstract	13
1.2. Introdução	14
1.3. Métodos	15
1.3.1. Área de estudo	15
1.3.2. Escolha e caracterização morfométrica das poças de maré	16
1.3.3. Amostragens	17
1.3.4. Processamento das Amostras	18
1.3.5. Análises estatísticas	18
1.4. Resultados	20
1.4.1. Características das poças	20
1.4.2. Composição da ictiofauna	22
1.4.3. Distribuição espacial da ictiofauna	26
1.5. Discussão	32
1.5.1. Características ambientais	32
1.5.2. Composição e estrutura da ictiofauna	32
1.5.3. Variação espacial	35
1.6. Referências bibliográficas	39
Capítulo 02: Length-weight relationships for tidepool fish in Brazil	44
2.1. Introduction	45
2.2. Materials and methods	45

2.3. Results and Discussion	45
2.4. Acknowledgments	46
2.5. References	46
Capítulo 03: <i>Barbulifer enigmaticus</i> sp. nov., a new seven-spined goby (Pisces; Teleostei; Gobiidae) from the southwestern Atlantic	50
3.1. Abstract	51
3.2. Introduction	51
3.3. Methods	52
3.4. Results	53
3.4.1. Diagnosis	55
3.4.2. Description	56
3.4.3. Coloration in life and preserved specimens	57
3.4.5. Derivation of name	58
3.5. Discussions	59
3.5.1. Artificial key to species of <i>Barbulifer</i>	60
3.5.2. Distribution, habitat and natural history	62
3.5.3. Conservation	62
3.6. Other material examined	63
3.7. Acknowledgements	66
3.8. References	67

Lista de Figuras

Capítulo 01: Estrutura de comunidade e distribuição espacial dos peixes das poças de maré em um recife do Atlântico sudoeste, Brasil

- Figura 01:** Localização da área de estudo no litoral brasileiro sinalizada por uma seta negra. Imagem de parte do município de Anchieta, com destaque para a praia dos castelhanos (quadrado amarelo), com área do recife rochoso sinalizada (traço verde). Imagem gerada pelo satélite Ikonos. **15**
- Figura 02:** Foto da praia dos Castelhanos durante o período de baixamar evidenciando as características do recife rochoso. Foto: Jean-Christophe Joyeux. **16**
- Figura 03:** Distribuição espacial das poças amostras no recife rochoso da Praia dos Castelhanos. A linha negra indica os limites físicos do recife rochoso durante o período emerso. Imagem gerada pelo satélite Ikonos. **17**
- Figura 04:** Média (\pm desvio padrão) ao longo do período de maré baixa da temperatura (A) e salinidade (B) nas 6 poças da Praia dos Castelhanos, ES. I – Início; M – Meio; F – Fim. (N = 8). **21**
- Figura 05:** Gráfico de ordenação (nMDS) das seis poças de maré baseado nas características morfométricas (A) e físico-químicas da água (B). A matiz de similaridade foi elaborada utilizando o índice de Bray Curtis e os dados transformados utilizando a raiz quarta. Os círculos representam os grupos de poças sugeridos pelos autores. O valor do *stress* está inserido no gráfico. **22**
- Figura 06:** Foto de alguns espécimes capturados nas poças de maré da Praia dos Castelhanos, ES. (A) *Acanthurus bahianus* Castelnau, 1855 (CT – 91 mm); (B) *Barbulifer ceuthoecus* (Jordan & Gilbert, 1884) (CT – 30 mm); (C) *Chaetodon striatus* Linnaeus, 1758 (CT – 93 mm); (D) *Gobiosoma hemigymnum* (Eigenmann & Eigenmann, 1888) (CT – 22 mm); (E) *Halichoeres poeyi* (Steindachner, 1867) (CT – 75 mm); (F) *Sparisoma axillare* (Steindachner, 1878) (CT – 68 mm). **23**
- Figura 07:** Média (\pm desvio padrão) do número de indivíduos (A), da abundância total (B), do número de *taxa* (C), do índice de diversidade de Shannon-Wiener (D), do peso total dos indivíduos (E) e da biomassa (F) por poça na Praia dos Castelhanos. Os resultados do teste de Friedman (n = 8) entre as poças estão inseridos nos gráficos. N.S. = Não significativo. **26**
- Figura 08:** Porcentagem do número de indivíduos (A) e do peso (B) por categoria nas poças de maré da Praia dos Castelhanos, ES. **27**
- Figura 09:** Média (\pm desvio padrão) por poça do número de indivíduos para espécies mais numericamente abundantes na Praia dos Castelhanos. Os resultados do teste de Friedman (n = 8) entre as poças estão inseridos nos gráficos. N.S. = Não significativo. **29**
- Figura 10:** Média (\pm desvio padrão) por poça do peso para espécies mais numericamente abundantes na Praia dos Castelhanos. Os resultados do teste de Friedman (n = 8) entre as poças estão inseridos nos gráficos. N.S. = Não significativo. **30**

Figura 11: Gráfico da análise de cluster e do escalonamento multidimensional não-métrico comparando o número de indivíduos (A) e os pesos (B) para cada *taxa* nas 6 poças de maré. A matriz de similaridade foi elaborada utilizando o índice similaridade de Bray Curtis e os dados transformados utilizando a raiz quarta. A barra vertical evidencia a formação dos grupos com aproximadamente 60 % de similaridade entre si. Os círculos representam os grupos de poças sugeridos pelos autores. **31**

Figura 12: (A) Garças forrageando sobre a ictiofauna durante o período de emersão do recife rochoso. (B) *B. soporator* predando um *C. boleosoma* em uma poça localizada próxima à praia. Fotos: Pedro Sant'Ana de J. Jr. **37**

Capítulo 03: *Barbulifer enigmaticus* sp. nov., a new seven-spined goby (Pisces; Teleostei; Gobiidae) from the southwestern Atlantic

Fig. 1a. CI-UFES 0239, Holotype of *Barbulifer enigmaticus* sp. nov., an adult male photographed shortly after fixation in formol 10% and preservation in ethyl alcohol 70%. 24.4 mm TL, 20.1 mm SL. Photograph by R.M. Macieira. **54**

Fig. 1b. CI-UFES 0268, paratype of *Barbulifer enigmaticus* sp. nov., a male photographed shortly after capture and fixation in formol 10%. 21.0 mm TL, 16.7 mm SL. Photograph by J.L. Gasparini. **54**

Fig. 2. Cephalic sensory papillae and lateral line canal pore pattern in *Barbulifer enigmaticus* sp. nov. Composite based on CI-UFES 0101 (a specimen that has only two preopercular pores) and MZUSP 65971 (for the anterior part of d-line of free neuromasts). Pores N' and O' (on pre-opercule edge) are not directly visible from this angle. Pore B' is behind and slightly below the posterior nostril. Drawing by J.-C. Joyeux. **55**

Fig. 3. CI-UFES 0267, a juvenile *Barbulifer enigmaticus* sp. nov. of indeterminate sex, 14.2 mm TL, 11.8 mm SL. Drawing by J.-C. Joyeux. **55**

Fig. 4. Seascape of Praia dos Castelhanos at low tide (20° 50' 02" S, 40° 37' 16" W), Espírito Santo, Brazil, type locality of *Barbulifer enigmaticus* sp. nov. Rocks emergent from the reef flat are lateritic (iron) rocks. The Atlantic Ocean (in the background) is heavily loaded with sediment, a common condition during the winter and rainy episodes. Photo by J.L. Gasparini. **63**

Lista de Tabelas

Capítulo 01: Estrutura de comunidade e distribuição espacial dos peixes das poças de maré em um recife do Atlântico sudoeste, Brasil

Tabela 01: Características morfométricas (n = 1), grau de cobertura do substrato (n = 8; 7), grau de cobertura algal (n = 8; 7) e parâmetros físico-químicos (n = 8; 7) das águas das 6 poças de maré da Praia dos Castelhanos, ES. *média (min-max). Área. = área superficial; Vol. = Volume; Rug. = Rugosidade. **20**

Tabela 02: Resultado da ANOVA-RM utilizada para testar a diferença da temperatura e salinidade ao longo do período de maré baixa (início, meio e fim) nas seis poças de maré. Teste Greenhouse-Geisser = Gree; Teste Sphericity assumed = Sph; NS = Não significativa. O traço indica que o contraste não foi testado. **21**

Tabela 03: Lista taxonômica e número de indivíduos por poça de maré da praia dos Castelhanos, ES. Tabela em ordem filogenética de famílias segundo Nelson (1994). **24**

Tabela 04: Trabalhos sobre ictiofauna das poças de maré realizados no Brasil em diferentes latitudes, com seus respectivos número de espécies encontradas. **33**

Capítulo 02: Length-weight relationships for tidepool fish in Brazil

Table 01: Length-weight relationships for intertidal fishes from Praia dos Castelhanos, Brazil. Family order following Nelson (1994). n : number of individuals; TL : total length (cm); W : weight (g). The parameters of the equation $W = aTL^b$ are given. r^2 is the Pearson coefficient for the regression on logarithms. P t-test shows the significance of the t-test comparing the estimated value of b to 3 (i.e., isometric growth). The last column indicates the type of growth (negative allometry, isometry or positive allometry) for the species. NS = not significant. **48**

Capítulo 01

Estrutura de comunidade e distribuição espacial dos peixes das poças de maré em um recife do Atlântico sudoeste, Brasil

Raphael M. Macieira, Jean-Christophe Joyeux & João Luiz Gasparini

Resumo

Coletas trimestrais foram realizadas em seis poças de maré de um recife rochoso com baixa inclinação na Praia dos Castelhanos, ES, entre agosto 2005 a junho 2007. Um total de 3448 indivíduos representados por 64 *taxa* (58 espécies) e 28 famílias foram capturados, identificados e pesados. As espécies mais abundantes, representando 70% de todas as capturas, foram *Bathygobius mystacium*, *Labrisomus nuchipinnis*, *Bathygobius soporator*, *Halichoeres poeyi*, *Ctenogobius boleosoma*, *Sparisoma axillare*, *Abudefduf saxatilis*, *Stegastes fuscus*, *Malacoctenus delalandii* e *Acanthurus bahianus*. O número de espécie foi elevado quando comparado a outras áreas do oceano Atlântico e isso possivelmente se deve ao fato da localização do Espírito Santo em uma zona de transição biogeográfica. Dezesesseis espécies foram consideradas residentes permanentes, 19 oportunistas e 23 transitórias. A categoria residente permanente dominou, em número de indivíduos e peso total, em relação às outras categorias. As poças foram bastante diversas quanto às características morfométricas (área, volume, profundidade e rugosidade do fundo) e muito semelhantes na variação dos parâmetros físico-químico da água, exceto na poça mais alta. A composição e a estrutura da comunidade desta poça foram relacionadas aos parâmetros físico-químicos da água e à posição no recife rochoso, enquanto a estrutura das comunidades das outras cinco poças foram relacionadas às características morfométricas. De forma geral, há três faixas bem definidas de “distribuição vertical” da ictiofauna na Praia dos Castelhanos, que são resultado da interação do lençol freático (próximo à praia), da morfometria das poças (na maior parte do recife) e ao mar (em poças parcialmente conectadas).

As diferenças de área, volume, profundidade, composição do fundo, cobertura algal e complexidade estrutural originam diversos tipos de poças independentemente da altura em relação ao mar, pois todas estão no mesmo nível relativo. Desta forma, as relações ecológicas como competição inter e intraespecífica e predação (entre outras) poderiam ser os fatores responsáveis pela diferenciação entre as comunidades das poças. Os fatores responsáveis pela estruturação da comunidade no recife rochoso da Praia dos Castelhanos parecem divergir, em parte, daqueles classicamente encontrados nos costões rochosos. Os padrões de distribuição espacial muitas vezes foram relacionados aos nichos disponíveis em cada tipo de poça, independente da posição no recife rochoso. Desta maneira, acredita-se que interação sinérgica entre os parâmetros físico-químicos da água, os nichos disponíveis e as relações ecológicas em cada poça são os responsáveis pela composição e estruturação da comunidade.

Abstract

Six rockpools in a reef flat of low inclination were sampled every three months between August 2005 and June 2007 at Praia dos Castelhanos, ES. A total of 3448 specimens, representing 64 *taxa* (58 species, 28 families) were caught, identified and weighted. The ten most abundant species were *Bathygobius mystacium*, *Labrisomus nuchipinnis*, *Bathygobius soporator*, *Halichoeres poeyi*, *Ctenogobius boleosoma*, *Sparisoma axillare*, *Abudefduf saxatilis*, *Stegastes fuscus*, *Malacoctenus delalandii* and *Acanthurus bahianus*, representing together more than 70% of all fishes collected. The number of species was high compared to other rockpool areas in the Atlantic Ocean and that may be a result of the localization of Espírito Santo in a transitional area between two biogeographical regions. Sixteen species were considered resident, 19 opportunist and 23 transient. The residents dominated the other categories in both number of individuals and total weight. The six pools were very diverse in morphometrical characteristics (area, volume, depth, rugosity of bottom) and all but one showed similar values and variation in salinity and water temperature (the pool closest to the upper edge of the reef showed lower salinity and higher temperature). While the water parameters were the principal factors controlling the composition and structure of the community in this specific pool, pool morphometry were the differentiating factors for the other five pools. The overall pattern in spatial distribution on the reef flat is that of tree zones that are mostly defined by the direct influence of the water table (or phreatic surface) (upper), the morphometrical characteristics of the pools (middle) and sea connectivity (lower, unstudied).

The differences in superficial area, volume, depth, bottom composition, percentage of algal cover and structural complexity made distinct types of tidepools, independently of height above the sea (all pools are at the same level). However, ecological relationships such as inter and intraspecific competition and predation, may be the differencing factors between the pools. The factors that structure the community on the reef of Praia dos Castelhanos seem different from those described in classic papers about intertidal fish ecology where distribution patterns have often been related to the availability of niches in each kind of pool independently of the pool position in the reef. However, synergetic interactions between water parameters, available niches and ecological relationships probably are the mains factors structuring the community.

Introdução

Segundo Horn *et al.* (1999), o entremarés é um ambiente bastante variável devido ao efeito da maré, variação nictimeral e sazonalidade, onde seus habitantes estão sujeitos a variações de temperatura e de salinidade, a dessecação e a condições de hipóxia. Entretanto, outros fatores também são responsáveis pelos padrões de composição e estruturação da ictiofauna no entremarés. Vários autores estudaram os fatores que influenciam na estruturação da comunidade (Grossman, 1982, Bennett & Griffiths, 1984, Mahon & Mahon, 1994, Griffiths *et al.*, 2006). Mesmo assim, devido à singularidade de cada local e de cada poça, existe uma enorme variabilidade espacial nessas comunidades (Metaxas & Scheibling, 1993). Ainda, segundo Griffiths (2003), poucos estudos foram direcionados a detectar padrões espaciais e temporais de distribuição da ictiofauna no entremarés. No Brasil, apesar do extenso litoral (cerca de 7490 km) com vários tipos de costões (e.g. granito, gnaisse, basalto) e de recifes rochosos (e.g. laterita, arenito, carbonato), ainda pouco se sabe sobre biologia e ecologia da ictiofauna das poças de maré (Almeida, 1973, Almeida, 1983, Zamprogno, 1989, Rosa *et al.*, 1997, Barreiros *et al.*, 2004, Cunha *et al.*, 2007). Contrariamente, a ictiofauna das poças de maré de outros locais, como costa oeste Americana, Europa, Nova Zelândia e África do Sul, foi muito bem estudada em vários aspectos (ver Prochazka *et al.*, 1999). Desta maneira, a escassez e, em alguns casos, a falta de informações básicas sobre a ictiofauna do entremarés impossibilita o entendimento dos padrões biogeográficos e macroecológicos, bem como das interações entre a ictiofauna com os demais componentes do ecossistema. Em termos de conservação do ecossistema, a escassez das informações anteriormente comentadas não permite avaliar de forma adequada possíveis modificações na ictiofauna, resultantes das inúmeras, porém recentes, atividades humanas realizadas na zona costeira (e.g. pesca industrial, atividade portuária, ocupação do litoral, descarte de efluentes domésticos e industriais).

A intenção do presente trabalho é (1) determinar a composição das assembléias de peixes das poças de maré da Praia dos Castelhanos, ES, e o grau de associação das espécies ao ecossistema poças de maré, (2) avaliar os efeitos dos fatores físicos (área, volume, profundidade e rugosidade) e dos parâmetros físico-químicos da água (temperatura e salinidade) na distribuição espacial da ictiofauna (abundância, riqueza e diversidade) e (3) detectar padrões de distribuição espacial das 10 espécies mais abundantes e relacionar as características ambientais das poças.

Métodos

Área de estudo

A Praia dos Castelhanos (20°49'S, 40°36'W) está localizada no município de Anchieta (Figura 01), a aproximadamente 80 km da capital do Espírito Santo. Essa praia do tipo exposta é caracterizada pela presença de recifes rochosos de inclinação baixa e complexidade estrutural alta, que ficam totalmente emersos durante o período de maré baixa. O recife rochoso é formado de rochas sedimentares do tipo laterita (originária do grupo barreiras) associada a um recife carbonático, o qual é composto principalmente de algas calcárias incrustantes e esqueletos de corais. Durante o período de maré baixa, as poças de maré são formadas em depressões na superfície do recife e têm como característica bordas bastante verticais e recortadas, com muitas fendas e buracos. As poças (Figura 02) também possuem uma grande variedade de formatos, com diversas combinações de invertebrados sésseis (*Zoanthus* spp., *Palythoa* sp., *Favia grávida*, *Siderastrea stellata*, *Porites branneri*), de sedimentos e de algas. As macroalgas mais comuns são *Amphiroa fragilissima*, *Caulerpa racemosa* var. *occidentalis*, *Caulerpa sertularioides*, *Halimeda tuna*, *Laurencia papillosa* e *Padina antillarum*.

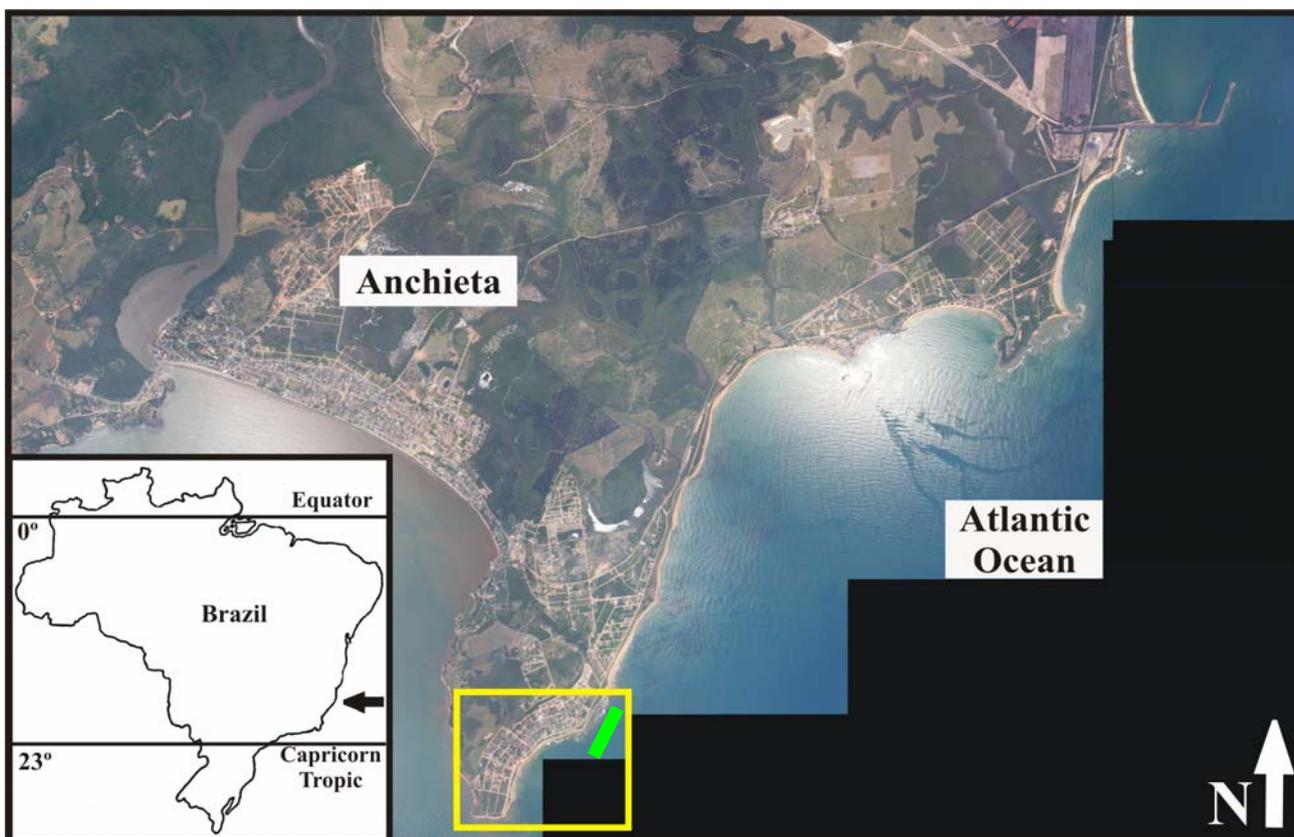


Figura 01: Localização da área de estudo no litoral brasileiro sinalizada por uma seta negra. Imagem de parte do município de Anchieta, com destaque para a praia dos castelhanos (quadrado amarelo), com área do recife rochoso sinalizada (traço verde). Imagem gerada pelo satélite Ikonos.



