

# Biodiversidade Marinha dos Costões Rochosos de Arraial do Cabo

Histórico, Ecologia e Conservação

**Editores**

**Daniela Batista, Luciana V. Granthom-Costa e Ricardo Coutinho**

# **Biodiversidade Marinha dos Costões Rochosos de Arraial do Cabo**

**Histórico, Ecologia e Conservação**



Realização:

Apoio:



## Ficha Técnica

Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo  
Moreira (IEAPM)

Diretora: Eliane Gonzalez Rodriguez

### Editores

Daniela Batista

Luciana V. Granthom Costa

Ricardo Coutinho

### Diagramação

Diolene Borges Machado | Transcrito Já

Sarah Púmilla

### Fotografia

Todas as fotografias são de Áthila Bertoncini, exceto:  
Acervo IEAPM (pp. 20, 25, 26, 27, 30, 49, 71),  
Alexandre Kassuga (pp. 255-256), André Pádua (p.  
149), Carlos Eduardo Ferreira Leite (pp. 372, 383,  
385, 383, 394), Carlos Gustavo Werner Ferreira (p.

317), Daniela Batista (pp. 18, 19, 46, 367, 382),  
Emilio Nicolás S. Romero (p.76), Fabian Messano  
(p. 63, 73), Fernando Moraes (pp. 66, 76, 131, 137,  
143, 145), Gil Rilov (p. 388), Guilherme Muricy  
(pp.129, 132, 136), Hélio Feliciano (pp. 368, 384),  
José Eduardo Gonçalves (pp. 64, 65, 83, 90), Juliana  
Alvim (pp. 229), Júlio César Monteiro (pp. 228),  
Luis Constantino (pp. 19, 28, 55, 62, 377), Luciana  
Granthom (p.92), Sérgio A.C. Souza (p.384), Vinicius  
Padula (pp. 212, 225, 227, 228, 230, 231, 302).

### Revisores Científicos

Frederico Tapajós de Souza Tâmega  
Vinicius Padula

### Capa e contracapa

Sarah Púmilla | designer  
Foto de Athila Bertoncini

B615 Biodiversidade Marinha dos Costões Rochosos de Arraial  
do Cabo: Histórico, Ecologia e Conservação / editores  
Daniela Batista, Luciana V. Granthom-Costa, Ricardo Coutinho.  
Arraial do Cabo: Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo  
Moreira, 2020.  
407 p. : Il.color.  
ISBN: 978-65-81772-000

1. Biodiversidade marinha. 2. Ressurgência. 3. Arraial do  
Cabo. I. Batista, Daniela. II. V. Granthom-Costa, Luciana. III.  
Coutinho, Ricardo. IV. Título.

CDD 578.77

Ficha catalográfica elaborada pela biblioteca do IEAPM

## Instituições envolvidas

Instituto de Botânica - IBt

Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira - IEAPM

Museu Nacional - Universidade Federal do Rio de Janeiro – MN/UFRJ

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Sócio-Ambiental de Macaé – NUPEM/UFRJ

Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro - JBRJ

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UniRio

Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ

Universidade Federal do Rio Grande – FURG

Universidade Federal do ABC - UFABC

Fundação Instituto de Pesca do Rio de Janeiro - FIPERJ

Universidade Federal Fluminense – UFF

Universidade de São Paulo - USP

Universidade Federal da Bahia - UFBA

Universidade de Pernambuco - UPE

Universidade dos Açores - UAC

San Diego State University - SDSU

## Agradecimentos dos editores

Ao Programa de “Apoio ao Estudo da Biodiversidade do Estado do Rio de Janeiro (Edital FAPERJ Nº 12/2014 ) pelo apoio financeiro para realização da obra.

Ao Instituto Chico Mendes – ICMBIO – pelo apoio na realização das atividades de campo e pelas licenças concedidas.

Aos revisores científicos da obra, Frederico Tapajós e Vinicius Padula, assim como ao Julio Moteiro pela revisão de capítulos.

As operadoras de mergulho que nos apoiaram durante as expedições nas idas ao campo e que nos proporcionaram mergulhos em lugares ainda desconhecidos para alguns pesquisadores, em especial: PI Divers, Mister Divers, Queiroz Divers.

Aos autores e co-autores que colaboraram na realização desta obra.

Aos pesquisadores que já se dedicaram em pesquisas científicas na região de Arraial do Cabo.

Aos especialistas que auxiliaram na identificação de espécies de diferentes grupos taxonômicos e/ou forneceram outras informações.

Aos fotógrafos que disponibilizaram imagens complementares à obra.

Ao Conselho Nacional de Pesquisas - CNPq, pela bolsa de produtividade e INCT Pro- Oceano concedida ao editor Ricardo Coutinho.

Aos pescadores, mergulhadores, e todos os amantes dos mares de Arraial do Cabo, que contribuem de alguma forma na preservação da biodiversidade local.

Ao Conselho Nacional de Pesquisas – CNPq, pela bolsa de produtividade, INCT Pro – Oceano e Sitio Peld – RECA concedidas ao editor Ricardo Coutinho.

## Agradecimentos dos autores

### Capítulo 1. Características geológicas e oceanográficas

Ao Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM pelo apoio em laboratório e nas saídas a campo.

### Capítulo 2. Caracterização ecológica dos ambientes de substrato consolidado

Ao Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM pelo apoio em laboratório e nas saídas a campo.

### Capítulo 3. Mergulho como ferramenta de pesquisa

Ao Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM pelo apoio em laboratório e nas saídas a campo.

### Capítulo 4. Macroalgas (Chlorophyta, Rhodophyta e Ochrophyta)

Ao Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM pelo apoio em laboratório e nas saídas a campo.

### Capítulo 5. Esponjas marinhas (Porifera)

Ao Conselho Nacional de Pesquisas – CNPq e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ.

### Capítulo 6. Cnidários (Cnidaria)

Ao Dr. André Morandini e à Dra. Julia Beneti da Universidade de São Paulo - USP pela identificação dos exemplares de Corallimorpharia e Actiniaria (Cnidaria: Hexacorallia).

### Capítulo 7. Vermes marinhos (Annelida: Polychaeta)

Ao Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM pelo apoio em laboratório e nas saídas a campo.

### Capítulo 8. Briozoários (Bryozoa)

Ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) e J.E.A. Gonçalves por ajuda com as amostragens em Arraial do Cabo, RJ. Ao Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira e Museu Nacional pela infraestrutura e ao técnico Elivaldo de Lima pelas fotos de MEV realizadas no Centro de Microscopia Eletrônica de Varredura do Museu Nacional/ UFRJ (ANPETRO 8808). Parte destes resultados foram gerados durante o doutorado da autora (2002-2006), financiado por Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRÁS.

### Capítulo 9. Moluscos (Mollusca)

Ao Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM pelo apoio em laboratório e nas saídas a campo. Agradece ao CNPq pela bolsa concedida ao autor V. Padula.

### Capítulo 10. Cirripédios e decapódas (Arthropoda: Crustacea)

Ao Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM pelo apoio em laboratório e nas saídas a campo.