Figura 02: Foto da praia dos Castelhanos durante o período de baixamar evidenciando as características do recife rochoso. Foto: Jean-Christophe Joyeux.

Escolha e caracterização morfométrica das poças de maré

Foram escolhidas 6 poças respeitando as seguintes condições: ausência de conexão com o mar durante o período de maré baixa, ausência de conexão (ou conexão bastante reduzida) com outras poças e posição no recife, sendo duas localizadas próximo à faixa de areia (poças 1 e 2), duas na porção intermediária do recife (poças 3 e 4) e duas próximas ao mar (poças 5 e 6) (Figura 03). As seis poças foram caracterizadas, uma única vez, quanto a sua área superficial, profundidade e rugosidade. A área superficial foi estimada com o auxílio de uma grade de 3 m de comprimento por 1 metro de largura, com 300 quadrados de 100 cm^2 . A medição da área superficial foi feita através da sobreposição da grade com a poça de maré, onde eram anotados os números de quadrados totalmente (valor igual 100 cm^2) e parcialmente (50 cm^2) sobrepostos com a superfície da poça. Quando área da poça era maior que a grade, essa foi transposta até que toda área da poça fosse quantificada. A profundidade foi medida com auxílio de uma fita métrica, em 10 intercessões da grade que foram escolhidas aleatoriamente, sendo este processo repetido a cada transposição da grade. Nos casos em que a intercessão ficou fora da área da poça a medida não foi realizada. A rugosidade foi estimada com o auxílio de uma corrente e uma trena, onde a corrente foi colocada em linha reta entre as bordas da poça, do maior comprimento, acompanhado as feições do fundo. Posteriormente, a distância entre as bordas e o comprimento da corrente foram medidas, sendo a rugosidade calculada como o comprimento da corrente dividido pelo comprimento da corda. Para este procedimento foram realizadas medidas a cada 20 (poças 01, 03 e 06) ou 40 cm dependendo da área superficial e da forma da poça.



Figura 03: Distribuição espacial das poças amostras no recife rochoso da Praia dos Castelhanos. A linha negra indica os limites físicos do recife rochoso durante o período emerso. Imagem gerada pelo satélite Ikonos.

Amostragens

Oito coletas trimestrais foram realizadas em seis poças de maré da praia dos Castelhanos, ES. Um período de três meses entre coletas foi considerado necessário para a recolonização e a estabilização da estrutura da comunidade (Sheldon & Meffe, 1994, Polivka & Chotkowski, 1998). O trabalho de campo foi realizado durante a maré baixa em dois dias consecutivos no período matutino. No primeiro dia, foram feitas as medições dos parâmetros físico-químicos (temperatura e salinidade) nas 6 poças. As medidas foram repetidas em três momentos: logo após o isolamento das poças (Início), no momento de menor nível da maré (Meio) e momentos antes de conectar-se ao mar (Fim). O grau de cobertura vegetal nas bordas (não foi estimada para o fundo, pois está em quantidade pouco expressiva) e do tipo de substrato nas poças foi estimado visualmente em uma escala que variou de 0 a 100%, com intervalos de 10 (Bennett & Griffiths, 1984). O tipo de substrato foi estimado para as categorias areia (tamanho do grão inferior à 1 mm), cascalho (tamanho do grão superior à 1 mm até 50mm) e rochas (substrato consolidado e rochas com tamanho maior que 50 mm), sendo a soma entre as categorias igual a 100 %. A cobertura vegetal foi estimada nas áreas de substrato consolidado da poça. No segundo dia, após a emersão total das poças (altura da maré inferior a 0,3 m), a ictiofauna presente em cada uma das 6 poças foi coletada com auxílio de uma puçá de mão (aproximadamente 280 mm de diâmetro, 540 mm de profundidade e 1000 μ m de malha). Devido à variação sazonal do perfil praiial, a poça 01 estava soterrada pela praia durante a coleta realizada em agosto 2006 e, portanto, não houve coleta de dados nela.

Os peixes coletados foram fixados em uma solução de formol 10% e posteriormente armazenados em álcool 70%. Observações visuais diretas (acima da água e submerso) foram realizadas, com o objetivo de detectar os períodos de atividade e os micro-habitats ocupados pelos

peixes nas poças de maré. Também foram realizados mergulhos livres no infralitoral para verificar a presença de espécies comuns aos dois ambientes. Alguns espécimes de maior interesse científico foram depositados na Coleção Ictiológica da Universidade Federal do Espírito Santo (CI-UFES).

Processamento das Amostras

Os peixes capturados foram identificados até o menor nível taxonômico possível, enumerados e pesados (Peso Total; precisão 0,01g). Para identificação dos peixes foram utilizadas as seguintes referências: Carvalho-Filho (1999), Dawson (1982), Dawson & Vari (1982), Figueiredo & Menezes (1978, 1980 e 2000), Froese & Pauly (2005), Guimarães & Bacellar (2002), Humann & Deloach (2002), Menezes & Figueiredo (1980 e 1985), Moura *et al.*, (2001), Novelli *et al.* (2000), Randall (1996), Randall (2001), Rocha & Rosa (1999), Rocha & Rosa (2001), Ross & Rhode (2004) e Sazima *et al.* (2002). A abundância (número de indivíduos por 1 m³) por amostra foi calculada a partir do volume de cada poça. Como proposto por Griffiths (2003), as espécies capturadas foram categorizadas segundo ao grau de associação ao ecossistema poças de maré como residentes permanentes, oportunistas e transitórias. A distinção entre as categorias para cada espécie foi realizada de acordo com a frequência de captura, a fase da vida presente nas poças, o tamanho máximo capturado e a ocorrência no infralitoral.

Análises estatísticas

A comunidade de peixes presente em cada poça foi descrita através dos seguintes parâmetros ecológicos: número de indivíduos, abundância (ind./m³), número de taxa, índice de Shannon-Wiener (\log_e), peso total (soma dos pesos de cada taxa) e biomassa (g/m³). As análises realizadas foram realizadas utilizando o número de indivíduos e o peso total em cada poça. A normalidade da distribuição dos dados de temperatura e salinidade foi testada através do teste de Kolmogorov-Smirnov. A variação da temperatura e a salinidade das poças ao longo da maré (início, meio e fim) foi testada utilizando uma ANOVA de medidas repetidas (ANOVA-RM; n = 8 ou 7 para a poça 01), onde foram verificados os contrastes entre o início vs. meio e início vs. fim da maré. O teste de Mauchly's foi utilizado para testar a esfericidade da matriz de dados, e nos casos onde a matriz não era esférica, o valor de "F" utilizado foi o do teste Greenhouse-Geisser, e não o fornecido pelo teste "Sphericity assumed". As diferenças entre poças para cada parâmetro ecológico e para as 10 espécies mais abundantes (número de indivíduos e peso total) foram testadas pelo teste de não-paramétrico de Friedman (com reamostragem Monte Carlo "10000" runs; n = 8) (Zar,

1999). Neste caso, os valores para a poça 01 na campanha de agosto 2006 foram considerados zero, pois não havia ictiofauna nesta data (poça soterrada; ver tópico amostragens)

Análises de cluster usando o método agrupamento (média entre grupos) e de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) foram utilizadas para determinar a similaridade entre as poças de acordo com a número de indivíduos ($n = 8$), o peso de cada *taxa* ($n = 8$), as características morfométricas ($n = 1$) e os parâmetros físico-químicos ($n = 24$; 3 períodos X 8 campanhas) utilizando para isto o índice de similaridade de Bray Curtis. Para esta análise os dados foram transformados utilizando a raiz quarta para reduzir a influência das variáveis de maior peso. A qualidade do nMDS foi determinada através do valor do stress, onde os menores valores indicam uma excelente representação gráfica (Clarke & Warwick, 1982, Clarke & Warwick, 1994).

Para determinar a influência das variáveis físico-químicas e morfométricas (salinidade, temperatura, área superficial, volume, profundidade, profundidade máxima, rugosidade e cobertura vegetal) na estruturação da comunidade foi utilizada a análise não-paramétrica multivariada denominada BIOENV (PRIMER package; Clarke & Warwick, 1994). O teste foi realizado correlacionando a matriz de dados ambientais (distância Euclidiana normalizada) e a matriz do número de indivíduos e do peso total de cada espécie por poças (similaridade de Bray Curtis; calculada sobre dados transformados pela raiz quarta). Esse teste determina a melhor combinação de variáveis que explica a correlação entre as variáveis ambientais e a estrutura da comunidade. O índice usado para avaliar a correlação a correlação ponderada (não-paramétrica) de Spearman (ρ_w).

Resultados

Características das poças

Nas oito campanhas o tempo de exposição das poças de maré ao ar foi de cerca de 3 horas. De forma geral, as seis poças de maré apresentaram características morfométricas distintas, entretanto os parâmetros físico-químicos foram bastante semelhantes, com exceção da poça 01 que apresentou a maior média de temperatura e a menor média de salinidade (Tabela 01). A menor profundidade média foi encontrada na poça 01 e a maior na 04, a menor área superficial foi encontrada na poça 03 e a maior na 05, o menor volume na poça 03 e o maior na 05, e a menor rugosidade na poça 01 e a maior na 04. A estimativa visual do substrato indicou as poças 05 e 06 com a menor proporção de areia e as poças 02 e 04 com a maior proporção de substrato arenoso. O sedimento de tipo cascalho foi encontrado em maior proporção nas poças 03 e 06, e foi pouco expressivo para as poças restantes. As poças 01 e 05 obtiveram os maiores valores de cobertura por rochas. A cobertura por algas foi maior na 04 e menor na 01. As médias de temperatura e salinidade foram bastante similar entre as poças, com exceção da poça 01, que teve a maior temperatura média e a menor salinidade média.

Tabela 01: Características morfométricas (n = 1), grau de cobertura do substrato (n = 8; 7), grau de cobertura algal (n = 8; 7) e parâmetros físico-químicos (n = 8; 7) da água das 6 poças de maré da Praia dos Castelhanos, ES. *média (min-max). Área. = área superficial; Vol. = Volume; Rug. = Rugosidade.

Nº da Poça	Características Morfométricas				Substrato			Cobertura	Parâmetros Físico-químicos	
	Prof. (max.) cm	Área m ²	Vol. m ³	Rug.	Areia %	Cascalho %	Rocha %	Alga %	Temperatura* °C	Salinidade*
1	8,30 (20,5)	6,35	0,53	1,11	30	10	60	20	26,1 (22,5-35,0)	28,1 (17,0-35,8)
2	22,2 (36,3)	10,15	2,24	1,19	80	10	10	40	24,4 (21,5-29,6)	34,3 (32,0-38,0)
3	17,4 (25,5)	1,36	0,24	1,26	30	60	10	40	24,8 (22,0-30,1)	34,3 (31,4-37,0)
4	28,2 (49,0)	7,88	2,22	1,30	40	20	40	70	24,2 (21,8-29,7)	34,5 (32,0-37,0)
5	23,8 (46,0)	16,12	3,81	1,20	10	10	80	30	24,7 (22,2-28,0)	34,8 (31,3-39,0)
6	25,6 (51,0)	6,52	1,67	1,27	20	50	30	40	24,5 (22,2-24,9)	34,7 (31,0-38,0)

Os dados de temperatura e salinidade das seis poças apresentaram distribuição normal (Kolmogorov-Smirnov). Ao longo do período de maré baixa, houve um aumento significativo de temperatura em todas as poças (Figura 04; Tabela 02), sendo a maior variabilidade encontrada na

poça 01. De forma geral, a salinidade variou pouco durante a maré baixa, com exceção da poça 01 onde diminuiu significativamente entre o “início” e o “fim” do período de exposição.

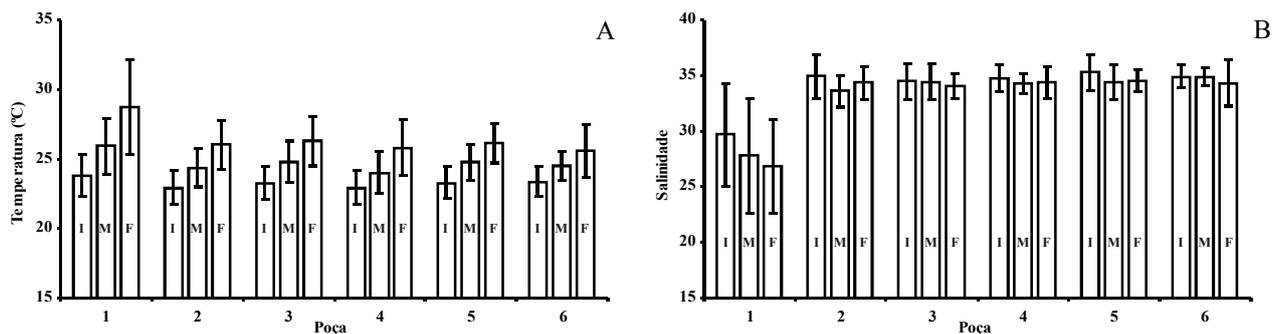


Figura 04: Média (\pm desvio padrão) ao longo do período de maré baixa da temperatura (A) e salinidade (B) nas 6 poças da Praia dos Castelhanos, ES. I – Início; M – Meio; F – Fim. (N = 8).

Tabela 02: Resultado da ANOVA-RM utilizada para testar a diferença da temperatura e salinidade ao longo do período de maré baixa (início, meio e fim) nas seis poças de maré. Teste Greenhouse-Geisser = Gree; Teste Sphericity assumed = Sph; NS = Não significante. O traço indica que o contraste não foi testado.

	Poça					
	1	2	3	4	5	6
Temperatura						
Modelo	p (Sph) ≤ 0.001	p (Gree) ≤ 0.001	p (Gree) ≤ 0.001	p (Sph) ≤ 0.001	p (Gree) ≤ 0.001	p (Sph) ≤ 0.001
Meio vs. Início (contraste)	$p = 0.004$	$p \leq 0.000$	$p \leq 0.000$	$p = 0.005$	$p \leq 0.000$	$p = 0.001$
Fim vs. Início (contraste)	$p = 0.003$	$p \leq 0.000$	$p \leq 0.000$	$p = 0.001$	$p = 0.001$	$p = 0.002$
Salinidade						
Modelo	p (Sph) = 0.028	NS (Sph)	NS (Sph)	NS (Sph)	NS (Sph)	NS (Sph)
Meio vs. Início (contraste)	NS	—	—	—	—	—
Fim vs. Início (contraste)	$p = 0.008$	—	—	—	—	—

A ordenação das poças baseada nas características morfométricas (Figura 05.A) evidenciou que as poças 02, 04 e 06 são bem similares entre si e as poças 01, 03 e 05 distintas entre si, e do restante. As poças ordenadas de acordo com as características físico-químicas da água mostram-se bem similares com exceção da 01, que difere de todas as outras.

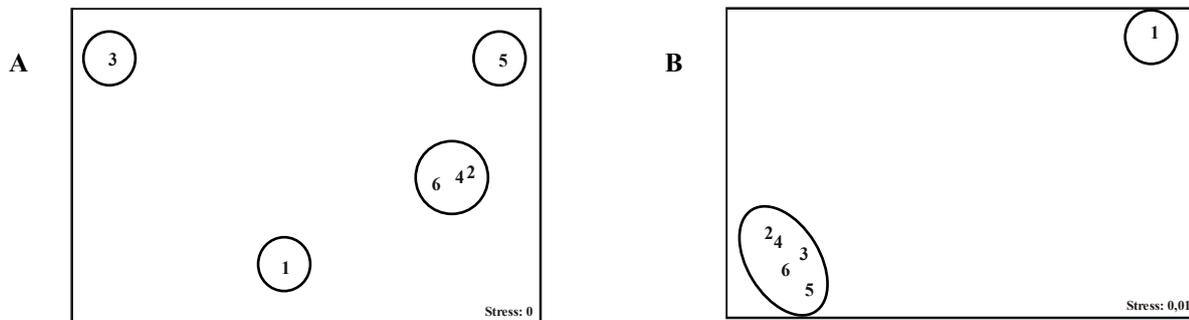


Figura 05: Gráfico de ordenação (nMDS) das seis poças de maré baseado nas características morfológicas (A) e físico-químicas da água (B). A matriz de similaridade foi elaborada utilizando o índice de Bray Curtis e os dados transformados utilizando a raiz quarta. Os círculos representam os grupos formados de poças sugeridos pelos autores. O valor do *stress* está inserido no gráfico.

Composição da ictiofauna

Um total de 3448 indivíduos representados por 64 *taxa* (58 espécies) e 28 famílias foram capturados em 48 amostras de 6 poças de maré da Praia dos Castelhanos, ES, entre agosto 2005 e junho 2007 (Figura 06; Tabela 03). Dentre as 58 espécies, 16 (representando 64,7% do número total de indivíduos) foram consideradas residentes permanentes (RP), 19 (28%) oportunistas (O) e 23 (7,3%) transitórias (T). As 10 espécies mais numericamente abundantes, em ordem decrescente, foram *Bathygobius mystacium* (20 % do total capturado), *Labrisomus nuchipinnis* (13%), *Bathygobius soporator* (6%), *Halichoeres poeyi* (5%), *Ctenogobius boleosoma* (5%), *Sparisoma axillare* (5%), *Abudefduf saxatilis* (5%), *Stegastes fuscus* (4%), *Malacoctenus delalandii* (4%), *Acanthurus bahianus* (3%), e representaram 70% dos indivíduos capturados. Para os valores de peso os 10 *taxa* mais representativos, em ordem decrescente, foram *L. nuchipinnis* (25 % do peso total capturado), *Gymnothorax moringa* (17%), *Gymnothorax vicinus* (12%), *Gymnothorax funebris* (7%), *A. bahianus* (7%), *H. poeyi* (4%), *Acanthurus chirurgus* (3%), *S. fuscus* (3%), *Eucinostomus melanopterus* (3%) e *S. axillare* (3%), e representaram 84% do peso dos indivíduos capturados.

Outras espécies de peixe também foram avistadas ou coletadas em poças de maré da Praia dos Castelhanos. Apesar de não fazer parte do presente estudo, podemos destacar: *Acanthurus coeruleus* (Bloch & Schneider, 1801); *Chilomycterus spinosus spinosus* (Linnaeus, 1758); *Holocentrus adscensionis* (Osbeck, 1765); *Lutjanus alexandrei* Moura & Lindeman, 2007; *Microdesmus bahianus* Dawson, 1973; *Mycteroperca bonaci* (Poey, 1860); *Pomacanthus paru* (Bloch, 1787) e *Pseudupeneus maculatus* (Bloch, 1793).

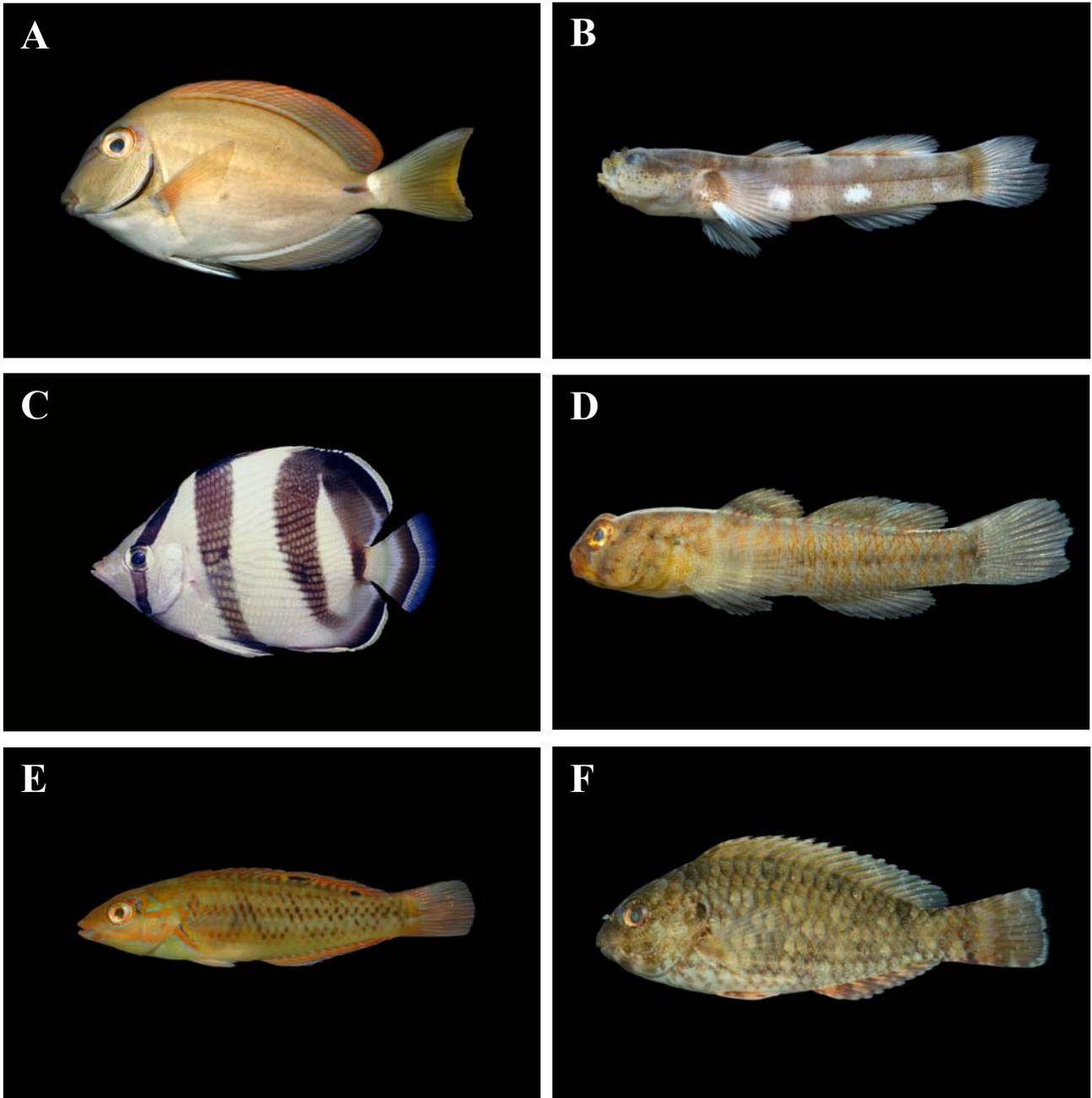


Figura 06: Foto de alguns espécimes capturados nas poças de maré da Praia dos Castelhanos, ES. (A) *Acanthurus bahianus* Castelnau, 1855 (CT – 91 mm); (B) *Barbulifer ceuthoecus* (Jordan & Gilbert, 1884) (CT – 30 mm); (C) *Chaetodon striatus* Linnaeus, 1758 (CT – 93 mm); (D) *Gobiosoma hemigymnum* (Eigenmann & Eigenmann, 1888) (CT – 22 mm); (E) *Halichoeres poeyi* (Steindachner, 1867) (CT – 75 mm); (F) *Sparisoma axillare* (Steindachner, 1878) (CT – 68 mm).

Tabela 03: Lista taxonômica e número de indivíduos por poça de maré da praia dos Castelhanos, ES. Tabela em ordem filogenética de famílias segundo Nelson (1994).

Família e <i>Taxa</i>	Grau de Associação ¹	Poça						Total
		1	2	3	4	5	6	
Muraenidae								
<i>Gymnothorax funebris</i> Ranzani, 1840	RP	14	7		7	18	6	52
<i>Gymnothorax moringa</i> (Cuvier, 1829)	RP	2	5		9	20	6	42
<i>Gymnothorax vicinus</i> (Castelnau, 1855)	RP		1	1	1	3	3	9
Ophichthidae								
<i>Ahlia egmontis</i> (Jordan, 1884)	RP	13	22	1	13	37	7	93
<i>Letharchus aliculatus</i> McCosker, 1974	RP	1	5					6
<i>Myrichthys breviceps</i> (Richardson, 1848)	O	1				1	1	3
<i>Myrichthys ocellatus</i> (Lesueur, 1825)	O						1	1
<i>Myrophis platyrhynchus</i> Breder, 1927	RP					4		4
Clupeidae								
Fase larval não identificada	—		1			1		2
Ophidiidae								
<i>Raneya brasiliensis</i> (Kaup, 1856)	T		2					2
Gobiesocidae								
<i>Gobiesox barbatulus</i> Starks, 1913	O	1		1				2
Belonidae								
<i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)	T					3		3
Atherinopsidae								
<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	T	1	2			14		17
Syngnathidae								
<i>Bryx dunckeri</i> (Metzelaar, 1919)	T				1			1
<i>Micrognathus crinitus</i> (Jenyns, 1842)	T					3	1	4
Scorpaenidae								
<i>Scorpaena plumieri</i> Bloch, 1789	O		1		2	4	6	13
Serranidae								
<i>Rypticus subbifrenatus</i> Gill, 1861	O						1	1
Apogonidae								
<i>Apogon americanus</i> Castelnau, 1855	RP				2		2	4
<i>Phaeoptyx pigmentaria</i> (Poey, 1860)	RP				1		1	2
Carangidae								
<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	T					2		2
<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831	T					4		4
Lutjanidae								
<i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801)	O	1	1					2
Gerreidae								
<i>Eucinostomus argenteus</i> Baird & Girard, 1855	T					22		22
<i>Eucinostomus lefroyi</i> (Goode, 1874)	T					46		46
<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)	T					88		88
<i>Eucinostomus</i> spp. (Fase larval não identificada)	—	4	26		10	7	15	62
Haemulidae								
<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	T						1	1
<i>Haemulon aurolineatum</i> Cuvier, 1830	O		3		10		2	15
<i>Haemulon parra</i> (Desmarest, 1823)	O		34		46	5	16	101
<i>Haemulon plumieri</i> (Lacepède, 1801)	T				1		1	2
<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	T				1			1
Sparidae								
<i>Diplodus argenteus argenteus</i> (Valenciennes, 1830)	T		26				5	31
Chaetodontidae								
<i>Chaetodon striatus</i> Linnaeus, 1758	O		2		4	7	5	18

¹ Segundo o proposto por Griffiths (2003): Residente permanente (RP), oportunista (O), transitória (T), (—) indeterminado.

Tabela 03 (continuação): Lista taxonômica e número de indivíduos por poça de maré da praia dos Castelhanos, ES. Tabela em ordem filogenética de famílias segundo Nelson (1994).

Família e Taxa	Grau de Associação ¹	Poça						Total
		1	2	3	4	5	6	
Pomacentridae								
<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)	O	58	38	5	18	9	31	159
<i>Stegastes fuscus</i> (Cuvier, 1830)	RP	3		11	13	111	15	153
<i>Stegastes variabilis</i> (Castelnau, 1855)	O	1		2	9	48	11	71
<i>Stegastes</i> sp. (Fase larval não identificada)	—			2	2	40	13	57
Mugilidae								
<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	T		2			5		7
<i>Mugil liza</i> Valenciennes, 1836	T	4						4
Labridae								
<i>Doratonotus megalepis</i> Günther, 1862	O		1		4		2	7
<i>Halichoeres brasiliensis</i> (Bloch, 1791)	O	1			4	2	10	17
<i>Halichoeres poeyi</i> (Steindachner, 1867)	O		7	9	12	113	42	183
<i>Halichoeres</i> sp. (Fase larval não identificada)	—				1	1	1	3
Scaridae								
<i>Sparisoma axillare</i> (Steindachner, 1878)	O		15	4	38	71	44	172
Dactyloscopidae								
<i>Dactyloscopus tridigitatus</i> Gill, 1859	T						1	1
Labrisomidae								
<i>Labrisomus nuchipinnis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	RP	15	135	16	89	131	67	453
<i>Malacoctenus delalandei</i> (Valenciennes, 1836)	RP		24	4	27	39	39	133
<i>Paraclinus arcanus</i> Guimarães & Bacellar, 2002	T		1			1		2
Blenniidae								
<i>Parablennius marmoreus</i> (Poey, 1875)	T						1	1
<i>Scartella cristata</i> (Linnaeus, 1758)	RP	5	7	3	1	3	1	20
Fase larval não identificada	—						1	1
Gobiidae								
<i>Barbulifer ceuthoecus</i> (Jordan & Gilbert, 1884)	T						1	1
<i>Barbulifer</i> sp.n. Joyeux, Van Tassell & Macieira	RP					22	2	24
<i>Bathygobius mystacium</i> Ginsburg, 1947	RP	124	67	38	70	306	73	678
<i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes, 1837)	RP	183	10	5	1	5		204
<i>Bathygobius</i> sp. (Fase larval não identificada)	—	1		7		8	5	21
<i>Coryphopterus glaucofraenum</i> Gill, 1863	RP			1	2	25	20	48
<i>Ctenogobius boleosoma</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	RP	160	9	3	2		1	175
<i>Ctenogobius saepepallens</i> (Gilbert & Randall, 1968)	O					2		2
<i>Gobiosoma hemigymnum</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1888)	RP		2		1	27	5	35
Acanthuridae								
<i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau, 1855	O	1	8		6	72	26	113
<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)	O					34	11	45
Paralichthyidae								
<i>Etropus longimanus</i> Norman, 1933	T		1					1
Tetraodontidae								
<i>Sphoeroides greeleyi</i> (Gilbert, 1900)	T					1		1
Total geral		594	465	113	408	1365	503	3448

¹ Segundo o proposto por Griffiths (2003): Residente permanente (RP), oportunista (O), transitória (T), (—) indeterminado.

Distribuição espacial da ictiofauna

As seis poças apresentaram diferenças significativas no número de indivíduos, na abundância, no número de *taxa*, no índice de Shannon e no peso total dos indivíduos, entretanto não houve diferença significativa na biomassa entre as poças (Figura 07.A-F). O número de indivíduos foi maior na poça 05 e menor na 03. A poça 01 apresentou a maior abundância e as 02 e 03 as menores. A poça 05 apresentou o maior número de *taxa*, e a 03 o menor valor. A diversidade foi maior nas poças 05 e 06, sendo os menores valores encontrados nas poças 03 e 01. A média da soma dos pesos foi maior na poça 05 e menor na 03.

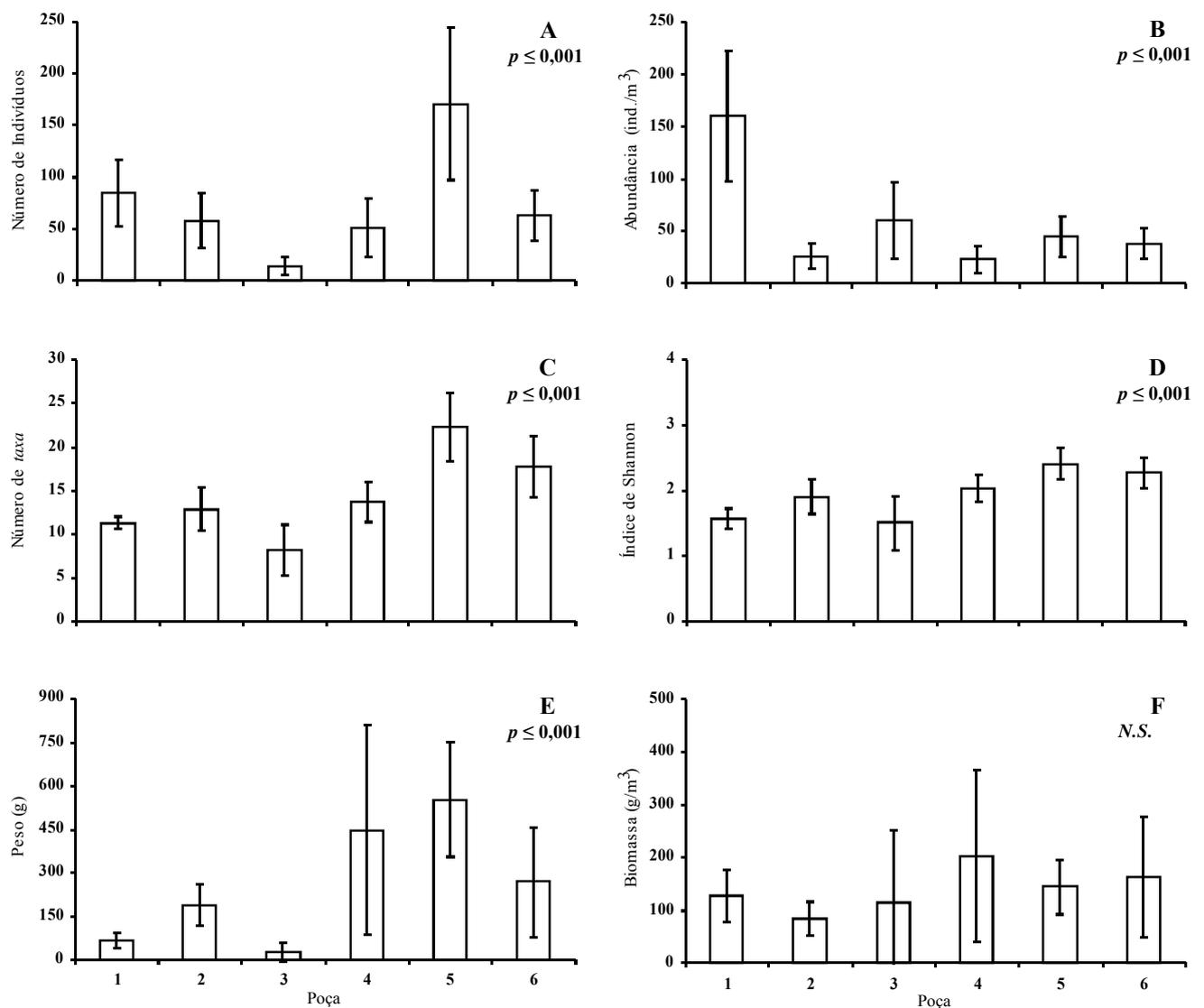


Figura 07: Média (± desvio padrão) do número de indivíduos (A), da abundância total (B), do número de *taxa* (C), do índice de diversidade de Shannon-Wiener (D), do peso total dos indivíduos (E) e da biomassa (F) por poça na Praia dos Castelhanos. Os resultados do teste de Friedman (n = 8) entre as poças estão inseridos nos gráficos. N.S. = Não significativo.

De forma geral, a categoria residente permanente obteve a maior porcentagem em número e peso (superior a 40%), e o restante foi composto pelas categorias oportunista e transitório, em menor proporção (Figura 08.A e B). Entre as poças houve diferenças na proporção das categorias, onde a 01 e a 03 apresentaram valores superiores a 80% do total de indivíduos representantes da classe residente permanente. A classe oportunista ocorreu em maior quantidade nas poças 04 e 06, e a classe transitório foi mais representativa nas poças 02 e 05, sendo pouco encontrados nas outras e ausente na 03. Na distribuição do peso por categorias entre as poças (Figura 08.B), nota-se que a classe residente permanente representam grande parte (superior a 80%) do peso nas poças 01, 02, 03 e 04. As classes oportunista e transitório foram mais expressivas na 05 e 06, onde residente permanente representaram, respectivamente, 47 e 69% da soma do peso capturado.

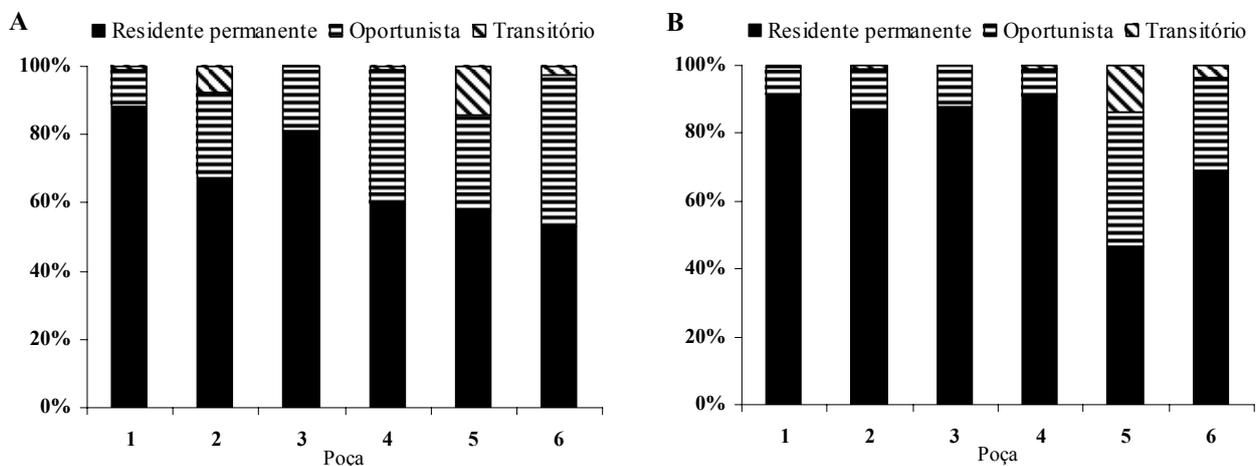


Figura 08: Porcentagem do número de indivíduos (A) e do peso (B) por categoria nas poças de maré da Praia dos Castelhanos, ES.

As 10 espécies mais abundantes numericamente apresentaram padrões distintos de distribuição espacial e apresentaram diferenças significativas de número de indivíduos entre as poças (Friedman; Figura 09). O gobiidae *B. mystacium* foi mais numeroso nas poças 01 e 05. O número de *L. nuchipinnis* foi maior nas poças 02 e 04. As espécies *B. soporator* e *C. boleosoma* apresentaram uma distribuição espacial muito semelhante, e foram muito abundantes na 01 e pouco frequentes nas poças restantes. O número de *H. poeyi* foi maior nas poças 05 e 06, e pouco expressivo no restante. A espécie *S. axillare* ocorreu em maior número nas poças 04, 05 e 06. O sargentinho, *A. saxatilis*, foi encontrado em maior número na 01, 02 e 06. O outro Pomacentridae, *S. fuscus*, foi mais numeroso na poça 05. O número de *M. delalandei* foi maior nas poças 02, 04, 05 e 06. A espécie *A. bahianus* foi mais numerosa nas poças 05 e 06. Para os demais taxa não foram realizadas inferências sobre a distribuição espacial devido ao baixo número de indivíduos

capturados. De forma geral, a distribuição dos pesos dos indivíduos nas poças (Figura 10) seguiu um padrão muito similar ao do número de indivíduos, e todas as 10 espécies apresentaram diferenças significativas entre as poças.