### Capítulo 11. Equinodermos (Echinodermata)

Ao Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM pelo apoio em laboratório e nas saídas a campo.

### Capítulo 12. Ascídias (Chordata: Tunicata)

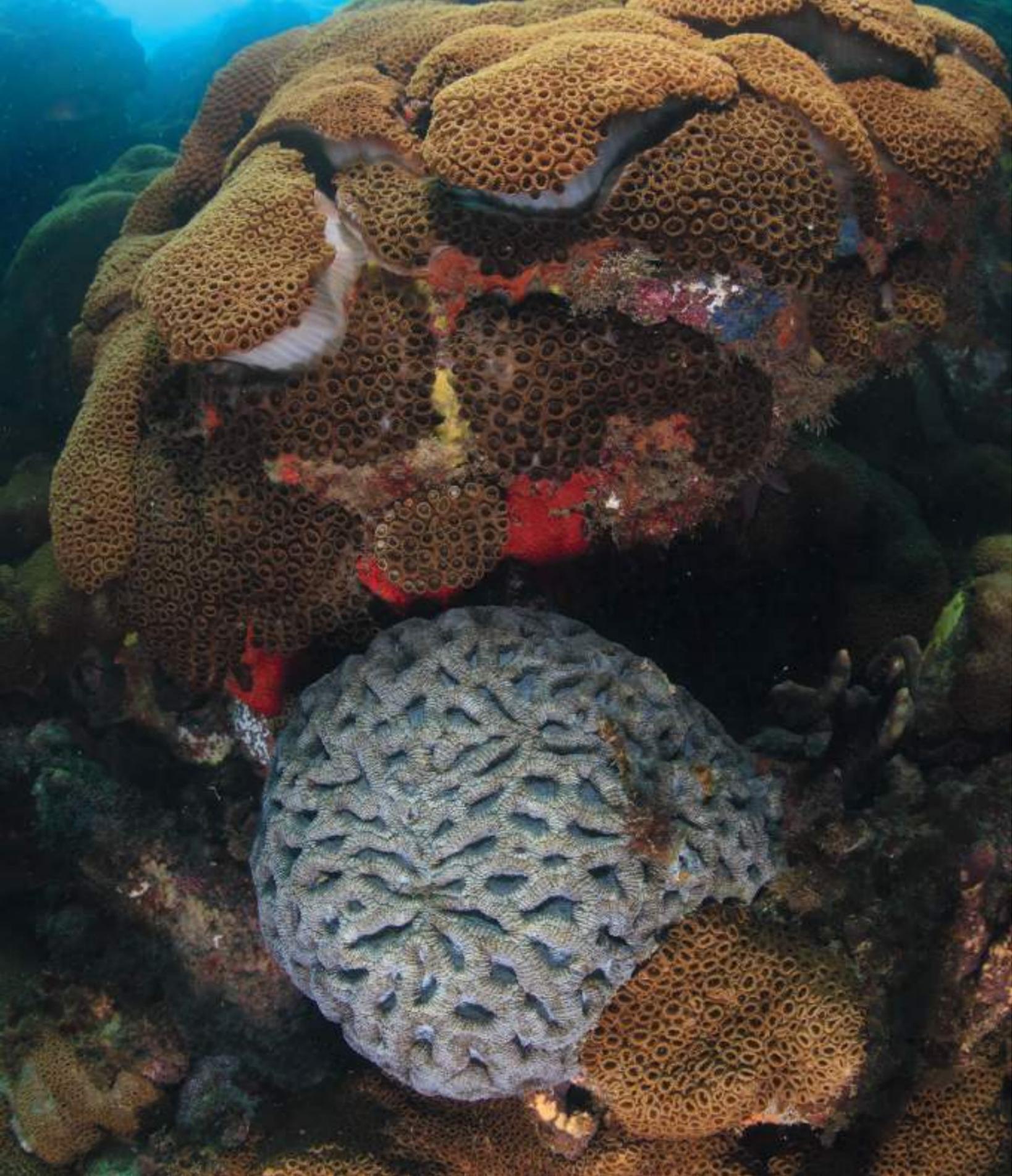
A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ e ao Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio e financiamento.

### Capítulo 13. Peixes recifais (Vertebrata: Chondrichthymorphi e Teleostomi)

Ao Conselho Nacional de Pesquisas – CNPq e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ.

### Capítulo 14. Intervenções humanas e potenciais ameaças

Os autores agradecem ao apoio da concedido pela FAPERJ e pelo CNPq. A autora M. López contou com apoio do CNPq por meio de uma bolsa de Pós-doutorado Junior (PDJ).



## Apresentação da obra

A área marinha de Arraial do Cabo é mundialmente conhecida por abrigar uma peculiar biodiversidade em seus costões rochosos, onde são registradas espécies tipicamente de ambientes tropicais e subtropicais. Na abrigada Baía do Arraial do Cabo é possível encontrar corais formadores de recifes bem como espécies típicas de águas frias que são registradas no lado externo da Ilha de Cabo Frio. Essa coexistência de espécies tão distintas no município é favorecida pelo fenômeno da ressurgência que ocorre com maior intensidade próximo à Ilha de Cabo Frio e que reduz a temperatura da água (<math><18^{\circ}\text{C}</math>) em determinadas áreas. As águas geladas da ressurgência não somente funcionam como uma barreira biogeográfica para muitas espécies marinhas, como também trazem muitos nutrientes que sustentam uma rica teia trófica e fazem de Arraial uma relevante área para o desenvolvimento de pesquisas nas áreas de taxonomia, biogeografia e ecologia.

O livro intitulado 'Biodiversidade Marinha dos Costões Rochosos de Arraial do Cabo: Histórico, Ecologia e Conservação' é composto por 14 capítulos, perfazendo um compilado do conhecimento sobre as características oceanográficas, ambientais e dos principais grupos que ocorrem nos costões rochosos da região: Macroalgas, Porifera, Cnidaria, Mollusca, Crustacea, Echinodermata, Bryozoa, Ascidiacea, Peixes recifais. Cerca de 40 pesquisadores de dez renomadas instituições brasileiras foram convidados para participar na redação dos capítulos de acordo com a especialidade de cada um. Os autores compilaram as informações disponíveis ou não literatura, com linguagem acessível para todos. Adicionalmente, algumas excursões de mergulho foram realizadas com o apoio de operadoras locais e do ICMBIO em diferentes pontos da Ilha de Cabo Frio, assim como na Enseada dos Cardeiros e Ilha dos Porcos. Durante os mergulhos foram realizados os registros fotográficos das principais espécies e dos ambientes na área, além da coleta de materiais biológicos quando necessário.

# Sumário

<b>Prefácio</b>	<b>15</b>	<b>Capítulo 8. Briozoários (Bryozoa)</b>	<b>200</b>
<b>Capítulo 1. Características geológicas e oceanográficas</b>	<b>16</b>	Laís V. Ramalho Canabarro	
Leandro Calado, Rafael G. Soutelino, David Canabarro & Eliane Gonzalez Rodriguez		<b>Capítulo 9. Moluscos (Mollusca)</b>	<b>212</b>
<b>Capítulo 2. Caracterização ecológica dos ambientes de substrato consolidado</b>	<b>48</b>	Júlio C. Monteiro, Paula Spotorno-Oliveira, Vinícius Padula; Juliana Alvim, Paulo Márcio S. Costa & Flávio da C. Fernandes	
Luciana V. Resende-Messano, José E. A. Gonçalves, Carlos Eduardo L. Ferreira & Ricardo Coutinho		<b>Capítulo 10. Cirripédios e decapódas (Arthropoda: Crustacea)</b>	<b>240</b>
<b>Capítulo 3. Mergulho como ferramenta de pesquisa</b>	<b>76</b>	Alexandre D. Kassuga, Tarso M. M. Costa, Maria C. Ostrovski, Tereza C. G. Silva-Ferreira & Júlio C. Monteiro	
Bruno P. Masi, Alexandre D. Kassuga, Luciana Altvater, Daniela Batista & Luciana V. Granthom-Costa.		<b>Capítulo 11. Equinodermos (Echinodermata)</b>	<b>264</b>
<b>Capítulo 4. Macroalgas (Chlorophyta, Rhodophyta e Ochorophyta)</b>	<b>96</b>	Carlos Renato Ventura & Marcela R. Tavares	
Yocie Yoneshigue-Valentin, Ricardo Coutinho, José E. A. Gonçalves, Marcia A. de O. Figueiredo, Frederico T. de S.Tâmega, Diclá Pupo, Mariana Guimaraens & Roberto C. Villaça		<b>Capítulo 12. Ascídias (Chordata: Tunicata)</b>	<b>296</b>
<b>Capítulo 5. Esponjas marinhas (Porifera)</b>	<b>126</b>	Luciana V. Granthom Costa, Eduardo C.M. Hajdu & Gustavo M. Dias	
Daniela Batista, Fernando Moraes, André Padua, Michelle Klautau & Guilherme Muricy		<b>Capítulo 13. Peixes recifais (Vertebrata: Chondrichthyomorphi e Teleostomi)</b>	<b>340</b>
<b>Capítulo 6. Cnidários (Cnidaria)</b>	<b>154</b>	Carlos E. L. Ferreira, Carlos G. W. Ferreira, Áthila Bertoncini & Alfredo Carvalho-Filho	
Luciana Altvater & Laís F. O. Lima		<b>Capítulo 14. Intervenções humanas e potenciais ameaças</b>	<b>366</b>
<b>Capítulo 7. Vermes marinhos (Annelida: Polychaeta)</b>	<b>184</b>	Maria Soledad López, José E. A. Gonçalves, Carlos E. L. Ferreira, Luciana V. R. de Messano & Ricardo Coutinho	
Christine Ruta, Alana Leitão, Marcos A. Gomes Bastos, Rômulo Costa & Paulo Paiva		<b>Endereços profissionais dos autores</b>	<b>402</b>



## Prefácio

Há cerca de 40 anos, o conhecimento da biodiversidade marinha brasileira, além dos poucos artigos científicos publicados, se baseava nos livros de Zoologia da Hyman e Grassé. Ao longo do tempo, os livros do Storer, Barnes e Brusca também foram muito importantes. Uma das primeiras obras com o intuito de divulgar a biodiversidade marinha com ilustrações, no Brasil, foi o livro *Animais das Nossas Praias*, de Carlos Nobre Rosa. Hoje, a biodiversidade marinha ilustrada tem sido apresentada em diversas obras no Brasil e no mundo. Alguns exemplos brasileiros estão publicados no *Manual de Identificação dos Invertebrados Marinhos da Região Sudeste-Sul do Brasil*, de Cecília Amaral, Alexandra Rizzo e Eliane Arruda, e no *Atlas de Invertebrados Marinhos da Região Central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira*, de Helena Passeri Lavrado e Mariana de Sá Viana. Outro bom exemplo é o livro intitulado *Two Oceans: A Guide to the Marine Life of Southern Africa*, de Branch e colaboradores.

Finalmente, a rica fauna e flora marinha de Arraial do Cabo começa a ser divulgada não só para a comunidade científica, como também para uma comunidade amante do mar, principalmente, apaixonados pela biologia marinha e oceanografia. As águas transparentes de Arraial do Cabo atraem pesquisadores, estudantes, mergulhadores e turistas do mundo todo, que ficam maravilhados com a beleza dos organismos que habitam os costões rochosos. Faltava uma obra que facilitasse a identificação desses organismos. Essa é a grande contribuição deste livro, editado por Daniela Batista, Luciana Granthom Costa e Ricardo Coutinho, que de forma clara e acessível para qualquer pessoa, por meio das excelentes figuras, possibilita a identificação das principais espécies que habitam os costões de Arraial do Cabo. Além dos grupos taxonômicos mais importantes, como as macroalgas, poríferos, cnidários, moluscos, crustáceos, poliquetas, equinodermas, briozoários, ascídias e peixes recifais, esta obra contém capítulos que descrevem as características oceanográficas e os ecossistemas encontrados na região. Sem dúvida um marco importante para os estudos de conservação, num período de grandes mudanças ambientais.

Dr. Flávio da Costa Fernandes



# Capítulo 1

## Características geológicas e oceanográficas

Leandro Calado, Rafael G. Soutelino,  
David Canabarro & Eliane G. Rodriguez

*Loligo vulgaris*

## Contexto geológico

O município de Arraial do Cabo é geomorfologicamente constituído pela Ilha de Cabo Frio e três morros rochosos que avançaram para o ambiente marinho: 1- Pontal do Atalaia; 2- Cabocla, com movimentação de materiais para a Prainha e Ponta da Jararaca e 3- “Antenas”, entre a Prainha

e a Praia do Pontal. Há ainda um morro “reliquia”, próximo à Praia Grande - Morro da Boa Vista. Estes promontórios estão conectados entre si por sedimentos muito antigos, retrabalhados ao longo de centenas de anos, resultando em areia muito fina, composta predominantemente por quartzo, principal constituinte dos campos de dunas circundantes.

A Ilha do Cabo Frio se destaca entre as demais ilhas de Arraial do Cabo. Foto: Daniela Batista



Morro do Pontal do Atalaia, muito conhecido na região pelas praias que abriga e trilhas que produzem cenários naturais deslumbrantes. Foto: Luis Constantino.

Campos de dunas adjacentes ao Pontal do Atalaia, formando “As Prainhas”. Foto: Daniela Batista





Morro da Cabocla e Ponta da Jararaca. Foto: Acervo IEAPM.

Estão conectados ao continente por extensos cordões arenosos litorâneos que represam a Laguna de Araruama, constituindo seus limites ao Sul e Leste. A constituição das rochas litológica é variada, composta por diversos tipos de rochas, denominado de Domínio Tectônico de Cabo Frio. Existem ainda rochas vulcânicas e de subsuperfícies alcalinas na Ilha do Cabo Frio e, rochas sedimentares representadas pelos arenitos de praia, assim como

grandes depósitos sedimentares recentes e relictos.