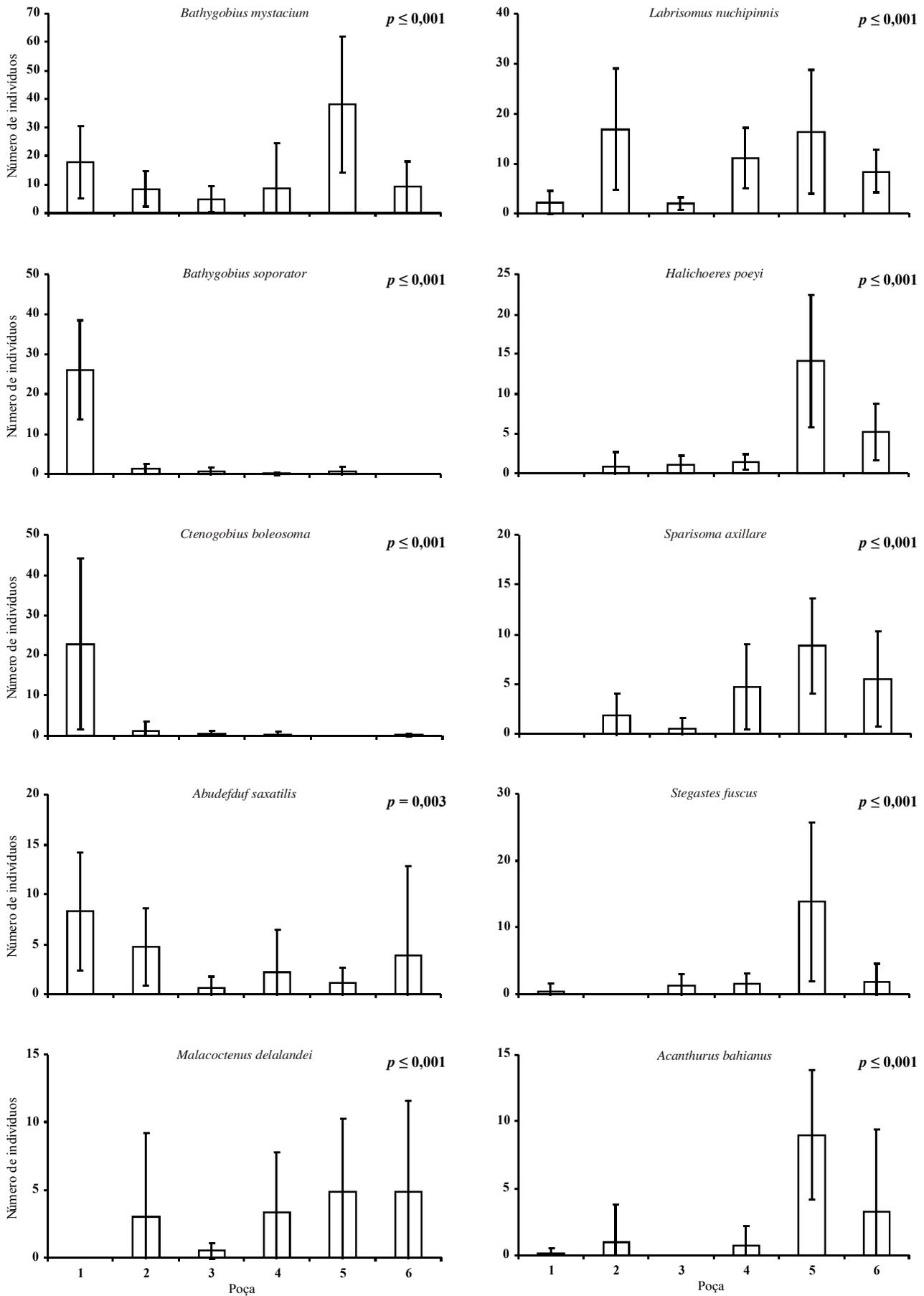


Figura 09: Média (\pm desvio padrão) por poça do número de indivíduos para espécies mais numericamente abundantes na Praia dos Castelhanos. Os resultados do teste de Friedman ($n = 8$) entre as poças estão inseridos nos gráficos. N.S. = Não significante.

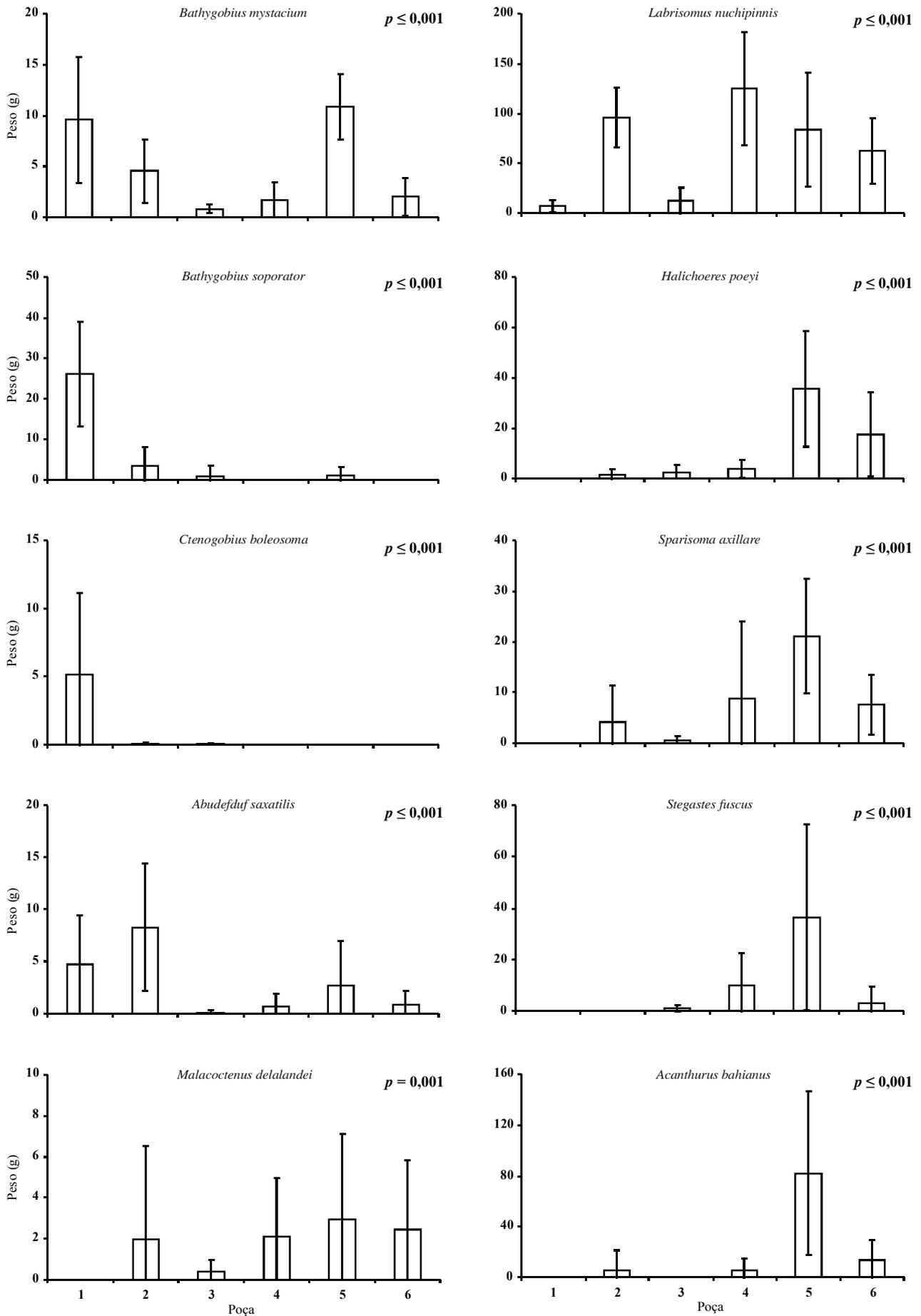


Figura 10: Média (\pm desvio padrão) por poça do peso para espécies mais numericamente abundantes na Praia dos Castelhanos. Os resultados do teste de Friedman (n = 8) entre as poças estão inseridos nos gráficos. N.S. = Não significante.

As análises de agrupamento e de ordenamento (Figura 11.A) a partir do número de indivíduo nas seis poças evidenciaram a formação de três grupos. O primeiro grupo é formado pela poça 03 que, de forma geral, apresentou menores valores de número de indivíduos e número de *taxa* (Figura 07.A e Figura 07.C). O segundo grupo é formado pela poça 01, que possui elevada abundância, ausência de algumas numericamente abundantes (*H. poeyi*, *S. axillare* e *M. delalandei*) e predominância de captura das espécies *B. soporator* e *C. boleosoma*. O último grupo é formado pelas poças restantes, que possuem valores semelhantes de abundância, número de *taxa*, índice de diversidade de Shannon, maior número de indivíduos da classe oportunistas e, em alguns casos (poças 02, 05 e 06), transitórios também. O mesmo padrão de similaridade foi observado para a análise de agrupamento e de ordenamento feita a partir dos pesos de cada *taxon* nas 6 poças (Figura 11.B).

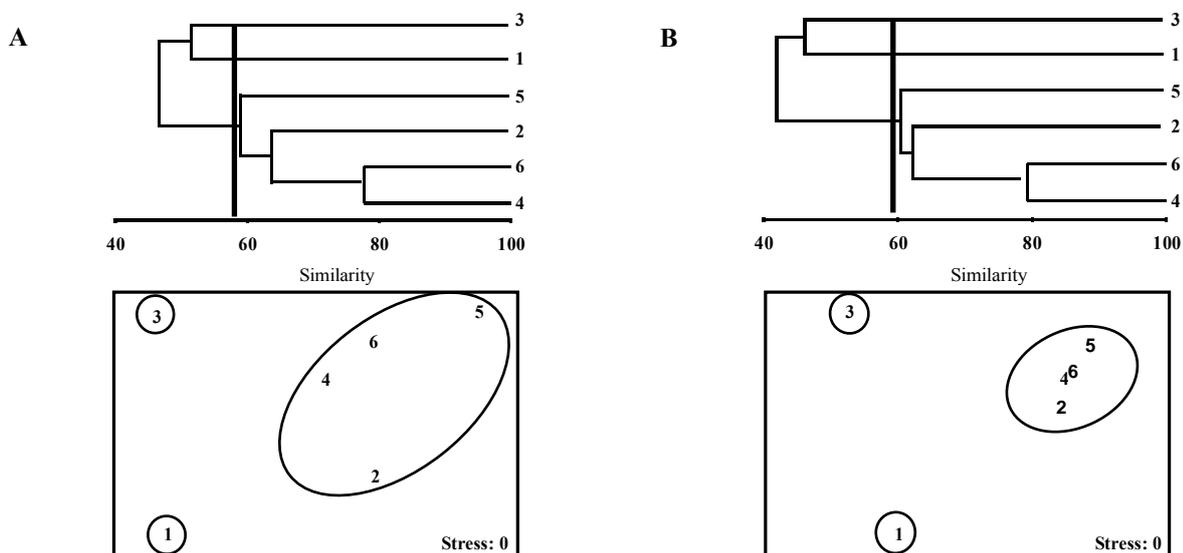


Figura 11: Gráfico da análise de cluster e do escalonamento multidimensional não-métrico comparando o número de indivíduos (A) e os pesos (B) para cada *taxa* nas 6 poças de maré. A matriz de similaridade foi elaborada utilizando o índice similaridade de Bray Curtis e os dados transformados utilizando a raiz quarta. A barra vertical evidencia a formação dos grupos com aproximadamente 60 % de similaridade entre si. Os círculos representam os grupos de poças sugeridos pelos autores.

A análise multivariada BIOENV, que relaciona dados ambientais com dados de comunidade (número de indivíduos e peso total), determinou a área superficial, a profundidade média e a salinidade média como as variáveis responsáveis pela estruturação da ictiofauna presente nas poças de maré da Praia dos Castelhanos. Valor máximo de $\rho\omega = 0,870$ (número de indivíduos); 0971 (peso total).

Discussão

Características ambientais

As poças estudadas na Praia dos Castelhanos apresentam características semelhantes às presentes no litoral do nordeste brasileiro e, provavelmente, são muito similares às estudadas por Rosa *et al.* (1997), na Paraíba, e por Zamprogno (1989), no Espírito Santo. De forma geral, as poças da Praia dos Castelhanos foram bastante diversas quanto às características morfométricas e muito semelhantes na variação dos parâmetros físico-químicos da água, com exceção da poça 01. Isso se deve ao fato das poças estarem aproximadamente no mesmo nível em relação ao mar. Também vale ressaltar que não havia nenhuma poça tão grande, ou conectada ao mar, que não apresentasse variação de temperatura ao longo do período de exposição. (Figura 02) A poça 01 apresentou valores de salinidade baixos e de temperatura elevados, que podem ser explicados, essencialmente, por dois fatores: o primeiro seria pela forte influência do lençol freático, que ocasiona um *input* de água doce nas poças próximas à praia durante a baixamar (observação pessoal, Figura 4.B) e uma redução da salinidade. O segundo seria a razão entre área superficial e volume, onde a poça 01 apresenta o maior valor, ou seja, área grande com volume pequeno, fato que favorece o aquecimento da água pela radiação solar. Uma outra característica da poça 01 é a pequena quantidade e diversidade de organismos sésseis devido, provavelmente, à localização da poça, durante o período submerso, no chamado “máximo recuo da onda”, que ocasiona maior hidrodinamismo, sedimentação, turbidez e ação mecânica do sedimento contra o substrato consolidado, atuando como uma lixa. Desta forma, a composição e a estrutura da comunidade da poça 01 estão relacionadas aos parâmetros físico-químicos da água e a posição no recife rochoso, enquanto as comunidades das outras poças (02, 03, 04, 05 e 06) seriam estruturadas, principalmente, pelas características morfométricas das poças e por outros fatores de caráter ecológicos (competição por recursos, territorialismo, predação, etc.).

Composição e estrutura da ictiofauna

No Brasil, apesar do extenso litoral com presença de poças de maré, foram realizados poucos estudos sobre a ictiofauna desses ecossistemas. Desta maneira o grau de dependência das espécies, assim como os fatores estruturadores da comunidade ainda são desconhecidos. Essa lacuna de conhecimento dificulta o entendimento da importância e função do ecossistema poças de maré na zona costeira e o conseqüentemente desenvolvimento de estratégias de manejo.

O elevado número de espécies (Tabela 04) encontradas na Praia dos Castelhanos pode estar relacionado à localização do Espírito Santo em uma zona de transição biogeográfica (Floeter & Gomes, 1999; Floeter *et al.*, 2001; Joyeux *et al.*, 2001; Martins *et al.*, 2007). Ao comparar o número de espécies do presente estudo com outras nove áreas do Oceano Atlântico Norte (dados compilados por Prochazka *et al.*, 1999) nota-se que apenas o trabalho de Mahon & Mahon (1994), realizado em Barbados, apresenta valores superiores (62 espécies) aos encontrados na Praia dos Castelhanos. Provavelmente, outras variáveis de caráter metodológico como tempo de recolonização entre campanhas, metodologia de coleta, número de campanhas (Mahon & Mahon, 1994) e estado de conhecimento taxonômico das espécies locais também são responsáveis pelas diferenças encontradas.

Tabela 04: Trabalhos sobre ictiofauna das poças de maré realizados no Brasil em diferentes latitudes, com seus respectivos número de espécies encontradas.

Referência	Latitude	Local	Número de espécies
Rosa, Rosa & Rocha, 1997	07°S	Nordeste, Brasil	44
Presente estudo	20°S	Sudeste, Brasil	58
Zamprogno, 1989 *	20°S	Sudeste, Brasil	36
Barreiros <i>et al.</i> , 2004	27°S	Sul, Brasil	19

* Número de espécies corrigido de acordo com o estado de conhecimento da sistemática atual.

A composição da comunidade, de acordo com o grau de associação ao ecossistema, mostrou-se bastante similar aos padrões detectado em outros estudos (Grossman, 1982, Mahon & Mahon, 1994, Rosa *et al.*, 1997, Castellanos-Galindo *et al.*, 2005) ou seja, a categoria residente permanente dominou, em número e peso, em relação às outras categorias. Tal padrão pode ser explicado pelo fato da grande maioria das espécies desse grupo possuir adaptações morfológicas (flutuabilidade negativa, corpo comprimido ou deprimido) e comportamentais (comportamento críptico, bentônico, natação saltada) à vida no ecossistema entremarés (Gibson, 1986). Sendo assim, ocupam uma variedade maior de micro-habitats e, provavelmente, também competem melhor por recursos com as espécies de outras categorias. Dentre todas as espécies consideradas residentes permanentes, apenas a espécie territorial *S. fuscus* não apresenta nenhuma das modificações comumente encontradas nas espécies adaptadas a vida nas poças de maré (Gibson, 1986). Entretanto, o fato do recife ficar totalmente submerso durante o período de maré alta favorece o estabelecimento de território, essencialmente em poças grandes, por alguns poucos indivíduos dessa espécie na fase adulta. Sendo assim, durante a maré baixa a espécie teria seu território reduzido,

mas também estariam reduzidos o número de competidores (e.g. *Acanthurus* na fase adulta) por recursos alimentares (Ebersole, 1977) e de predadores (peixes presentes no infralitoral).

Eventualmente, as espécies de ocorrência rara no presente estudo (e.g. *B. ceuthoecus*, *D. tridigitatus* e *P. arcanus*; os três classificados como transitórios), porém com características morfológicas e comportamentais de peixes de poças de maré, podem ter sido classificadas de forma errônea quanto ao grau de associação ao ecossistema. Nesse caso, o problema está em distinguir se a espécie é residente permanente, porém de ocorrência rara, ou se realmente pertence às outras categorias de associação e assim ocasionalmente pode ser encontrada nas poças de maré. Apesar de não citado por Mahon & Mahon (1994) como uma das dificuldades na comparação entre estudos, a classificação errônea dessas espécies pode causar distorções na composição da comunidade. Para algumas espécies o micro-habitat é um fator determinante para sua ocorrência. Um exemplo seria a espécie *Microdesmus bahianus* (Microdesmidae), que pode ser encontrada no Espírito Santo em poças próximas à praia com fundo argiloso (comunicação pessoal Jean-Christophe Joyeux). Um outro exemplo seria *Barbulifer* sp.n., que foi classificada como residente permanente. Essa espécie ocorreu em apenas duas poças (poças 05 e 06; Tabela 03), entretanto foi abundante apenas na poça 05. Em um outro cenário, onde a poça 05 não estivesse inclusa entre as poças amostradas, essa espécie poderia ser classificada como oportunista ou até mesmo como transitória. Apenas com a realização de trabalhos direcionados à ecologia dessas espécies raras na zona do entremarés, poder-se-ia assegurar a correta categorização. Também se faz necessária a elaboração, em um futuro trabalho, de um protocolo para padronizar a metodologia aplicada à categorização das espécies das poças de maré, devido à variabilidade de categorias utilizadas e a falta de clareza da metodologia aplicada na distinção entre classes (Gibson & Yoshiyama, 1999, Castellanos-Galindo *et al.*, 2005).