A estrutura geológica da região, em sua porção submersa, apresenta um marcante lineamento estrutural tectônico, apresentando um aspecto de linhas horizontais com cristas e vales, e elevações injeções vulcânicas, denominado Alto do Cabo Frio.

O morro das Antenas é conhecido na região pelas trilhas excelentes para caminhadas.

## Curiosidade

O Domínio Tectônico de Cabo Frio (DTCB) compreende a porção do sudeste da Faixa Ribeira, faixa tectônica que domina o estado do Rio de Janeiro, fazendo o contato apenas com o Terreno Oriental através de uma falha de empurrão na direção NE-SW com o mergulho para sudeste. As rochas mais antigas do DTCF foram cristalizadas no Paleoproterozóico (2,03-1,96 bilhões de anos), e constituem o embasamento composto por ortognaisses félsicos (metagranitóides do Complexo Região dos Lagos) e ortoanfibolitos (metagabros da Unidade Forte de São Mateus). Ocorre ainda uma sequência de rochas supracrustais formada por gnaisses aluminosos, calcissilicáticos e anfibolíticos, interpretados como registro de um pacote vulcanos sedimentar depositado/cristalizado no Neoproterozóico na

Bacia Búzios - Palmital, as Sucessões Búzios e Palmital. Há cerca de 520 milhões de anos, todas as unidades acima descritas foram submetidas a condições de alta pressão e temperatura e foram deformadas durante a Orogenia Búzios (Schmitt et al, 2004). Este evento gerou estruturas de empurrão e dobras associados a uma tectônica tangencial de baixo ângulo, com a inversão da estratigrafia. Lascas do embasamento foram sobrepostas às rochas supracrustais e posteriormente dobradas. As lineações de estiramento, os eixos das dobras e as principais estruturas de deformação deste evento têm uma orientação preferencial Noroeste-Sudeste (Schmitt & Trouw, 1997). O ambiente geotectônico característico é de caráter colisional continental, que resultou na formação do paleocontinente Gondwana.

## O Alto de Cabo Frio

O Alto de Cabo Frio constitui uma estrutura *offshore* e *onshore* com direção Nordeste-Sudeste formada durante o processo de quebra e separação do Gondwana e abertura do Atlântico Sul, há mais de 130 milhões de anos. É caracterizado por uma grande incidência de rochas magmáticas (derrames) associadas à rochas vulcano sedimentares. Esse importante magmatismo relaciona-se ao vulcanismo

de conduto central (“vulcões”) e composição levemente alcalina (Mizusaki & Thomaz Filho, 2004).

As rochas mais jovens que ocorrem na região estão relacionadas ao processo de formação Alto Cabo Frio e são representadas por duas unidades principais ígneas: diques de diabásio meso-cenozóico (com idades em análise variando entre 130 Ma, e 55 Ma) e diques e *plugs* alcalinos do Terciário (com idades que variam de 93 a 52 Ma).

Na região de Arraial do Cabo, a Ilha do Cabo Frio é a representação em superfície do magmatismo alcalino. Este forma no sudeste brasileiro, uma série de *hots pots*, como: Tinguá, Tanguá, Rio Bonito, Itaúna, Mendanha, Soarinho e Morro de São João, além da intrusão da ilha. Estas intrusões ígneas, alinhadas na direção leste-oeste, formam o denominado Lineamento Sismo-Magmático Alcalino de Poços de Caldas – Cabo Frio – Monte submarino Almirante Saldanha (LCF) (Alves, 2002).

O LCF compreende uma série de intrusões e diques relacionados que se consistem, principalmente

de rochas sódicas alcalinas diferenciadas variando de sienitos a fonolitos. Estes corpos magmáticos foram formados a partir de uma anomalia no manto, sendo a Ilha do Cabo Frio a manifestação mais jovem do magmatismo alcalino no continente. A intrusão da Ilha do Cabo Frio é constituída por rochas alcalinas principalmente por nefelina, sienitos e sienitos, além de rochas máficas como álcali-basaltos monzonitos e diques de lamprófiros. A região é, também, cortada por dezenas de diques de fonolitos traquitos. No entanto, no limite da intrusão magmática com os ortognaisses do embasamento ocorrem brechas

Rochas no Saco dos Ingleses intercalam rochas do ortognaisse em posição subo vertical com diques de rochas mais novas, ora concordantes, ora discordantes do Gneisse.



Rochas encontradas do lado de fora da Ilha, evidenciando as intrusões mais novas - os diques.

de contato, que representam fragmentos da rocha encaixante que foram quebrados pelo magma na sua ascensão à superfície.

Este cenário geológico peculiar da região foi resultado de eventos geológicos de magnitude planetária. O embasamento cristalino foi formado há dois bilhões de anos atrás, no início da vida na terra, período conhecido como Proterozóico, sendo constituído por rochas graníticas. Após um significativo intervalo geológico, há 650 milhões de anos atrás, sofreu um choque continental que agregou o supercontinente chamado Godwana, no período conhecido como

Brasiliano. Este choque de placas tectônicas gerou uma elevação do terreno, caracterizando o Himalaia de Búzios, remetendo ao choque similar entre Índia e Ásia. A região foi submetida à intensa deformação com pressões e temperaturas tão grandes que metamorfixaram o embasamento, transformando em ortognaisse, as antigas rochas graníticas. No período Cretáceo (135 milhões de anos) houve a separação do “Himalaia Buziano” e também das placas Sulamericana e Africana. Estas separações de origem tectônica foram rotacionais e heterogêneas, gerando uma dorsal meso-oceânica atlântica intensamente



Rochas alcalinas de origem sub vulcânicas (nefelina sienítos) encontrados na Ilha de Cabo Frio.

fragmentada, com descontinuidades no sentido norte-sul. Na região onde hoje se situa Arraial do Cabo, a dorsal apresenta-se como um lineamento contínuo, tal qual a borda de uma montanha separando duas grandes bacias sedimentares em diferentes níveis. Essas duas bacias são formadas a partir do mar raso interior e pelas remobilizações dos sedimentos carregados para este ambiente por forças hidrográficas e catastróficas, ocorridas daquela época até o presente.

Na sequência da imposição do Alto do Cabo Frio no novo assoalho marinho criado, houve inúmeras intrusões vulcânicas, algumas oriundas de grandes profundidades crustais. Esta é responsável pela formação da Ilha do Cabo Frio quase em sua totalidade havendo bordas do



Há bordas do embasamento cristalino deformado próximo ao Boqueirão, a estreita passagem entre o continente e a Ilha de Cabo Frio que conecta a área abrigada da Baía do Arraial do Cabo (“lado de dentro”) com lado de fora do “embaçamento”. Foto: Acervo IEAPM.

embasamento cristalino deformado próximo ao Boqueirão e no extremo norte da Ilha. Morro da Cabocla e várias intrusões menores tipo chaminé denominadas diques.