Nas poças algumas espécies foram abundantes exclusivamente na fase juvenil, e observadas também no infralitoral na fase adulta (e.g. *A. bahianus*, *A. saxatilis*, *H. poeyi* e *S. axillare*). Isso indica que o recife rochoso é usado como área berçário por várias espécies recifais e costeiras. Durante o trabalho também foram observados cardumes do gênero *Eucinostomus* adultos ocupando a poça 05 por algumas semanas e, posteriormente, verificou-se a presença, em várias poças, de larvas e pós-larvas (*Eucinostomus* spp.) desse gênero (Tabela 03). Provavelmente a pequena profundidade das poças de maré e do recife rochoso, mesmo durante o período submerso (profundidade inferior 1,5 m), minimiza os riscos de predação dos juvenis por peixes maiores, de forma análoga às áreas rasas estuarinas (Paterson & Whitfield, 2000). Entretanto, durante o período emerso há um risco de predação por aves, como a “Garça-vaqueira” *Bulbucus ibis*, “Bem-te-vis” *Pitangus sulphuratus* e “Martim-pescador” *Ceryle torquata* (observação pessoal; Figura 13.A). Porém, segundo Gibson & Yoshiyama (1999), não há trabalho que estime o risco de predação por peixes maiores presentes no infralitoral e por aves sobre a ictiofauna do entremarés. Entre as poças também há padrões de utilização que sugerem uma busca por refúgio de indivíduos juvenis. Assim,

a grande maioria dos indivíduos capturados na poça 01 eram pós-larvas ou juvenis (exceto para as espécies *A. egmontis*, *B. soporator*, *B. mystacium*, *C. boleosoma* e *S. cristata*) (dados não publicados). Parece haver uma preferência entre os juvenis de algumas espécies pelas poças na área de influência do lençol freático devido à ausência de predadores que seriam limitados pelo aumento do estresse fisiológico, ou por uma segregação devido à competição com coespecíficos adultos (Zander *et al.*, 1999). Provavelmente, a interação sinérgica desses dois fatores (predação e competição) seja a resposta pela preferência dos juvenis.

Variação espacial

Curiosamente, apesar da pouca diferença entre os parâmetros físico-químicos da água entre as 5 poças (excluindo a poça 01, que difere das outras cinco), os 10 *taxa* mais numericamente abundantes apresentaram padrões de distribuição espacial, do número de indivíduos e do peso total bastante marcados. As diferenças entre comunidades de peixes estão relacionadas às características ambientais de cada poça, dentre as quais destacam-se, a localização do recife, a profundidade, a área superficial, o volume, a heterogeneidade do sedimento, a cobertura algal e a rugosidade (Bennett & Griffiths, 1984, Mahon & Mahon, 1994, Griffiths & West, 2006). Entretanto, as principais variáveis responsáveis (Teste BIOENV) pelas diferenças na comunidade entre poças do presente estudo foram a área superficial, a profundidade média e a salinidade média. De forma geral, há três faixas bem definidas de “distribuição vertical” da ictiofauna na Praia dos Castelhanos. A primeira faz divisa com a areia, e aparentemente limita-se à zona de influência do lençol freático. Nessa faixa são comumente encontrados os indivíduos classificados residentes permanentes e alguns poucos oportunistas, que toleram o estresse fisiológico ocasionado pela alteração das características físico-químicas da água, ao longo do período de exposição do recife rochoso ao ar (Evans *et al.*, 1999). Espécies euritérmicas e eurihalinas, como por exemplo, *B. soporator* e *C. boleosoma*, foram muito representativas na poça 01 e em outras poças localizadas nessa primeira faixa (observação pessoal). Provavelmente, essas espécies encontram uma maior disponibilidade de recursos e um menor risco de predação, pois o número de competidores interespecíficos e predadores é regulado pelo estresse fisiológico durante o período de exposição ao ar. Os índices de comunidade da poça 01 foram característicos de ambientes estressantes (e.g. ecossistemas estuarinos), ou seja, valores elevados de número de indivíduos e abundância, e valor baixo de diversidade e de peso total, com a dominância de poucas espécies (*B. soporator* e *C. boleosoma*). A segunda faixa parece sofrer menor influência do lençol e, conseqüentemente, apresentam condições menos estressantes, mesmo em pequenas poças (e.g. poça 03). Portanto, espécies pouco ou não adaptadas (categorias oportunistas e transitórias) ao ambiente das poças de maré são mais

comumente encontradas nesse local. Nesse caso as diferenças na ictiofauna entre poças parecem estar relacionadas às diferenças nas características morfométricas, que determinam os nichos disponíveis. A última faixa faz divisa com o mar, e a grande maioria das poças de maré são parcialmente conectadas ao mar. Nessas poças a circulação de água ocorre por canais e por pequenas cavernas, que são alimentadas pelo batimento de ondas. São comumente encontradas nessas poças as seguintes espécies: *A. coeruleus* (juvenil), *H. adscensionis* e *L. jocu* (Observação pessoal).

Segundo Mahon & Mahon (1994) as poças de maior volume possuem também maior número de indivíduos, riqueza de espécies e biomassa. Entretanto, os resultados encontrados na Praia dos Castelhanos não corroboram com essa observação. A poça 01, por exemplo, possui um volume menor que as poças 02, 04 e 06 (respectivamente 4,2, 4,1 e 3,1 vezes maior), porém apresenta um valor superior no número de indivíduos devido a dominância de espécies adaptadas ao estresse fisiológico. Outro exemplo seria a poça 04, que apresenta um volume similar à 02, porém possui um valor de peso total maior. Tal fato pode ser explicado pela maior porcentagem de rochas e de cobertura de algas na poça 04, que nesse caso em particular, favorece espécies que utilizam a vegetação para camuflagem (e.g. *L. nuchipinnis* e juvenis de *S. axillare*) (Tabela 01; Figuras 09 e 10). O trabalho de Griffiths e West (2006) demonstra que a heterogeneidade do substrato também é um importante fator na estruturação da comunidade, e que o número de indivíduos decresce com a retirada da cobertura de rochas do fundo. Desta forma, ao analisar a cobertura por rochas e algas do substrato das poças, nota-se que a poça 02 possui uma pequena proporção de rochas e um valor mediano de cobertura vegetal. Apesar de o volume estar matematicamente relacionado à profundidade e à área superficial, essas variáveis morfométricas atuam de forma diferenciada na estruturação da comunidade. A predominância de *S. fuscus* na poça 05 pode estar relacionada à necessidade dessa espécie de espaço para estabelecer território (Ferreira *et al.*, 1998). Sendo assim, o grande volume associado a área superficial dessa poça seria capaz de comportar um maior número de territórios. Entretanto, o mesmo padrão não é observado na poça 02, que apresenta o segundo maior valor de área superficial e de volume devido, provavelmente, à inexpressiva quantidade de substrato consolidado no fundo da poça, o qual é fundamental para o estabelecimento do território alimentar. Da mesma forma, a espécie *A. bahianus*, encontrada formando pequenos cardumes (5-20 indivíduos), também foi mais numerosa nas poças com maior área superficial, volume e cobertura por substrato consolidado. Essa preferência está relacionada à formação de grupos e ao forrageamento (Lawson *et al.*, 1999), onde ambos exigem ambientes amplos e com maior quantidade de recursos. O baixo número de indivíduos e de peso total na poça 03 parece corroborar com a hipótese da baixa disponibilidade de recursos e nichos disponíveis em pequenas poças. De acordo com Gibson & Yoshiyama (1999) poças grandes e próximas ao infralitoral têm uma proporção maior de indivíduos transitórios. Entretanto, devido à baixa inclinação do recife da

Praia dos Castelhanos, o volume parece ser mais importante que a distância em relação ao mar, pelo menos para as poças fora da zona de influência direta do lençol freático (Tabela 01 e Figura 07). A proporção maior de transitórios nas poças 05 e 02 não parece estar relacionada à estabilidade dos parâmetros físico-químicos da água. Nesse caso, a área superficial provavelmente é um fator importante, pois várias espécies dessa categoria formam cardumes e nadam ativamente, e sendo assim podem ter preferência por poças amplas (e.g. indivíduos das famílias Atherinopsidae, Carangidae, Gerreidae, Haemulidae, Sparidae e Mugilidae). Desta maneira, apenas com experimentos similares (e.g. manipulação do substrato) aos propostos por Griffiths (2003) e realizado por Griffiths e West (2006) será possível determinar de forma mais precisa os fatores responsáveis pela composição e estruturação da comunidade do entremarés nas costa brasileira.

Em alguns casos, a distribuição da espécie também pode ser influenciada pela repartição intra e interespecífica de recursos que ocasionaria uma segregação (Gibson, 1986, Zandae *et al.*, 1999, Davis, 2000). Esse fato parece ocorrer, principalmente, entre as espécies *B. saporator* e *C. boleosoma*, onde foi observado comportamento agonístico intra e interespecífico, e no caso de *B. saporator* ocorrendo a predação (*C. boleosoma*) ou canibalismo de indivíduos menores (observação pessoal; Figura 13.B). Nas duas espécies a defesa de território parece ser a causa principal desse comportamento entre indivíduos coespecíficos. As causas da agressividade entre as duas espécies podem estar relacionadas a uma sobreposição de nicho, visto que as duas espécies têm preferência pela mesma faixa do recife e possuem características morfológicas e comportamentais semelhantes.

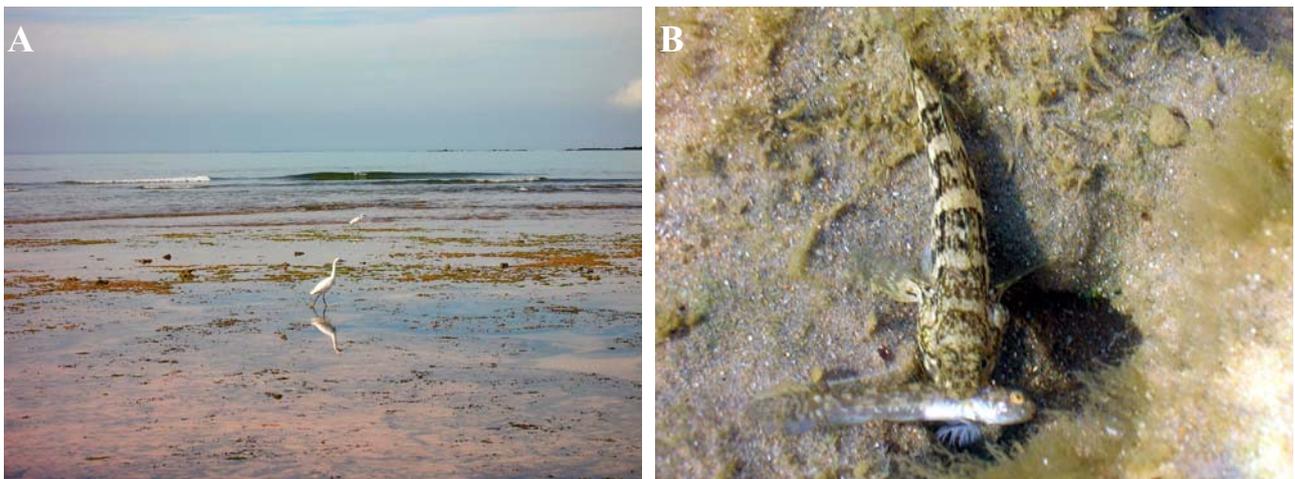


Figura 13: (A) Garças forrageando sobre a ictiofauna durante o período de emersão do recife rochoso. (B) *B. saporator* predando um *C. boleosoma* em uma poça localizada próxima à praia. Fotos: Pedro Sant'Ana de J. Jr.

Os fatores responsáveis pela estruturação da comunidade no recife rochoso da Praia dos Castelhanos parecem divergir, em parte, daqueles classicamente evidenciados nos costões rochosos

(e.g. tempo de exposição ao ar, altura da poça em relação ao mar, inclinação do costão, grau de exposição a ondas, volume, cobertura do substrato). A distância do mar, apesar de bastante marcada (três faixas), não parece ser um fator importante de modo geral, e a variação dos parâmetros físico-químicos da água explica apenas parte da distribuição espacial. Os padrões de distribuição espacial muitas vezes foram relacionados aos nichos disponíveis em cada tipo de poça, independente da posição no recife rochoso. Desta maneira, sugere-se que a interação sinérgica entre os parâmetros físico-químicos da água, os nichos disponíveis e as relações ecológicas (e.g. competição, predação, territorialismo) em cada poça são os responsáveis pela composição e estruturação da comunidade.

Referências bibliográficas

- Almeida, V. G. (1973). New records of tidepools fishes from Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia, S. Paulo* **26** (14), 187-191.
- Almeida, V. G. (1983). Levantamento da ictiofauna de poças de maré de Salvador e adjacências. Parte I – Osteichthyes anguilliformes. *Natura* **85** (5), 94-109.
- Barreiros, J. P., Bertoncini, A., Machado, L., Hostim-Silva, M. & Santos, R. S. (2004). Diversity and seasonal changes in the ichthyofauna of rocky tidal pools from Praia Vermelha and São Roque, Santa Catarina. *Brazilian archives of biology and technology* **47**(2), 291-299.
- Böhlke, E. B. (2002). Muraenidae, in Carpenter (ed.) **The living marine resources of the Western Central Atlantic**, Vol 3: 700-718.
- Bennett, B. A. & Griffiths, C. L. (1984). Factors affecting the distribution, abundance and diversity of rock-pool fishes on the Cape Peninsula, South Africa. *South African Journal of Zoology* **19**, 97-104.
- Castellanos-Galindo, G. A., Giraldo, A. & Rubio, E. A. (2005). Community structure of na assemblage of tidepool fishes on a tropical eastern Pacific rocky shore, Colômbia. *Journal of Fish Biology* **67**, 392-408.
- Carvalho-Filho, A. (1999). **Peixes: costa brasileira**. 3. ed. São Paulo: Melro.
- Cunha, F. E. A.; Monteiro-Neto, C. & Nottingham, M. C. (2007). Temporal and spatial variations in tidepool fish assemblages of the northeast coast of Brazil. *Biota Neotropica* **7** (1): 111-118.
- Clarke, K. R. & Warwick, R. M. (1982). A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. *Marine Ecology Progress Series* **8**, 37-52.
- Clarke, K. R. & Warwick, R. M. (1994). **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. Plymouth: Natural Environment Research Council.
- Davis, J. L. D. (2000). Spatial and seasonal patterns of habitat partitioning in a guild of southern California tidepool fishes. *Marine Ecology Progress Series* **196**, 253-268.
- Dawson, C. E. (1982). Atlantic sand stargazers (Pisces: Dactyloscopidae), with description of one new genus and seven new species. *Bulletin of Marine Science* **32** (1), 14-85.

- Dawson, C. E. & Vari, R. P. (1982). **Fishes of the Western North Atlantic (8)**. 1.ed. Sears Foundation for Marine Research, Yale University: New Haven.
- Ebersole, J. P. (1977). The adaptive significance of interspecific territoriality in the reef fish *Eupomacentrus leucostictus*. *Ecology* **57**, 914-920
- Evans, D. H.; Claiborne, J. B. & Kormanik, G. A. (1999). Osmoregulation, acid-base regulation and nitrogen excretion. In: Horn, M. H.; Martin, K. L. M. & Chotkowski, M. A. (Eds.) **Intertidal fishes: Life in two worlds**. Academic Press, San Diego, 79-92.
- Ferreira, C. E. L, Gonçalves, J. E. A, Coutinho, R. & Peret, A. C. (1998). Herbivory by the Dusky Damselfish, *Stegastes fuscus* (Cuvier, 1830). *Journal of Experimental Marine Biology Ecology* **229**, 241-264.
- Figueiredo, J. L. & Menezes, N. A. (1978). **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil - II** Teleostei (1). 1.ed. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Figueiredo, J. L. & Menezes, N. A. (1980). **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil - III** Teleostei (2). 1.ed. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Figueiredo, J. L. & Menezes, N. A. (2000). **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil - VI** Teleostei (5). 1.ed. São Paulo, Universidade de São Paulo.
- Floeter, S. R. & Soares-Gomes, A. (1999). Biogeographic and species richness patterns of Gastropoda on the southwestern Atlantic. *Journal of Biogeography* **59**, 567-575.
- Floeter, S. R., Guimarães, R. Z. P., Rocha, L. A., Ferreira, C. E. L., Rangel, C. A. & Gasparini, J. L. (2001). Geographic variation in reef-fish assemblages along the Brazilian coast. *Global Ecology and Biogeography* **10**, 423-433.
- Froese, R. & Pauly, D. Editors. 2007. FishBase.World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (10/2007).
- Gibson, R. N. (1986). Intertidal teleosts: life in a fluctuating environment in: Pitcher, T.I. (Ed). The behavior of teleosts fishes. London: Croom Helm, 388-407.
- Gibson, R. N. (1999). Methods for studying intertidal fishes. In: Horn, M. H.; Martin, K. L. M. & Chotkowski, M. A. (Eds.) **Intertidal fishes: Life in two worlds**. Academic Press, San Diego, 7-25.

- Gibson, R. N & Yoshiyama, R. M. (1999). Intertidal fishes communities. In: Horn, M. H.; Martin, K. L. M. & Chotkowski, M. A. (Eds.) **Intertidal fishes: Life in two worlds**. Academic Press, San Diego, 264-296.
- Griffiths, S. P. (2003). Rockpool ichthyofauna of temperate Australia: species composition, residency and biogeographic. *Estuarine coastal and shelf science* **58**, 173-186.
- Griffiths, S. P., Davis, A. R. & West, R. J. (2006). Role of habitat complexity in structuring temperate rockpool ichthyofaunas. *Marine Ecology Progress Series* **313**, 227-239.
- Guimarães, R. Z. (1996). Three new records of marine gobiid fishes (Teleostei: Gobiidae) from southeastern Brazil. *Revue Française d'Aquariologie* **23** (1-2), 64-68.
- Guimarães, R. Z. P. (1999). Chromatic and morphologic variation in *Halicampus crinitus* (Jenyns) (Teleostei: Syngnathidae) from southeastern Brazil, with comments on its synonymy. *Revue Française d'Aquariologie* **26** (1-2), 7-10.
- Guimarães, R. Z. & Bacellar, A. C. L. H. (2002). Review of the Brazilian Species of *Paraclinus* (Teleostei: Labrisomidae), with descriptions of two new species and revalidation of *Paraclinus rubicundus* (Starks). *Copeia* **2**, 419 - 427.
- Grossman, G. D. (1982). Dynamics and organization of a rocky intertidal fish assemblage: the persistence and resilience of taxocene structure. *The American Naturalist* **119** (5), 611-637.
- Humann, P. & Deloach, N. **Reef Fish: Identification, Florida Caribbean Bahamas**. 3 .ed. Jacksonville: New World Publications, INC., 2002.
- Horn, M. H., Martin, K. L. M. & Chotkowski, M. A. (1999). Introduction. In: Horn, M.H., Martin, K.L.M. & Chotkowski, M.A. **Intertidal Fishes: Life in two worlds**. Academic Press, 1-6.
- Joyeux, J.-C., Floeter, S. R., Ferreira, C. E. L. & Gasparini, J. L. (2001). Biogeography of tropical reef fish: the South Atlantic puzzle. *Journal of Biogeography* **28**, 831-841.
- Joyeux, J.-C., Van Tassell, J. & Macieira, R. M. (Submetido). *Barbulifer enigmaticus* sp. nov., a new seven-spined goby (Pisces; Teleostei; Gobiidae) from the southwestern Atlantic. *Zootaxa*.
- Lawson, G. L., Kramer, D. L. & Hunte, W. (1999). Size-related habitat and schooling behavior in two species of surgeonfish (*Acanthurus bahianus* and *A. coeruleus*) on a fringing reef in Barbados, West Indies. *Environmental Biology of fish* **54**, 19-33.