Há diferentes datações para o surgimento da ilha, onde se entende que pode ter havido mais de um episódio vulcânico, entre 85 e 52 milhões de anos atrás para o último evento. Estas intrusões alcalinas também atingiram os demais promontórios do local, no Pontal do Atalaia e

Em outro momento, houve um intervalo geológico significativo de cerca de 130 mil anos atrás, de rápidas transgressões e regressões marinhas. Isto é, ocorreram variações do nível do mar em dezenas e metros na vertical em um curto espaço de tempo (centenas de anos). Este mecanismo



A Ilha do Cabo Frio é a maior ilha da Região dos Lagos e também a única de formação vulcânica, que protege todos os costões rochosos que ficam nesse embaiamento (“lado de dentro”).  
Foto: Acervo IEAPM.

ocasionou o fechamento da laguna de Araruama, conectando as rochas de Arraial do Cabo ao Canal de Itajurú (Cabo Frio), a nordeste e ao Maciço da Ponta Negra, a oeste.

Finalmente, as últimas feições geológicas integradas à região datam entre 8-5 mil anos atrás, e são constituídas pelos recifes de arenitos, na mesma época do início da ocupação humana feita pelos sambaqueiros (grupo pré-indígena de coletores). Estas rochas são testemunhos da constituição da praia pretérita, neste caso 99% carbonática, enquanto

a atual é 99% quartzosa.

Esta diferença aponta para uma variação de ambiente, que seria lacustre com a água doce vindo da ilha. Uma hipótese aceitável é a de que o banco de areia, hoje submerso, chamado localmente como “baixio”, estaria seco transformando o microambiente em lagunar com o fluxo saindo para o Boqueirão. Esse aspecto teria criado um concheiro natural no local, que permitiria o acesso a atual ilha sem necessidade de embarcações.

Conhecido como Morro das Atenas, o Morro do Almeida é um local com muitas trilhas.  
Foto: Luis Constantino.



Os recifes arenitos submersos na Ilha de Cabo Frio são testemunhos da constituição da praia pretérita (99% carbonática), enquanto a atual é 99% quartzosa. Esses arenitos servem de substratos para os organismos bentônicos e de área de alimentação, refúgio, reprodução e proteção de peixes recifais.

Acredita-se que o “baixio” localizado na Baía do Arraial do Cabo (banco de areia raso) já esteve completamente emerso, que permitiria o acesso a atual ilha sem necessidade de embarcações. Foto: Acervo IEAPM.



## Glossário

**Promontório:** porção saliente e alta de qualquer área continental, que avança para dentro de um corpo aquoso.

**Lineamento estrutural:** feição linear, topograficamente representada por vales alinhados ou cristais, geralmente indicando a presença de fraturas e/ou falhas geológicas.

**Falha de Empurrão:** descontinuidade da crosta terrestre originada por esforços compressivos,

normalmente envolvendo feições de baixo ângulo. Os limites das massas em movimento são as rampas, existindo as ramais frontais (ângulo de mergulho  $> 45^\circ$ ) e laterais (ângulo de mergulho  $> 45^\circ$ ) e movimentação transcorrente.

**Plug:** lava consolidada que preenche o conduto vulcânico. Em geral é mais resistente à erosão do que o material que envolve o cone, podendo permanecer de pé, como um pináculo solitário quando o restante da estrutura original já foi erodida.

## O processo de ressurgência costeira

Em Cabo Frio e suas vizinhanças a oeste, a combinação do padrão de ventos com características do contexto geológico local - orientação da costa e declividade do assoalho submarino - causam um fenômeno singular na costa brasileira: a ressurgência costeira. Neste fenômeno, águas que residem junto ao fundo, afloram na superfície do mar junto à costa. Quando a região está sob influência do processo ressurgência, as águas costeiras apresentam-se consideravelmente mais frias do que seria o esperado para uma região de clima tropical.

Antes de caracterizar o mecanismo da ressurgência costeira é importante distinguir dois compartimentos fundamentais que restringem a gama de forçantes físicas capazes de gerar movimentos

na água do mar: a Plataforma Continental (PC) e o Oceano Profundo (OP).

Ao longo da evolução geológica, sedimentos de origem continental se depositam na área imediatamente adjacente à costa, fazendo com o que o aumento de profundidade em direção ao largo seja suave até uma certa distância da costa, onde o equilíbrio do sedimento depositado se quebra. Esta região é denominada PC. As dimensões da PC brasileira variam de acordo com a história geológica da formação das margens continentais. A PC brasileira tem em média 200 km de largura e o declive suave vai de 0 a 200 m entre a costa e a quebra da PC. Entre a PC e o OP existe uma região de intenso declive chamada Talude Continental (TC). No TC, em média, a profundidade cai de 200 m para 3000 m em cerca de 10 km de largura.

As forçantes físicas que atuam no oceano (ventos, marés, radiação solar, etc) geram diferentes

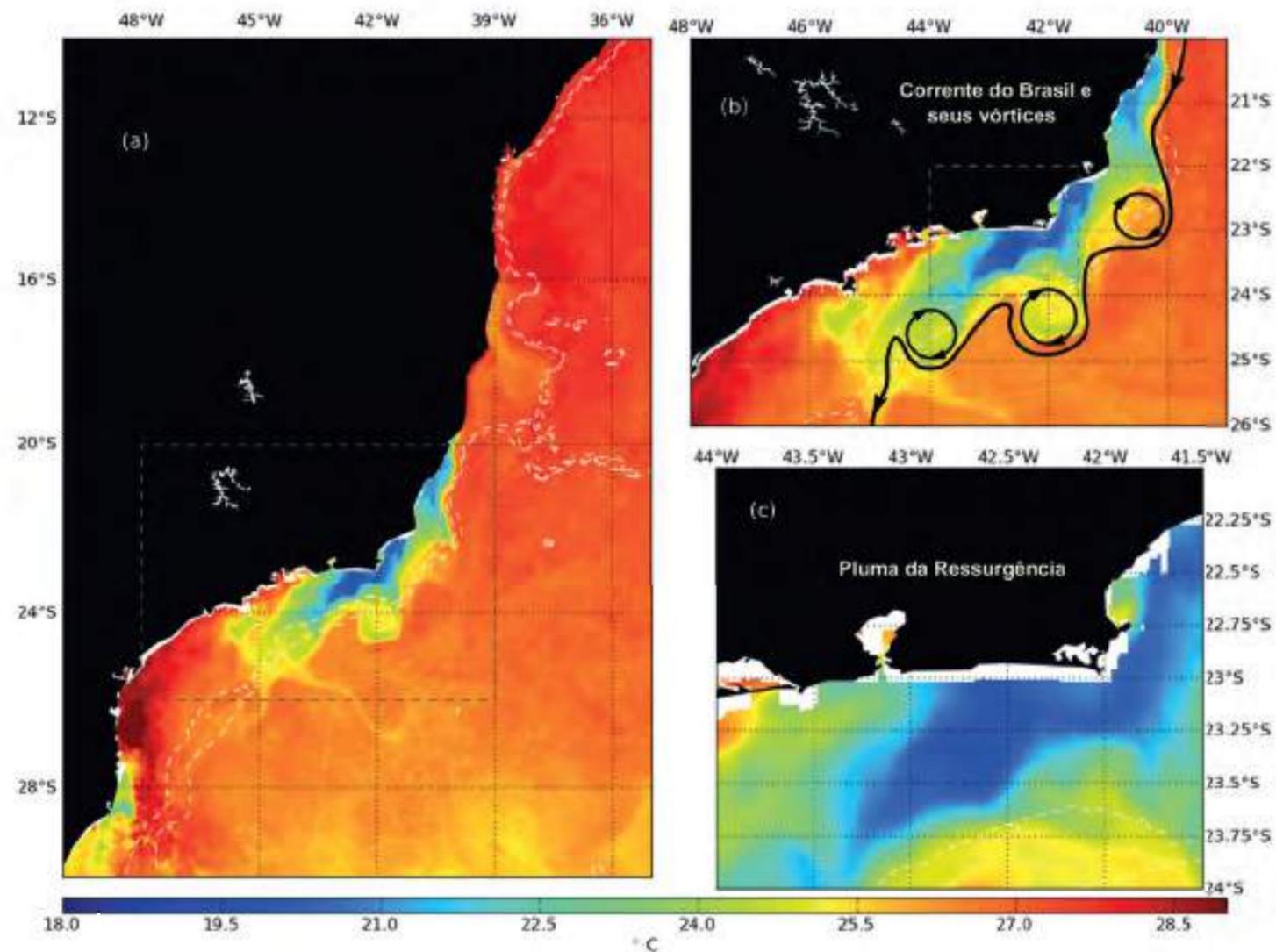
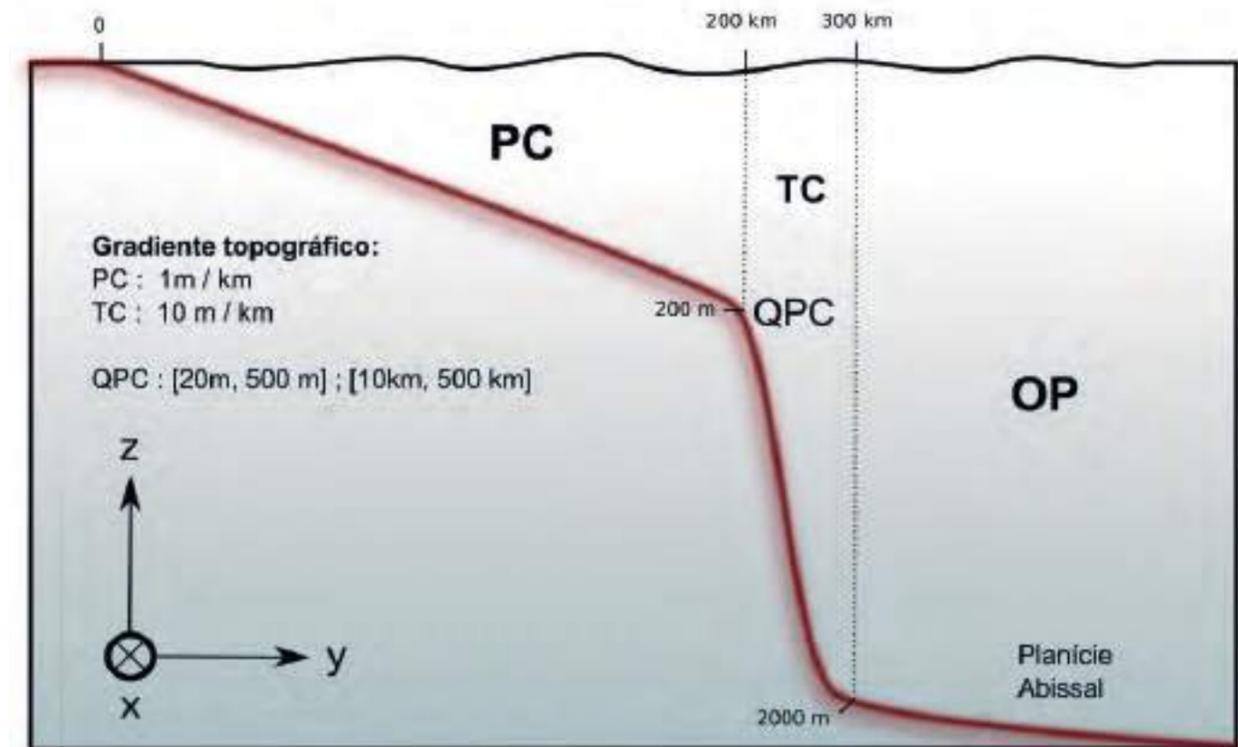


Imagem de satélite na banda do infra-vermelho mostrando a temperatura da superfície do mar em tons de cores. (a) Note a concentração de águas frias (em tons azuis) nos arredores de Cabo Frio, comparada com águas temperaturas características de clima tropical (tons laranja e vermelho) no restante do litoral brasileiro. (b) Note a proximidade entre processos de PC (ressurgência costeira) e OP (CB e seus vórtices, enfatizados por desenhos esquemáticos da trajetória do escoamento). (c) Zoom na região de Cabo Frio. Note o grande contraste térmico entre a costa (cerca de 18o C) e o OP (cerca de 26o C). Fonte: Processamentos de imagens AVHRR oriundas do sistema EUMETSAT.