- Levinton, J. S. (2001). **Marine biology. Function, biodiversity, ecology**. Oxford University Press, New York, NY (USA).
- Mahon, R. & Mahon, S. D. (1994). Structure and resilience of a tidepool fish assemblage at Barbados. *Environmental Biology of Fishes* **41**, 171-190.
- Martins, A. G.; Olavo, G. & Costa, P. A. S. 2007. Padrões de distribuição e estrutura de comunidades de grandes peixes recifais na costa central do Brasil. In: COSTA, P.A.S.; OLAVO, G. & Martins, A.G. (Eds.) Biodiversidade da fauna marinha profunda na costa central brasileira (Série Livros n.24). Rio de Janeiro: Museu Nacional. p.45-61).
- Menezes, N. A. & Figueiredo, J. L. (1980). **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil - IV** Teleostei (3). 1.ed. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Menezes, N. A. & Figueiredo, J. L. (1985). **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil - V** Teleostei (4). 1.ed. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Metaxas, A. & Scheibling, R. E. (1993). Community structure and organization of tidepools. *Marine Ecology Progress Series* **98**, 187-198.
- Moura, R. L., Figueiredo, J. L. & Sazima, I. (2001). A new parrotfish (Scaridae) from Brazil, and revalidation of *Sparisoma amplum* (Ranzani, 1842), *Sparisoma frondosum* (Agassiz, 1831), *Sparisoma axillare* (Steindachner, 1878) and *Scarus trispinosus* Valenciennes, 1840. *Bulletin of Marine Science* **68**, 505-524.
- Nelson, J. S. (1994). **Fishes of the world**. 3 ed. New York: Wiley.
- Novelli, R., Nunan, G. W. & Lima, N. R. (2000). A new species of the damselfish genus *Stegastes* Jenyns, 1842 (Teleostei: Pomacentridae) from the coast of Brazil. *Boletim do Museu Nacional, N. S., Zoologia* **413**, 1-12.
- McCosker, J. E. (1974). A revision of the Ophichthid eel genus *Letharchus*. *Copeia* **3**, 619-629.
- McCosker, J.E. (2002). Ophichthidae, in Carpenter (ed.) **The living marine resources of the Western Central Atlantic**, Vol 3: 724-733.
- Paterson, A. W. & Whitfield, A. K. (2000). Do shallow-water habitats function as refugia for Juvenile Fishes? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **51**, 359 - 364.
- Polivka, K. M. & Chotkowski, M. A. (1998). Recolonization of experimentally defaunated tidepools by Northeast Pacific intertidal fishes. *Copeia* **1998**, 456-462.

- Prochazka, K., Chotkowski, M.A & Buth, D.G. (1999). Biogeography of rocky intertidal fishes. In: Horn, M.H., Martin, K.L.M. & Chotkowski, M.A. **Intertidal Fishes: Life in two worlds**. Academic Press, 332-355.
- Randall, J. E. (1996). **Caribbean Reef Fishes**. Third Edition, (Neptune City, New Jersey: T.F.H. Publications).
- Randall, J. E. (2001). **Surgeonfishes of Hawaii and the world**. 1 ed., Mutual Publishing and Bishop Museum Press.
- Rosa, R. S., Rosa, I. L. & Rocha, L. A. (1997). Diversidade da ictiofauna de poças de maré da Praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **14**, 201-212.
- Rocha, L. A. & Rosa, I. L. (1999). New species of *Haemulon* (Teleostei: Haemulidae) from the Northeastern Brazilian Coast. *Copeia* **1999**, 447-452.
- Rocha, L. A. & Rosa, R. S. (2001). *Halichoeres brasiliensis* (Bloch, 1791), a valid wrasse species (Teleostei: Labridae) from Brazil, with notes on the Caribbean species *Halichoeres radiatus* (Linnaeus, 1758). *Aqua Journal of Ichthyology and Aquatic Biology* **4**, 161-166.
- Robins, C. R. & Ray, G. C. (1986). **A field guide to Atlantic coast fishes of North America**. Houghton Mifflin Company, Boston, U.S.A.
- Sheldon, A. L. & Meffe, G. K. (1994). Short-term recolonization by fishes of experimentally defaunated pools of a coastal plain stream. *Copeia* **1994** (4), 828-837.
- Zamprogno, C. (1989). **Distribuição e hábitos alimentares dos peixes na zona do entremarés de recifes rochosos da Praia de Manguinhos, Espírito Santo**. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 171p.
- Sazima, I., Gasparini, J. L. & Moura R. L. (2002). *Labrisomus cricota*, a new scaled blenny from the coast of Brazil (Perciformes: Labrisomidae). *Aqua Journal of Ichthyology and Aquatic Biology* **5**, 127-132.
- Zander, C. D., Nieder, J. & Martin, K. (1999). Vertical distribution patterns. In: Horn, M. H.; Martin, K. L. M. & Chotkowski, M. A. (Eds.) **Intertidal fishes: Life in two worlds**. Academic Press, San Diego, 26-53.
- Zar, J. H. (1999). **Biostatistical analysis**. 4th edition. Prentice Hall, New Jersey.

Capítulo 02

Length-weight relationships for tidepool fish in Brazil

Raphael M. Macieira & Jean-Christophe Joyeux

Introduction

The length-weight relationships for many species of intertidal and reef fishes from the Brazilian coast are undescribed (Muto *et al.*, 2000; Frota *et al.*, 2004; Vianna *et al.*, 2004; Bouchon-Navaro *et al.*, 2006; Giarrizzo *et al.*, 2006; Froese & Pauly, 2007; Vaslet *et al.*, 2008; Joyeux *et al.*, in press). These relations can be extremely important for estimating the weight or biomass in studies in which it is not possible to weight the fishes (e.g. visual census techniques). The present study describes the LWR for 26 fish species (14 families) caught in the tidepools of the rocky reefs of Praia dos Castelhanos, Brazil.

Materials and methods

The tidepools sampled at Praia dos Castelhanos, state of Espírito Santo, southeastern Brazil, are located in a reef flat which is exposed at low tide, isolating a large number of pools. Six rockpools were sampled every three months between August 2005 and June 2007, using rotenone and hand net. Samples were kept in formalin 10% until processing. In the laboratory, fishes were identified to species level, individually measured (*TL*) to the nearest mm and weighed (total wet weight *W*) at precision 0.01 g. Results are presented for species having 8 or more individuals with complete data. Voucher specimens were deposited in the fish collection at the Departamento de Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). The parameters of the growth model $W = aTL^b$ were estimated by least squares linear regression on Naperian log-log transformed data, i.e., $\ln W = \ln a + b \ln TL$ (King, 1995), where *W* is the wet weight (in g), *TL* the total length (in cm), *a* is a constant, and *b* is the allometric coefficient. This coefficient generally varies between 2.5 and 3.5 and the relation is isometric when $b \approx 3$ (Froese, 2006). The fit of the model to the data was measured by the coefficient of Pearson r-squared (r^2).

Results and Discussion

The study is based on 2949 fishes belonging to 26 species (14 families). All regressions were highly significant ($p \leq 0.001$), with the coefficient of determination (r^2) ranging from 0.930 to 0.997. The

mean value of the parameter b was 3.06 (95% CL 3.00 - 3.11; $n = 26$ species), with a range extending between 2.845 for *Scorpaena plumieri* and 3.389 for *Halichoeres brasiliensis*. For *Abudefduf saxatilis*, *Acanthurus bahianus*, *Acanthurus chirurgus*, *Haemulon parra*, *Halichoeres brasiliensis*, *Halichoeres poeyi*, *Sparisoma axillare* and *Stegastes variabilis* the LWR relationships should be used only within the indicated length range since all individuals collected were juveniles or, more rarely, young adults. The LWR are published for the first time in the scientific literature for 9 species and the information is new for the Brazilian province for 12 other species (Table 01).

Acknowledgments

The authors thank João L. Gasparini, Eduardo R. S. Almeida, Caio R. Pimentel, Pedro S. Jesus Jr. and Érika M. Stein for their help. R. Macieira acknowledges financial support by the FAPES and CAPES-PROAP-PPGBAN. Biological material was collected with permit Ofício nº033/05 DITEC/IBAMA/ES from IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e de Recursos Naturais Renováveis.

References

- Bernardes, R. A.; Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B., 2000: Length-weight relationship of small pelagic fish species of the southeast and south Brazilian exclusive economic zone. Naga, the ICLARM Quarterly **23**, 30—32.
- Bouchon-Navaro, Y.; Bouchon, C.; Kopp, D.; Louis, M., 2006: Weight-length relationships for 50 fish species collected in seagrass beds of the Lesser Antilles. J. Appl. Ichthyol. **22**, 322—324.
- Froese, R., 2006: Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. J. Appl. Ichthyol. **22**, 241—253.
- Froese, R.; Pauly, D. (Eds.), 2007: FishBase. World Wide Web electronic publication. URL: <http://www.fishbase.org>, version (05/2007).

- Frota, L. O.; Costa P. A. S.; Braga A. C., 2004: Length-weight relationships of marine fishes from the central Brazilian coast. *NAGA, WorldFish Center Quarterly* **27**, 20—26.
- Giarrizzo, T.; Silva de Jesus, A. J.; Lameira, E. C.; Araújo de Almeida, J. B.; Issac, 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.
- Joyeux, J.-C.; Giarrizzo, T.; Macieira, R. M.; Spach, H. L.; Vaske, T. Jr. (in press) Length-weight relationships for Brazilian estuarine fishes along a latitudinal gradient. *J. Appl. Ichthyol.*
- King, M., 1995: *Fisheries biology: assessment and management*. Fishing News Books, Oxford, UK.
- Muto, E. Y.; Soares, L. S. H.; Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B., 2000: Length-weight relationships of marine fish species off São Sebastião system, São Paulo, southeastern Brazil. *Naga, The ICLARM Quarterly* **23**, 27—29.
- Nelson, J. S., 1994: *Fishes of the world*, 3rd edition. Wiley, New York, 600 p.
- Vaslet, A.; Bouchon-Navaro, Y.; Louis, M.; Bouchon, C., 2008: Weight-length relationships for 20 fish species collected in the mangroves of Guadeloupe (Lesser Antilles). *J. Appl. Ichthyol.* **24**, 99—100.
- Vianna, M.; Costa, F. E. S.; Ferreira, C. N., 2004: Length-Weight Relationship of fish caught as by-catch by shrimp fishery in the southeastern coast of Brazil. *B. Inst. Pesca, São Paulo* **30**, 81—85.

Table 01: Length-weight relationships for intertidal fishes from Praia dos Castelhanos, Brazil. Family order following Nelson (1994). n : number of individuals; *TL* : total length (cm). The parameters of the equation $W = aTL^b$ are given. r^2 is the Pearson coefficient for the regression on logarithms. NS = not significant. New information for the species (*) or the Brazilian province (#) is indicated.

Family - Species	n	<i>TL</i> Min.	<i>TL</i> Max.	<i>a</i>	<i>b</i> (95% CL)	r^2
Muraenidae						
<i>Gymnothorax funebris</i> Ranzani, 1840 #	51	5.0	54.0	0.000707	3.24 (-3.10 — 3.38)	0.975
<i>Gymnothorax moringa</i> (Cuvier, 1829)	40	9.0	64.1	0.00102	3.07 (-2.94 — 3.19)	0.984
<i>Gymnothorax vicinus</i> (Castelnau, 1855) #	8	26.1	79.0	0.000549	3.24 (-2.58 — 3.90)	0.930
Ophichthidae						
<i>Ahlia egmontis</i> (Jordan, 1884) *	86	6.6	23.4	0.000247	3.15 (-2.99 — 3.31)	0.947
Atherinopsidae						
<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	16	2.4	7.1	0.00727	2.91 (-2.63 — 3.19)	0.965
Scorpaenidae						
<i>Scorpaena plumieri</i> Bloch, 1789 #	12	1.7	13.4	0.0348	2.85 (-2.75 — 2.94)	0.997
Gerreidae						
<i>Eucinostomus argenteus</i> Baird & Girard, 1855	19	3.2	5.6	0.00825	3.16 (-2.88 — 3.43)	0.966
<i>Eucinostomus lefroyi</i> (Goode, 1874)	45	2.0	5.2	0.0113	3.02 (-2.89 — 3.14)	0.982
<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)	85	3.9	9.7	0.0109	3.03 (-2.97 — 3.08)	0.993
Haemulidae						
<i>Haemulon parra</i> (Desmarest, 1823) *	83	1.1	9.5	0.0106	3.18 (-3.11 — 3.24)	0.991
Chaetodontidae						
<i>Chaetodon striatus</i> Linnaeus, 1758 #	17	2.3	9.6	0.0290	2.98 (-2.85 — 3.10)	0.993
Pomacentridae						
<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758) #	156	1.5	7.0	0.0246	2.85 (-2.80 — 2.90)	0.987
<i>Stegastes fuscus</i> (Cuvier, 1830) #	146	1.3	11.0	0.0193	2.96 (-2.92 — 3.01)	0.990
<i>Stegastes variabilis</i> (Castelnau, 1855) #	69	2.0	7.5	0.0156	3.13 (-3.02 — 3.25)	0.976
Labridae						
<i>Halichoeres brasiliensis</i> (Bloch, 1791) *	16	1.9	4.3	0.00698	3.39 (-3.18 — 3.60)	0.986
<i>Halichoeres poeyi</i> (Steindachner, 1867) #	182	1.8	12.9	0.00928	3.07 (-3.02 — 3.12)	0.988
Scaridae						
<i>Sparisoma axillare</i> (Steindachner, 1878) *	163	1.5	10.9	0.0144	3.10 (-3.05 — 3.15)	0.991
Labrisomidae						
<i>Labrisomus nuchipinnis</i> (Quoy & Gaimard, 1824) *	445	2.5	13.5	0.00840	3.20 (-3.17 — 3.23)	0.991
<i>Malacoctenus delalandii</i> (Valenciennes, 1836) *	128	2.1	5.5	0.0122	2.95 (-2.85 — 3.05)	0.965
Blenniidae						
<i>Scartella cristata</i> (Linnaeus, 1758) #	17	2.1	6.8	0.00812	3.27 (-3.15 — 3.40)	0.994
Gobiidae						
<i>Bathygobius mystacium</i> Ginsburg, 1947 *	609	1.1	6.0	0.0114	2.94 (-2.90 — 2.97)	0.976

<i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes, 1837) *	195	1.1	8.5	0.0109	3.08 (-3.04 — 3.13)	0.989
<i>Coryphopterus glaucofraenum</i> Gill, 1863 #	40	1.1	5.5	0.00934	3.03 (-2.91 — 3.15)	0.975
<i>Ctenogobius boleosoma</i> (Jordan & Gilbert, 1882) *	142	1.2	5.0	0.00808	2.97 (-2.87 — 3.06)	0.974
Acanthuridae						
<i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau, 1855 #	109	3.6	12.8	0.0260	2.87 (-2.83 — 2.92)	0.993
<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787) #	43	3.5	11.2	0.0240	2.93 (-2.86 — 2.99)	0.994

Capítulo 03

***Barbulifer enigmaticus* sp. nov., a new seven-spined goby (Pisces; Teleostei; Gobiidae) from the southwestern Atlantic**

Jean-Christophe Joyeux, James Van Tassell & Raphael M. Macieira

Abstract

A new *Barbulifer* species is described from 26 specimens. *Barbulifer enigmaticus* differs from its congeners by the following combination of characters. Body completely lacks scales, including modified basicaudal scales. Cephalic pore pattern generally B'FH' + M'O' in juveniles and B'FH' + M'NO' in adults. No median barbel on snout. A single short barbel on each side of head, flattened, flexible, and located between the eye and the upper jaw, directly below the anterior nostril. A single median pair of short barbels on chin. D1 VII, D2 13(12-13), A. 11(10-11), P. 19(18-20). To 24 mm SL (29 mm TL). The species is found in very shallow reef areas from Espírito Santo to São Paulo, southeastern Brazil.

Keywords

Gobiosoma, Brazil, rockpools, new species, intertidal, reef

Introduction

In their identification guide for the marine fish fauna of the south-eastern and south Brazilian coasts, Menezes & Figueiredo (1985) listed the gobiid *Gobiosoma nudum* (Meek & Hildebrand, 1928) as occurring in the states of Rio de Janeiro and São Paulo. The nominal species was originally described from the Pacific coast of Panama (tidepools in Panama City; see Böhlke & Robins, 1968). It is thought to have crossed the Isthmus of Panama via ship ballast water, but to be restricted to the Atlantic coast of Panama (Böhlke & Robins, 1968; Rubinoff & Rubinoff, 1969; Wonham *et al.*, 2000). Recent collections, however, failed to obtain this species on the Atlantic side of Central America (Van Tassell, pers. obs.). Menezes & Figueiredo (1985) reported that "All specimens we examined, captured in southeastern Brazil, lack the two basicaudal scales described in specimens from other regions. The body is completely naked." (our translation). The morphological differences observed in the Brazilian specimens with regards to the original description (but see Hoese, 1971) and the hypothetically highly disjunct geographic distribution in the Atlantic lead further workers to question the taxonomic status of these gobies (*e.g.*, Moura *et al.*, 2003). Examination of the head pores, papillae patterns, barbels, and squamation of specimens recently collected by us revealed that the species belongs to the genus *Barbulifer*, thus adding a fifth species to this American genus.

Methods

Measurements follow Böhlke & Robins (1968) and Hoese & Larson (1985), repeated here for clarification : body depth at the origin of first dorsal fin (excluding pelvic fin); body depth at the origin of the anal fin; least depth of caudal peduncle; caudal peduncle length (from insertion of the last segmented anal ray to the end of the hypural plate); base of first dorsal fin (including free membrane present after 7th spine); base of second dorsal fin; base of anal fin; pectoral fin length (length of longest ray); pelvic fin length (length of longest ray); caudal fin length (length of longest ray, from the end of hypural plate to its tip); length of first dorsal spine; head length (from snout to upper attachment of gill opening membrane); snout length (from snout to posterior edge of orbit); snout length (from snout to anterior rim of orbit); eye diameter (horizontal length of orbit); post-orbital distance (from posterior edge of orbit to dorsal-most attachment of gill opening membrane); interorbital width (distance between orbits); head width (at posterior preopercular margin); head depth (at posterior preopercular margin); upper jaw length; pupil diameter (horizontal diameter of cristallin); face barbel length; chin barbel length. Measures were taken independently, by two of us, with dial calipers of precision 0.05 mm for TL and SL and an ocular micrometer mounted on a dissecting scope for all other measurements. Measurement error for the ocular micrometer (*i.e.* 1 graduation at the lowest possible amplification for the scope) was estimated ≤ 0.07 mm. Thus, measurements (in mm) were rounded off to the first decimal place. Measurements were also expressed in percentage of standard length (SL), head length (HD), and pupil diameter (PD). In these cases, estimated measurement errors were $< 1\%SL$, $< 1\%HL$ and about $32\%PD$ (due to the small sizes measured). Relative error (difference between the two readers) was $< 1\%SL$ (varying 0 to 1.7%) and about $1\%HL$ (varying 0 to 3.4 %HL). Reader error was added to measurement error to provide total error..

All dorsal and anal fin elements are enumerated. The first element of the second dorsal and the anal fins is an unsegmented flexible spine. The last ray of the second dorsal and anal fins is divided at its base and enumerated as one. The description of the pores of the cephalic lateralis system of the head follows Akihito *et al.* (1984).

Institutional abbreviations follow Leviton *et al.* (1985), except CI-UFES (Coleção Ictiológica, Departamento de Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Brazil); ZUEC (Museu de Zoologia, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brazil), UFPB (Coleção Ictiológica, Universidade Federal da Paraíba, Brazil), MZUFBA (Museu de Zoologia, Universidade Federal da Bahia, Brazil).

Results

Barbulifer enigmaticus sp. nov.