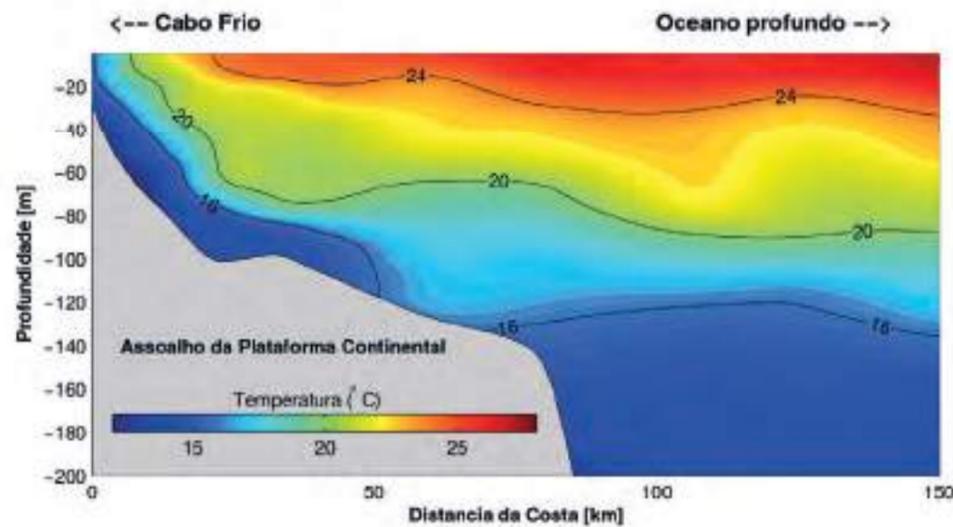
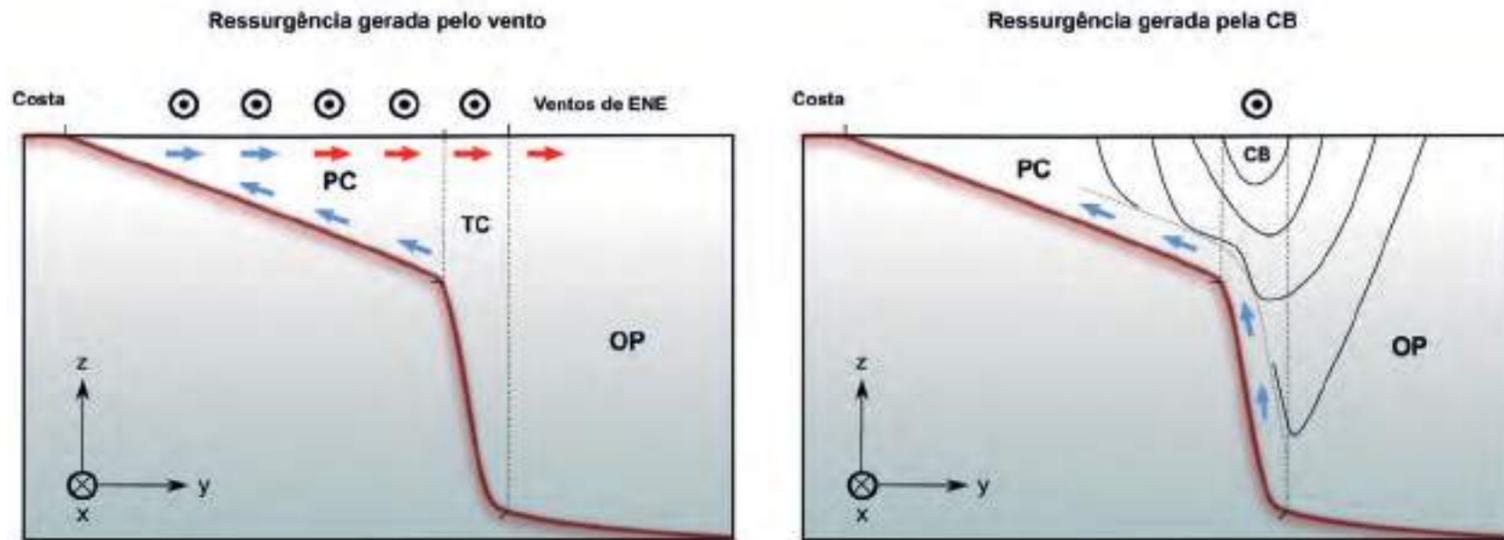
Classificação das diferentes porções do oceano adjacente a costa, com características hidrodinâmicas comuns.

impactos nas propriedades hidrodinâmicas das diferentes regiões (PC, TC e OP). A PC tem menos espaço, menos volume de água e a presença da costa, características que a tornam mais sensível às forçantes físicas, o que permite mudanças mais rápidas nas características hidrodinâmicas. Já o OP, por ter um volume muito maior de água e ter dimensões espaciais de ordem muito maior, permite o estabelecimento de feições e circulação mais persistentes e de maior escala espacial.

O litoral brasileiro está entre os mais extensos do mundo, com uma rica variedade de processos oceanográficos na PC e no OP. A manifestação local de movimentos da água do mar na região costeira depende da combinação de forçantes físicas,

características locais da PC e possíveis interações entre a PC e o OP. A ressurgência costeira em Cabo Frio é um perfeito exemplo da interação complexa entre todos estes fatores. No Brasil, há algumas áreas onde ocorre este mesmo processo, porém, a ressurgência costeira em Cabo Frio é a mais forte e recorrente.

O mecanismo principal da ressurgência costeira é interação entre uma determinada direção e intensidade do vento com a orientação da linha de costa. Devido a rotação da Terra, as correntes geradas pelo vento são perpendiculares à direção e sentido do vento, desde que este se mantenha constante por um período maior que cerca de 24 horas. No hemisfério sul, as correntes apontam 90° à esquerda do vento, e



Visualização do processo de ressurgência costeira no plano seccional (eixo  $y$  = paralelo à costa e eixo  $z$  = vertical). (a) Representação esquemática do mecanismo principal de geração da ressurgência costeira. Os ventos de ENE são representados vetorialmente pelos círculos concêntricos, onde a direção se interpreta como “saindo do papel”. Note as águas quentes sendo transportadas para o largo, 90° à esquerda do vento, e as águas mais frias são transportadas pelo fundo e ocupam a região superficial junto a costa. (b) Representação esquemática do processo de encroachment da CB, que disponibiliza águas frias vindas do OP para regiões mais rasas e internas da PC. (c) Distribuição seccional de temperatura perpendicular à costa de Cabo Frio obtida pelo Centro de Hidrografia da Marinha através de perfiladores CTD. Note que as medições refletem claramente os mecanismos teóricos. Note o marcante contraste térmico entre a costa e o largo em superfície.

no hemisfério norte, à direita. Este mecanismo físico é denominado *Dinâmica de Ekman* (DEk).