Figs. 1 – 3

Synonymy

Gobiosoma nudum [not of Meek & Hildebrand, 1928].--Menezes & Figueiredo, 1985: 69, fig. 105 [misidentification; material from Rio de Janeiro to São Paulo, Brazil].--Carvalho-Filho, 1999: 210 [listed].--Moura et. al., 2003: 99 [listed]).--Froese & Pauly, 2007: webpage, illustration [listed, ink drawing from Menezes & Figueiredo, 1985].

Holotype

ESPÍRITO SANTO, BRAZIL : CI-UFES 0239 (1 specimen, TL 24.4 mm, SL 20.1 mm, male; tidepool, Praia dos Castelhanos, Anchieta, 20° 50' 02.0" S, 40° 37' 16.0" W, collected by : R.M. Macieira, J.-C. Joyeux, C.R. Pimentel & P.J. Sant'Ana, March 2007).

Paratypes

ESPÍRITO SANTO, BRAZIL : UF 170389, formerly CI-UFES 0101 (1 specimen, TL 15.9 mm, SL 13.8 mm, unsexed, tidepool, Praia dos Castelhanos, Anchieta, collected by : R.M. Macieira & E.R.S. Almeida, 21 August 2005, cleared and stained; CI-UFES 0238 (1 specimen, TL 21.4 mm, SL 17.2 mm, male, captured with holotype); MZUFBA 03903, formerly CI-UFES 0240 (1 specimen, TL 20.0 mm, SL 16.9 mm, male, captured with holotype); CI-UFES 0241 (1 specimen, TL 23.0 mm, SL 19.1 mm, female, captured with holotype); MZUFBA 03904, formerly CI-UFES 0267 (3 specimens, TL 14.2–15.5 mm, SL 11.8–12.5 mm, all of indeterminate sex, tidepool, Praia dos Castelhanos, Anchieta, collected by : J.-C. Joyeux, R.M. Macieira , J.L. Gasparini & C.R. Pimentel, 24 August 2006); ZUEC 6322, extracted from CI-UFES 0268 (3 specimens, TL 20.0–21.8 mm, SL 16.1–17.2 mm, 1 male and 2 females, tidepool, Praia dos Castelhanos, Anchieta, collected by : J.-C. Joyeux, R.M. Macieira, J.L. Gasparini & P.J. Sant'Ana, 04 November 2006); UFPB 6409, extracted from CI-UFES 0268 (2 specimens, TL 21.1–21.6 mm, SL 17.0–17.6 mm, 1 male and 1 female, same data as ZUEC 6322); UF 170390, extracted from CI-UFES 0268 (1 specimen, cleared and stained, TL 21.3 mm, SL 17.1 mm SL, male, same data as ZUEC 6322); CI-UFES 0269 (4 specimens, TL 13.0–14.0 mm, SL 10.7–14.1 mm, 1 male, 3 of indeterminate sex, same data as ZUEC 6322); AMNH 241114, extracted from CI-UFES 0269 (1 specimen, cleared and

stained, TL 18.6 mm, SL 15.3 mm, female, same data as ZUEC 6322); UF 170391, extracted from CI-UFES 0269 (1 specimen, TL 17.4 mm, SL 14.3 mm, male, same data as ZUEC 6322).

RIO DE JANEIRO, BRAZIL : MZUSP 65972 (2 specimens, TL 24.9–26.0, SL 20.0–21.5 mm, 2 males, Manguinhos, collected by : Expedition of the Department of Biology; 06 August 1963).

SÃO PAULO, BRAZIL : MZUSP 65971 (4 specimens, TL 21.1–28.7 mm, SL 17.0–23.5 mm, 2 males and 2 females, tidepools at the mouth of Rio Acaraú, Praia do Itaguá, Ubatuba, SP, collected by : J.L. Figueiredo; July 1970).



Fig. 1. CI-UFES 0239, Holotype of *Barbulifer enigmaticus* sp. nov., an adult male photographed shortly after fixation in formol 10% and preservation in ethyl alcohol 70%. 24.4 mm TL, 20.1 mm SL. Photograph by R.M. Macieira.



Fig. 1b. CI-UFES 0268, paratype of *Barbulifer enigmaticus* sp. nov., a male photographed shortly after capture and fixation in formol 10%. 21.0 mm TL, 16.7 mm SL. Photograph by J.L. Gasparini.

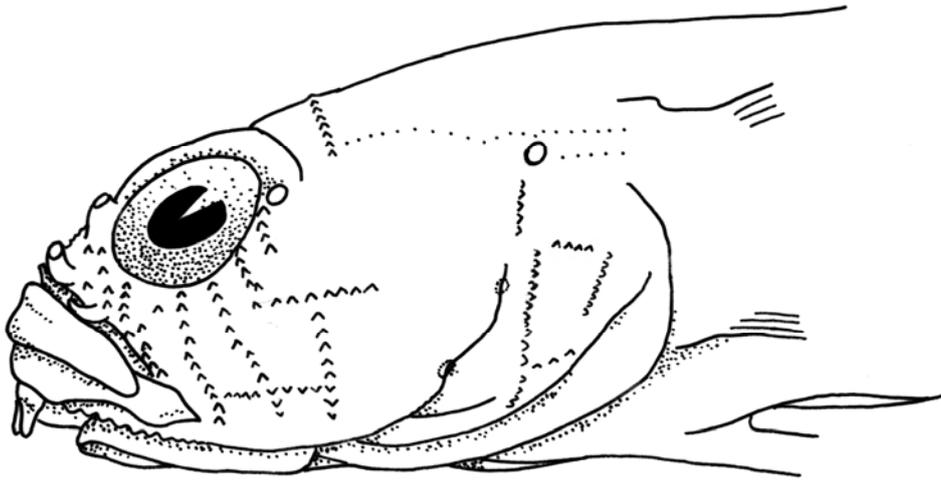


Fig. 2. Cephalic sensory papillae and lateral line canal pore pattern in *Barbulifer enigmaticus* sp. nov. Composite based on CI-UFES 0101 (a specimen that has only two preopercular pores) and MZUSP 65971 (for the anterior part of d-line of free neuromasts). Pores N' and O' (on pre-opercule edge) are not directly visible from this angle. Pore B' is behind and slightly below the posterior nostril. Drawing by J.-C. Joyeux.

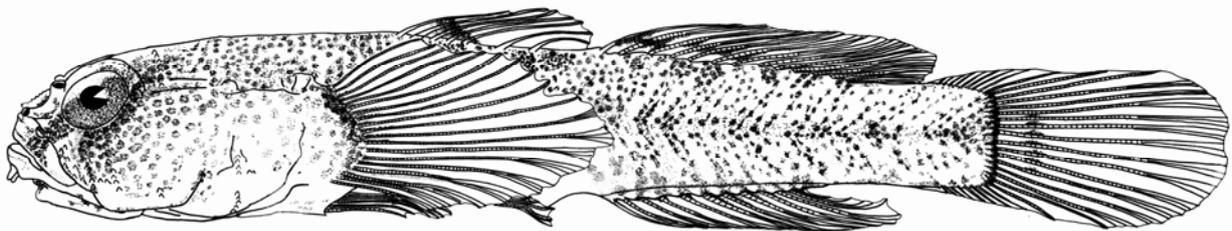


Fig. 3. CI-UFES 0267, a juvenile *Barbulifer enigmaticus* sp. nov. of indeterminate sex, 14.2 mm TL, 11.8 mm SL. Drawing by J.-C. Joyeux.

Diagnosis

No scale anywhere on body; no basicaudal scales. Cephalic head pores B'FH' + M'O' in small individuals, B'FH' + M'NO' in adults. No median barbel on snout. A single short barbel on each side of head between the eye and upper jaw, directly below anterior nostril. A single median pair of short barbels on chin. D1 VII, D2 13(12-13), A 11(10-11), P 19(18-20). Length to 24 mm SL (29 mm TL).

Description

Osteology from the three cleared and stained specimens (UF 170389, UF 170390, AMNH 241114) as follow : vertebrae $11 + 16 = 27$ (3 specimens); pterygiophore formula 3-221110 (2) or 3-212110 (1); anal pterygiophores anterior to first haemal spine 2 (3); lower procurrent 7 (2), 8 (1); upper procurrent 7(1), 8 (2); lower segmented rays of caudal 8 (3); upper segmented rays 8 (1), 9 (2); total segmented rays 16 (1), 17 (2); epurals number 2 (3); hypurals 1/2 only slightly fused to hypurals 3/4 (3); basihyal spatulate (3); preopercle with bridge to symplectic, not connecting (3); no bridge on symplectic (3); no crest on frontal (3); upper jaw teeth with 3 (1), 3-4 (2) rows anteriorly, reduced to a single row posteriorly; all teeth conical, about equal in size; no canines; lower jaw teeth with 3 (1), 3-4 (2) rows anteriorly, reduced to 1 row posteriorly, all teeth conical; no canines present (2) or 4 small canines (1) on inner row, 2 near symphysis, 2 at anterior lateral side; the metapterygoid process is narrow, elongate and only slightly overlapping quadrate, *i.e.* just touches the rear edge of the cartilagenous edge of the quadrate (3); no maxillary process (3); branchiostegals 5 (3); third parapophyses is not (2) or very slightly expanded (1).

The body is totally naked. The upper lip is free, rostral frenum not present. The anterior nostril is elongate, posterior nostril a short tube. A single barbel on each side of head, below anterior nostril and in front of eye, directly above upper lip; short (less than pupil diameter) and flattened. A single median pair of mental (mandibular) barbels, short (less than pupil diameter), rigid, more or less conical, often with bases slightly enlarged and tips rounded or pointed. The mental barbels are generally erect (Fig. 1, 2 and 3), but sometimes directed backwards and pressed under the lower jaw. The distance between the bases of the barbels is about equal to the barbel length or less. No other barbels present on body, no median barbel on tip of snout. The tongue is free, its tip bilobed. The first gill slit is completely open (without membrane to inner gill cover). The gill opening is restricted to the base of the pectoral fin.

The cephalic lateral line system consists of three pores : B' in front of the posterior nostril, F (posterior ocular pore) at posterior margin of orbit and H' at the posterior end of the canal, on a vertical above the anterior margin of pre-opercle; no interorbital pore; no posterior ocularscapular pores. Two preopercular pores on anterior margin of preopercle in small individuals; a third preopercular pore opens in individuals above 12 to 14 mm TL (that approximately corresponds to the size at which sex becomes recognizable through the shape of the urogenital papilla); number of pores may differ between left and right sides (*i.e.* one specimen from MZUFBA 03904 has 3 pores on right side and 2 on left side). Therefore, the general formula is B'FH' + M'O' (as noted for convenience, $n = 4$), B'FH' + M'NO' ($n = 13$) or combination there of ($n = 1$). The supraorbital canals are fused between the eyes with only a single canal present. The cephalic sensory papillae (free neuromasts) are arranged in a transverse pattern with vertical rows 2, 3 and 5i extending below

the level of row d; three vertical rows anterior of row b. Mandibular papillae patterns difficult to enumerate, due to small size of specimens.

The spines of the first dorsal fin not elongate; distance between spines 5/6 and 6/7 larger than between spines 1–5. The rays of the second dorsal and anal fins are bifurcated, the last of each fin divided at its base. All pectoral rays branched in adults, upper rays in juveniles not branched. The pelvic fin rays are bifurcated, the fifth ray generally longest. The pelvic fins are united with a well developed frenum. The pelvic fin reaches the anus in small (juvenile) individuals and reaches only three-fourth of the distance in larger fish.

Counts for holotype indicated by an asterisk : total elements first dorsal 7 (24)*; total elements second dorsal 12 (1), 13 (23)*; total elements anal 10 (2), 11 (15)*; pectoral fin rays 18 (6)*, 19 (31)*, 20 (8); segmented caudal rays 16 (6)*, 17 (16); pelvic fin 1 spine + 5 bifurcated rays (26)*.

Measurements of holotype in mm and expressed as percent of standard length (SL \pm error), head length (HL \pm error) or pupil diameter (PD; see Methods for error) : body depth at first dorsal 4.4 mm, 22 \pm 2 %SL; body depth at anal 3.6 mm, 18 \pm 1 %SL; least depth of caudal peduncle 2.5 mm, 12 \pm 2 %SL; caudal peduncle length 4.1 mm, 21 \pm 1 %SL; base of first dorsal 3.8 mm, 19 \pm 1 %SL; base of second dorsal 5.0 mm, 25 \pm 2 %SL; base of anal 3.4 mm, 17 \pm 1 %SL; pectoral length 4.1 mm, 21 \pm 1 %SL; pelvic length 3.6 mm, 18 \pm 1 %SL; caudal length 4.7 mm, 24 \pm 1 %SL; first dorsal spine length 1.9 mm, 9 \pm 1 %SL; head length 6.0 mm, 30 \pm 1 %SL; snout length (to posterior edge of eye) 2.7 mm, 45 \pm 2 %HL; snout length (to anterior rim of eye) 1.1 mm, 19 \pm 1 %HL; eye diameter 1.4 mm, 23 \pm 2 %HL; post-orbital distance 3.3 mm, 56 \pm 2 %HL; interorbital width 1.5 mm, 25 \pm 1 %HL; head width 5 mm, 84 \pm 4 %HL; head depth 4.3 mm, 72 \pm 3 %HL; upper jaw length 2.2 mm, 37 \pm 2 %HL; pupil diameter 0.6 mm, 10 \pm 1 %HL; face barbel length 0.3 mm, 50 %PD; chin barbel length 0.5 mm, 76 %PD.

Males with a triangular, wide, flattened urogenital papilla. Females with a large papilla, slightly tapering (*i.e.* almost straight from base to top), not flattened, widely open at its top. The rim of the opening crenate and with numerous melanophores. Individuals of indeterminate sex, probably juveniles, with urogenital papilla similar to that of males but shorter, less flattened and rounder at top.

Coloration in life and preserved specimens

Life colors are generally reddish orange on a beige background. In general the upper part of the body is a reddish color, due to the preponderance of erythropores, and the lower part of the body a blackish color pattern due to the presence of melanophores. The belly is yellowish beige with

occasional scattered melanophores. The chromatophores on the head and body consist of either small spots or circles (depending upon the dilatation of chromatophores) and the pattern is rather constant for individual specimens. Head frequently with a band of chromatophores between the antero-ventral edge of eye and middle of upper lip, another band from infero-posterior edge of eye to corner of mouth and a third from posterior edge of eye running horizontally above pre-opercle. The body varies from almost uniformly spotted to a pattern of bars and spots. There are generally eight double vertical bars with pale central areas of scattered chromatophores; the first located just behind the eyes, second on the nape, third and fourth under the first dorsal fin, fifth to seventh under second dorsal fin, and the last on caudal peduncle. The bars are better defined on the upper surface of the body; on the lower surface, they tend to be more diffuse, enlarged and merged with adjacent bars. There are two oblique, forward-pointing bars on the first dorsal fin continuous with the two double bars on body. The second dorsal fin has three double, forward pointing bars, continuous with the body bars below. Anterior bars of the first and second dorsals are the darkest. Pectoral, pelvic and anal fins sometimes clear, most often pigmented. Pectoral and pelvic fins possess scattered dark melanophores; these are restricted to the anterior half in females, with fins becoming clear towards posterior. Anal fin with three horizontal stripes in adult (apparently breeding) males : lightly pigmented at base, heavily pigmented on middle and clear at edge; anal fin clear in females. Pigmentation on caudal fin follows the segmentation of underlying fin rays, appearing as reddish orange striations on a clear background. Base of caudal fin and upper half of of pectoral fin-base generally heavily pigmented.

Life colors rapidly fade to reddish brown on a beige background in freshly dead or preserved specimens. Color in alcohol is similar to that of living and freshly dead specimens except that the reddish and brown colors fade to brown and dark beige; background darkens to a beige or light brown. Most of the paler color patterns of fins fades or disappears.

Derivation of name

The species name, *enigmaticus*, refers to the species identity remaining unresolved for many years. Proposed common names are goateed goby in English and amborê barbichudo in Portuguese in reference to the "beard" being essentially reduced to the median pair of barbels on the chin (*i.e.* a goatee, *uma barbicha*).

Discussions

The cephalic head pore pattern in *B. enigmaticus* sp. nov. (B'FH' + M'O' or B'FH' + M'NO') is similar to that of Brazilian *Barbulifer ceuthoecus*, either B'FH' + N'O' (14) or B'D(s)FH' + N'O' (1; MZUSP 10320). This pattern is thus in accordance with that described for the genus *Barbulifer* (Böhlke & Robins, 1968; Hoese & Larson, 1985). It is distinct from that of the Brazilian *Gobiosoma hemigygnum*. In that species, the pattern is either B'C(s)D(s)EFH' + K'L' + M'NO' (9) or, in rare cases, with pores K and L indistinct and linked by a groove instead of a canal (1; CI-UFES 0274) or with one preopercular pore absent (1; CI-UFES 0192). The pore pattern in *Barbulifer* is distinct from that of *Gobiosoma* and *Elacatinus* in lacking the median pores (C, D) of the interorbit (Böhlke & Robins, 1968; Hoese & Larson, 1985; this study). Note that the nominal species *G. nudum* lacks the two posterior ocularscapular pores (K'L') present in *G. hemigygnum* (Böhlke & Robins, 1968; Hoese, 1971; Van Tassell & Baldwin, 2004). The cephalic sensory papillae pattern of *G. nudum* is shown in Van Tassell & Baldwin (2004).

Barbulifer enigmaticus sp. nov. is distinguished from all other *Barbulifer* species by a low number of upper and lower procurrent caudal rays, 7/7 to 8/8 as compared to 9/8 to 10/9 in the other species (Hoese & Larson, 1985) and the high second dorsal and anal fin counts, 13(12–13) and 11(10–11) as compared to 9–12 and 8–11 for the other species (Böhlke & Robins 1968; Hoese & Larson 1985). In respect to median fin meristics, *B. enigmaticus* sp. nov. is completely atypical, including by the fact that most individuals show two more elements in the second dorsal than in the anal fin (either 13 and 11 elements, respectively, $n = 12$, or 12 and 10, $n = 1$), rarely three (13 and 10 elements, $n = 1$), instead of one (Brazilian *B. ceuthoecus*, 16 in 16 individuals; *B. antennatus*, 9 in 10 individuals; Böhlke & Robins, 1968), rarely two (Brazilian *B. ceuthoecus*, 0 in 16; *B. antennatus*, 1 in 10; Böhlke & Robins, 1968).

Without examining the head pores of *B. enigmaticus* it is easy to confuse it with species of *Gobiosoma* which may also possess small barbels on the head. This may have been the case with Menezes & Figueiredo's (1985) thesis. There is no doubt that the species listed as *G. nudum* in Menezes & Figueiredo (1985) is actually *B. enigmaticus* sp. nov. since we examined the two lots these authors used while working on the fish identification guide (*i.e.*, the paratypes MZUSP 65971 and MZUSP 65971). (Four individuals from the original lot MZUSP 65971 have not been examined by us and were given the lot number MZUSP 94440.) Species of *Gobiosoma* that possess barbels, such as *G. hemigygnum* and *G. nudum* have a reduced barbel system that is limited to a single barbel on face, located below the anterior nostril and in front of the eye. The barbel is short and rounded, often wart-like, sometimes like a large papilla, never flattened as in *Barbulifer*. Both *G. hemigygnum* and *G. nudum* possess a mental frenum on the chin which extends backwards from the mandibula underside. This frenum is flattened dorso-ventrally and its posterior margin is free and

flap-like. In *G. nudum*, the posterior margin is strongly emarginate medially, *i.e.* is bilobed, and the emargination reaches about one half the length of the frenum (Hoese, 1971; present study). However, the statements that this structure forms a bilobed mental barbel (Böhlke & Robins, 1968) or two small barbels (Hoese, 1971) are misleading. In *G. hemigymnum*, the frenum occasionally presents a small median emargination. Böhlke & Robins (1968) did not observe this feature on the few individuals they examined, including the holotype, and reported that "The mandibular frenum lacks lobes[...]" Correspondingly, the median pair of barbels of *B. enigmaticus* sp. nov. is located on the underside of the chin in a position anterior to that observed in *G. hemigymnum* and *G. nudum*, *i.e.* where would be the base of a frenum. Two short barbels under the chin are also present in Brazilian *B. centhoecus* (present study) and have been reported in *B. pantherinus* (Hoese & Larson, 1985). Therefore, the two barbel structures may be analogous but are not homologous in these two genera.

Barbulifer enigmaticus is most likely closely related to *B. pantherinus* of the eastern Pacific, based on the number and type of barbels. Both species show a reduction in number and size of barbels, both lack the median barbel on the snout and possess only a single barbel on the side of the head. The presence of the third pre-opercular pore in *B. enigmaticus* sp. nov. and the absence of lateral canal pore above the opercle in *B. pantherinus* differentiate both from all other *Barbulifer* species. Thus morphology and meristics offer no clue in regard to what congeneric species would be most closely related to the new species, but suggest it is basal into the clade. Phylogenetic relationships will need to be clarified through genetic analysis.

Artificial key to species of *Barbulifer*

1.A Lateral canal pore above opercle (H) absent. First gill slit partly closed ventrally by a membrane to inner gill cover. (Typically 9 barbels on ventral surface of head; second dorsal elements usually 11; anal elements usually 10. Body with about 50 large spots on side arranged in 5 irregular longitudinal rows.) Eastern Pacific

..... *B. pantherinus* (Pellegrin, 1901)

1.B Lateral canal pore above opercle (H) present. First gill slit completely open, some specimens with narrow strip of membrane attaching lowermost part of gill arch to inner surface of opercle. (Barbels on the underside of head typically 10+ or 2; second dorsal elements usually either 10 or 13; anal elements usually either 9 or 11. Coloration variable, barred to more or less uniform, never with numerous large spots on side)

..... **2**

2.A Three preopercular pores (in adults; two in juveniles). No median barbel at tip of snout. A single barbel on each side of head and a median pair on chin. Second dorsal elements usually 13(12-13); anal elements usually 11(10-11). (Body with reddish brown poorly defined vertical double bars extending from dorsal to ventral on the body; double bars divided by pale areas with chromatophores.) Tropical southwestern Atlantic

..... *B. enigmaticus* sp. nov.

2.B Two preopercular pores. A median barbel at tip of snout. More than five barbels on head. Second dorsal elements usually 10 or 11; anal elements usually 9 or 10

.....**3**

3.A Barbels short, about half an eye diameter or shorter. A single barbel between eye and posterior margin of mouth. (A barbel behind and below lower lip and one on posterior part of lower lip. Coloration variable, barred to more or less uniform. A dark mark on basal one fourth of caudal fin. Sometimes with a bar over upper anterior part of pectoral fin.) Tropical western Atlantic and eastern Pacific

..... *B. ceuthoecus* (Jordan & Gilbert, 1884)

3.B Barbels longer, about equal to or greater than eye diameter. Two barbels between eye and posterior margin of mouth

.....**4**

4.A A barbel on posterior part of lower lip. A barbel behind lower lip on cheek. Body distinctly barred; first body bar incomplete under the pectoral base, followed by 4 V-shaped bands, the last extending slightly onto base of caudal rays. A bar extending over upper pectoral rays. Tropical eastern Pacific

..... *B. mexicanus* Hoese & Larson, 1985

4.B No barbel on posterior part of lower lip. No barbel on cheek behind lower lip. Body barred, or speckled, with a prominent dark area extending about one half of proximal part of caudal fin. No bar on upper pectoral rays. Tropical western Atlantic

..... *B. antennatus* Böhlke & Robins, 1968

Distribution, habitat and natural history

The new species is known only from Brazil in the states of Espírito Santo, Rio de Janeiro and São Paulo. The specimens from São Paulo were captured at low tide in pools located near the mouth of a river. The specimens from Espírito Santo were collected in shallow (< 0.5m) tidepools in a biogenical fossil reef flat (Fig. 4). Mostly, depressions in the calcareous material filled by sand and gravel, with depression edges covered by algal turf, soft macro-algae (*Amphiroa fragilissima*, *Laurencia papillosa*, *Caulerpa racemosa* var. *occidentalis*, *Caulerpa sertularioides*, *Padina antillarum* and *Halimeda tuna*), crustose coralline algae, encrusting soft-coral (*Zoanthus* spp., *Palythoa caribaeorum* and *P. variabilis*) and a few stony corals (*Siderastrea* sp. and *Favia gravida*). The reef surface is almost flat and pools frequently communicate to each other through both overflow and an extensive system of dissolution holes. Sympatric gobiid species, that share the same pools but not necessarily the same habitat, are *Bathygobius mystacium* Ginsburg, 1947 (most abundant), *Bathygobius soporator* (Valenciennes, 1837), *Coryphopterus glaucofraenum* Gill, 1863, *G. hemigymnum*, and *Ctenogobius saepepallens* (Gilbert & Randall, 1968) (least abundant). *Barbulifer enigmaticus* sp. nov. and *G. hemigymnum* are extremely cryptic species and have not been visually observed *in situ* by the authors. Both species were frequently caught together, which could indicate similar or close ecological preferences for this type of tidepool and microhabitat therein.

Conservation

No known specific threat, but the conservation of the species could be at risk due to habitat loss and degradation of shallow, near shore areas.

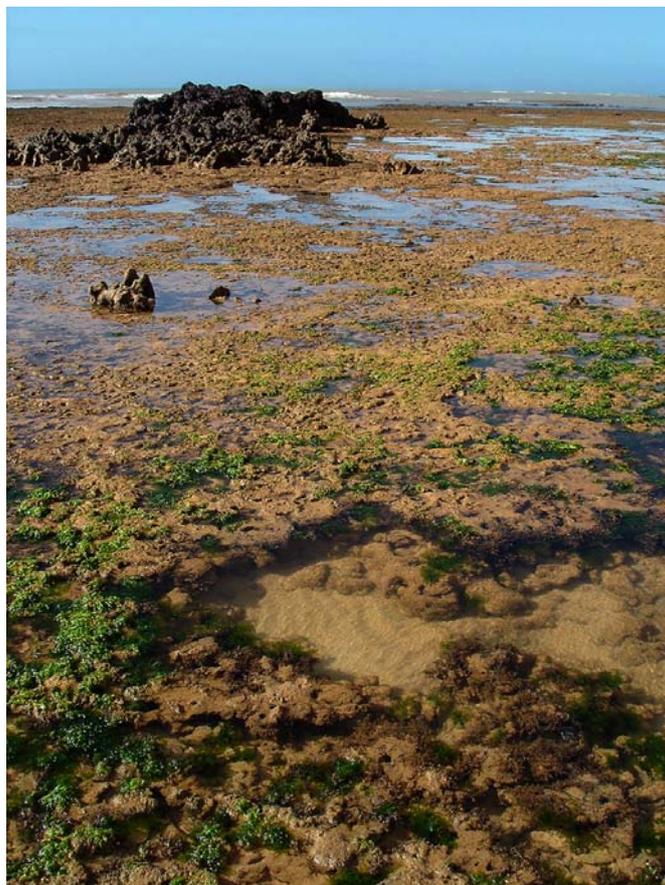


Fig. 4. Seascape of Praia dos Castelhanos at low tide (20° 50' 02" S, 40° 37' 16" W), Espírito Santo, Brazil, type locality of *Barbulifer enigmaticus* sp. nov. Rocks emergent from the reef flat are lateritic (iron) rocks. The Atlantic Ocean (in the background) is heavily loaded with sediment, a common condition during the winter and rainy episodes. Photo by J.L. Gasparini.

Comparative material examined

Barbulifer enigmaticus sp. nov., non-type specimens :

ESPÍRITO SANTO, BRAZIL : CI-UFES 0100 (1 specimen, TL 13.6 mm, SL 12.5 mm, unsexed, same data as paratype CI-UFES 0101); CI-UFES 0526 (2 specimens, TL 18.7–22.8 mm, SL 20.4–25.5 mm, 2 females, tidepool, Anchieta, collected by : J.-C. Joyeux, R.M. Macieira, & C.R. Pimentel, 28 October 2007); CI-UFES 0527 (10 specimens, TL 19.8–25.7 mm, SL 15.8–20.7 mm, 3 females and 7 males, tidepool, Anchieta, collected by : J.-C. Joyeux, R.M. Macieira, & C.R. Pimentel, 28 October 2007).

SÃO PAULO, BRAZIL : MZUSP 65967 (1 specimen, TL 22.6 mm, SL 22.2 mm, male, Cananéia, collectors : no data, 02 February 1967).

Barbulifer ceuthoecus (Jordan & Gilbert, 1884) :

BAHIA, BRAZIL : MZUSP 66616 (3 specimens, TL 17.0–21.2 mm, SL 13.7–17.2 mm, 2 males and 1 female, Itapoã, Salvador, collectors : N.A. Menezes & C.E. Dawson, 23 August 1972); MZUSP 66615 (3 specimens, TL 17.3–22.4 mm, SL 14.0–17.6 mm, 1 female and 2 of indeterminate sex, Itapoã, Salvador, collectors: N.A. Menezes & C.E. Dawson, 26 August 1972); CI-UFES 130713 (14 specimens, TL 21.5–27.0 mm, SL 17.0–20.5 mm, 2 males, 5 females and 7 of indeterminate sex, tide pool, Ilha Santa Bárbara, Abrolhos Archipelago, collector : E.C. Perrone, 30 December 1986); ZUEC 3263 (1 specimen, TL 23 mm, SL 17 mm, unsexed, Ilha de Santa Bárbara, Abrolhos, 17° 58' S 38° 42' W, collectors : E.C. Perrone & M. Musso, 30 December 1997). ESPÍRITO SANTO, BRAZIL : CI-UFES 0261 (1 specimen, TL 15.0 mm, SL 11.8 mm, unsexed, tidepool, Praia dos Castelhanos,, Anchieta, collected by : R.M. Macieira, J.L. Gasparini, C.R. Pimentel & P.J. Sant'Ana, 17 June 2007); CI-UFES 0524 (1 specimen, TL 28.8 mm, SL 23.6 mm, female, tidepool, Praia dos Castelhanos,, Anchieta, collected by : J.-C. Joyeux, R.M. Macieira, & C.R. Pimentel, 28 October 2007).

RIO DE JANEIRO, BRAZIL : MZUSP 10320 (1 specimen, TL 20.5mm, SL 17.7 mm, unsexed, Baía da Ilha Grande, collector : Expedition of the Department of Biology, May 1966).

SÃO PAULO, BRAZIL : MZUSP 66614 (2 specimens, TL 20.4–25.0 mm, SL 15.5–19.2 mm, unsexed, in front of the Institute of Marine Biology, São Sebastião, collector : N.A. Menezes, 22 February 1974); ZUEC 888, 889, 890 & 891 (4 specimens in same vial, TL 13–30 mm, SL 11–24 mm, unsexed, Praia do Lamberto, Ubatuba, collectors : I. Sazima & C. Zamprogno, 27 March 1983); MZUSP 46218 (3 specimens, TL 23.9–34.7, SL 19.3–28.5 mm, 1 female and 2 of indeterminate sex, Praia de Barequeçaba, São Sebastião, collector : A. Carvalho-Filho, January 1993); ZUEC 2129 (1 specimen, TL 21 mm, SL 17 mm, unsexed, Praia da Fortaleza, Ubatuba, collectors : C. Zamprogno & O.C. Oliveira, 28 March 1993).

SANTA CATARINA, BRAZIL : MZUSP 55331 (1 specimen, TL 34.2 mm, SL 27.9 mm, female, Ilha do Arvoredo, Florianópolis, 27°S 48°W, collectors: Moura, Carvalho-Filho, Flesch & Francini-Filho, 15 December 1998); MZUSP 53370 (2 specimens, TL 16.4mm (only one measured), SL 15.5–20.2 mm, unsexed, Ilha do Arvoredo, Florianópolis, 27° 17' 30" S 48° 22' 00" W, collectors: Moura, Carvalho-Filho, Flesch & Francini-Filho, 16 December 1998).

Gobiosoma hemigymnum (Eingenmann & Eingenmann, 1888) :

PARAÍBA, BRAZIL : UFPB 4023 (7 specimens, reefs at Praia do Poço, south of Areia Vermelha, Cabedelo, collectors : P.B. Feitoza *et al.*, 04 November 1998); UFPB 4258 (1 specimen, tidepools north of Areia Vermelha, Cabedelo, collectors : P.B. Feitoza *et al.*, 25 July 1998); UFPB 4296 (1 specimen, Taci Grande de Cadebelo, Praia Formosa, Cabedelo, collectors : P.B. Feitoza & L.A. Rocha, 08 Abril 1999); UFPB 4610 (3 specimens, Ponta do Guajura, collectors : M.A. Guimarães,

M.L. Christoffersen & A.L. Kanagawa, 18 July 1982); UFPB 4882 (1 specimen, Ponta Seixas, João Pessoa, collector : R.S. Rosa, 25 September 1992).

ESPÍRITO SANTO, BRAZIL : ZUEC 3179 (1 specimen, TL 27 mm, SL 22 mm, between Ilha Galheta de Dentro and Ilha do Boi, Vitória, collectors : J.L. Gasparini & Elmo L.C. Dall'Orto Filho, 22 April 1987); ZUEC 3178 (1 specimen, TL 23 mm, SL 18 mm, Ilha Galheta de Dentro, Vitória, collectors : J.L. Gasparini & M.B. Collodetti, 06 February 1988); CI-UFES 0039 (1 specimen, tidepool, Praia dos Castelhanos, Anchieta, collectors : J.L. Van Tassell, J.-C. Joyeux & R.M. Macieira, 18 February 2004); CI-UFES 0098 (1 specimen, tidepool, Praia dos Castelhanos, Anchieta, collectors : R.M. Macieira & E.R.S. Almeida, 21 August 2005); CI-UFES 0099 (1 specimen, same data as CI-UFES 0098); CI-UFES 0102 (1 specimen, same data as CI-UFES 0098); CI-UFES 0103 (1 specimen, same data as CI-UFES 0098); CI-UFES 0104 (1 specimen, same data as CI-UFES 0098); CI-UFES 0105 (1 specimen, same data as CI-UFES 0098); CI-UFES 0106 (1 specimen, same data as CI-UFES 0098); CI-UFES 0107 (1 specimen, same data as CI-UFES 0098); CI-UFES 0130 (1 specimen, tidepool, Praia dos Castelhanos, Anchieta, collectors : R.M. Macieira, J.L. Gasparini & J.-C. Joyeux, 15 November 2005); CI-UFES 0131 (2 specimens, same data as CI-UFES 0130); CI-UFES 0132 (1 specimen, same data as CI-UFES 0130), CI-UFES 0190 (1 specimen, tidepool, Praia dos Castelhanos, Anchieta, collectors : R.M. Macieira & J.-C. Joyeux, 24 August 2006); CI-UFES 0192 (3 specimens, same data as CI-UFES 0190); CI-UFES 0201 (4 specimens, tidepool, Praia Escondida, Aracruz, collectors J.-C. Joyeux & R.C. Smarzaró, 29 November 2005); CI-UFES 0217 (1 specimen, tidepool, Praia dos Castelhanos, Anchieta, collectors : R.M. Macieira, J.-C. Joyeux, J.L. Gasparini e P.J. Sant'Ana, 04 November 2006); CI-UFES 0237 (3 specimens, tidepool, Praia dos Castelhanos, Anchieta, collectors : R.M. Macieira, J.-C. Joyeux, J.L. Gasparini, C.R. Pimentel e P.J. Sant'Ana, 18 March 2007); CI-UFES 0271 (1 specimen, same data as CI-UFES 0130); CI-UFES 0272 (2 specimens, tidepool, Praia dos Castelhanos, Anchieta, collectors : R.M. Macieira, J.-C. Joyeux, J.L. Gasparini, P.J. Sant'Anna & C.R. Pimentel, 15 February 2006); CI-UFES 0273 (1 specimen, tidepool, Praia dos Castelhanos, Anchieta, collectors : R.M. Macieira & J.-C. Joyeux, 14 May 2006); CI-UFES 0274 (4 specimens, same data as CI-UFES 0272).

Gobiosoma nudum (Meek & Hildebrand, 1928) :

PANAMA : FMNH 8461, paratype (1 specimen, tidepool, Panama, Collectors : S.E. Meek & S.F. Hildebrand, 21 March 1912); MZUSP 79714, formerly USNM 322690 (1 specimen, TL 25.5 mm, SL 21.1 mm, male, rocky tidepool near residential area, Panama City, 08° 57' N, 79° 30' W, collectors : G.R. Allen & D.R. Robertson, 26 May 1990).

Acknowledgements

We thank E.R.S. Almeida, P.J. Sant'Ana and C.R. Pimentel for collecting specimens with us, E. Stein for the identification of algae, J.L. Gasparini for many years of partnership, J.L. Figueiredo for MZUSP specimens loan and valuable comments upon the manuscript, R.S. Rosa for UFPB specimens loan, I. Sazima for allowing examination of ZUEC specimens, the Academia Brasileira de Letras for confirming the validity of the common (specific) name in Portuguese and FAPES/FUNCITEC for financial support to R.M. Macieira.

References

- Akihito, Prince, Hayashi, M. & Yoshino, T. (1984) Suborder Gobioidi. *In*: Masuda, H., Amaoka, C., Anaga, T., Uyeno, T. & Yoshino, T. (eds.), *The fishes of the Japanese Archipelago*. Tokai University Press, Tokyo, pp. 236–289.
- Böhlke, J.E. & Robins, C.R. (1968) Western Atlantic seven-spined gobies, with descriptions of ten new species and a new genus, and comments on Pacific relatives. *Proceeding of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 120, 45–174.
- Carvalho-Filho, A. (1999) *Peixes: costa brasileira*. 3rd ed. Editora Merlo, São Paulo, 320 pp.
- Froese, R. & Pauly, D. (eds.) (2007) *FishBase*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (08/2007).
- Hoese, D.F. (1971) *A revision of the eastern Pacific species of the gobiid genus Gobiosoma, with a discussion of the relationships of the genus*. Unpublished PhD Thesis, University of California, San Diego, 213 pp.
- Hoese, D.F. & Larson, H.K. (1985) Revision of the eastern Pacific species of genus *Barbulifer* (Pisces: Gobiidae). *Copeia* 1985 (2), 333–339.
- Leviton, A.E., Gibbs, R.H., Jr., Heal, E. & Dawson, C.E. (1985) Standards in herpetology and ichthyology: Part I. Standard symbolic codes for institutional resource collections in herpetology and ichthyology. *Copeia*, 1985(3), 802–832.
- Menezes, N.A. & Figueiredo, J.L. (1985) *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil*. V. *Teleostei* (4). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 105 pp.
- Moura, R.L., Figueiredo, J.L. & Menezes, N.A., 2003. Família Gobiidae. *In*: Menezes, N.A., Buckup, P.A., Figueiredo, J.L. & Moura, R.L. (eds.), *Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil*. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 160 pp.
- Rubinoff, R.W. & Rubinoff, I. (1969) Observations on the migration of a marine goby through the Panama Canal. *Copeia*, 1969(2), 395–397.
- Van Tassell, J.L. & Baldwin, C.C. (2004) A review of the gobiid genus *Akko* (Teleostei: Gobiidae) with description of a new species. *Zootaxa*, 462, 1–15.
- Wonham, M.J., Carlton, J.T., Ruiz, G.M. & Smith, L.D. (2000) Fish and ships: relating dispersal frequency to success in biological invasions. *Marine Biology*, 136, 1111–1121.