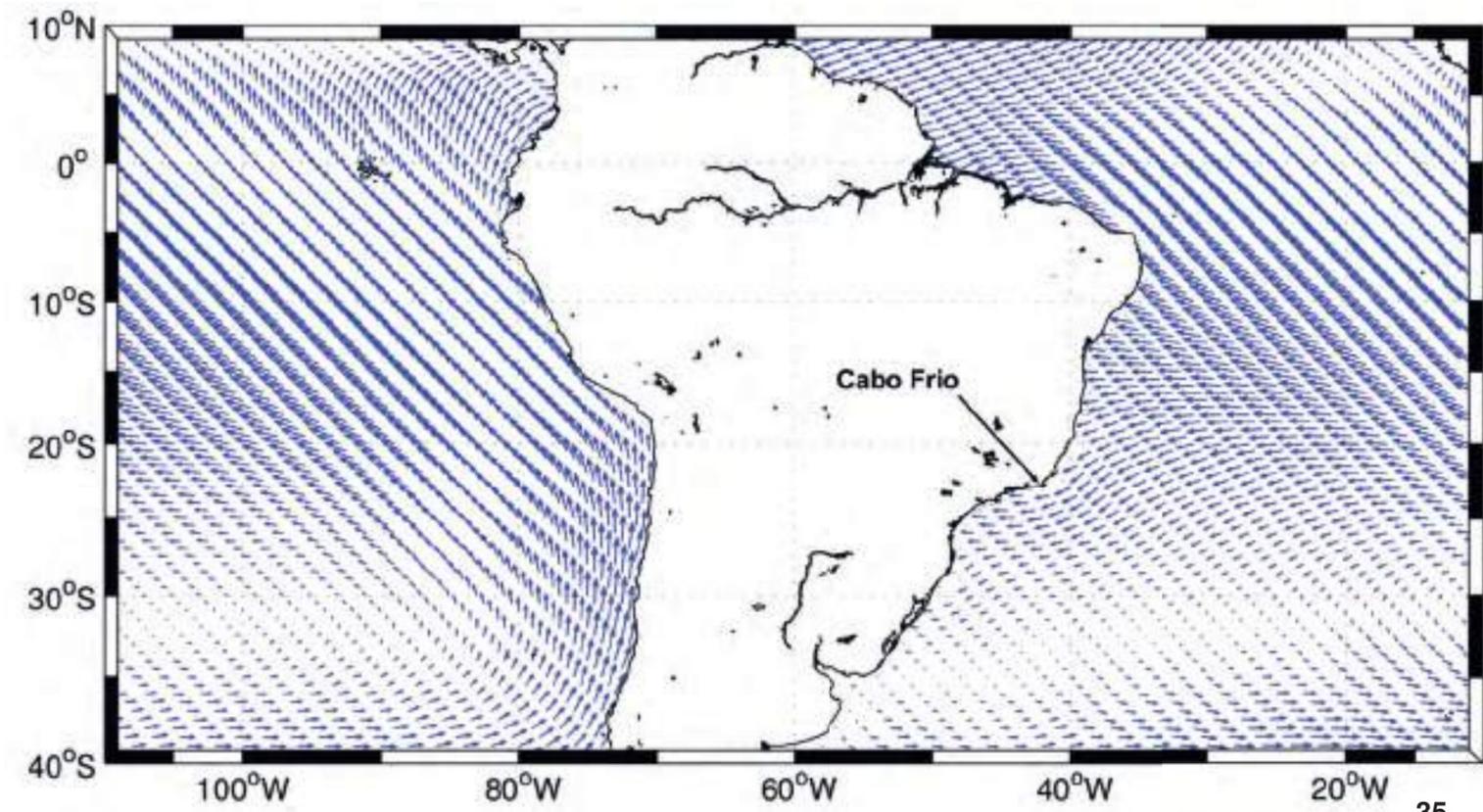
No litoral do estado do Rio de Janeiro, entre a restinga da Marambaia e Arraial do Cabo, a orientação da costa é leste-oeste e quase perfeitamente retilínea. Os ventos predominantes são de ENE, o que caracteriza uma direção predominantemente paralela à costa na região citada. Esta direção de vento, segundo a DEk, causa um eficiente transporte das águas costeiras superficiais em direção ao largo. Como a tendência do oceano é permanecer em equilíbrio, um transporte de retorno pelo fundo é estabelecido para

repor o volume de água perdido junto à costa. Estas águas provenientes do fundo, relativamente mais frias por estarem distantes da influência da radiação solar, afloram na costa sem que tenham tido tempo de se aquecer.

O fenômeno da ressurgência tende a ocorrer em épocas do ano onde os ventos ENE sopram com mais frequência e intensidade, o que ocorre tipicamente durante a primavera e o verão. Em uma situação típica de ressurgência no verão, é possível verificar temperaturas inferiores a 16° C na superfície junto à costa, enquanto as águas do OP podem estar

Média vetorial anual dos ventos em parte dos oceanos Atlântico e Pacífico Sul. Note que a região entre a Marambaia e Cabo Frio se destaca por apresentar uma longa linha de costa retilínea com influência de vento ENE paralelo à costa. Outras regiões do litoral brasileiro ou apresentam ventos médios perpendiculares à costa (desfavoráveis a ressurgência) ou de intensidade muito menor.

Fonte: <https://winds.jpl.nasa.gov/missions/quikscat/>



a 28° C proporcionando um importante contraste de até 12° C entre a costa e o OP. Nos meses de outono e inverno os ventos de ENE tendem a ser menos predominantes, pois a passagem de sistemas frontais é mais frequente, invertendo os ventos para o quadrante SW. Isto estimula um mecanismo inverso, causando o transporte de águas quentes do OP para a costa.

Desde a década de 50 pesquisadores já mencionavam a forte correlação entre os ventos predominantes de ENE e presença de águas relativamente frias na superfície do mar próximo ao Cabo Frio (Emilsson, 1961; Ikeda et al., 1974; Allard, 1995; Rodrigues & Lorenzetti, 2001). Mesmo quando não ocorre o afloramento completo de águas muito frias, as águas sub-superficiais da PC possuem a influência desse mecanismo praticamente em todos os meses do ano (Castro & Miranda, 1998).

Há outras áreas no litoral brasileiro que estão expostas a condições similares sofrem influência de processos mais amenos de ressurgência, como Cabo de São Tomé e Cabo de Santa Marta. O que torna então a ressurgência ao largo de Cabo Frio mais intensa?

A PC continental ao largo de Arraial do Cabo é consideravelmente mais estreita do que a média, devido a um declive intenso que existe próximo a Ilha de Cabo Frio. A isóbata de 100 m situa-se a apenas 7 km da costa, e isto favorece dois fatores. As águas frias profundas necessitam percorrer uma distância

horizontal muito menor quando estimuladas a reporem as águas superficiais afastadas da costa em um processo de ressurgência. Conseqüentemente, ventos favoráveis precisam agir por muito mais tempo para aflorar águas frias em Cabo Frio do que em outras localidades que possuem PC mais larga.

A outra peculiaridade importante de uma plataforma continental estreita é a proximidade entre o OP e a costa, facilitando interações entre ambos os compartimentos. Os processos hidrodinâmicos no OP, chamados de processos de meso e larga escalas, são decorrentes de interações espaciais e variações temporais bem maiores do que aqueles observados na PC. Os processos de larga escala resultam de forçamento remoto oriundo de complexas interações entre ventos e gradientes de densidade em escala de bacia oceânica, e tendem muitas vezes a se impor e mascarar processos locais, dada a sua intensidade e natureza lenta de variação.

A feição de larga escala mais notável ao largo de Cabo Frio é uma *corrente de contorno* denominada Corrente do Brasil (CB). Como um jato de cerca de 80 km de largura, a CB se origina em 15° S de latitude e flui sobre o TC em direção ao sul do Brasil transportando águas quentes nos primeiros 50-100 m de profundidade e gradualmente mais frias abaixo desta camada. Ao largo de Cabo Frio, a CB possui uma espessura média de 500 m, dos quais apenas uma fração de 15-20% junto superfície consiste, portanto de águas com temperaturas típicas tropicais. Como o núcleo da CB flui sobre o talude, considerando sua largura média de

80 km, uma fração considerável de seu jato pode estar sobre a PC (Castro, 1996; Silveira et al., 2000).

As correntes oceânicas como a CB, por estarem longe da costa, podem se tornar instáveis e desenvolver meandros, os quais podem se tornar gradualmente mais instáveis e formar vórtices (rever imagem de satélite acima). Enquanto a CB e seus vórtices extrapolam-se de forma a influenciar as correntes na PC, é na estrutura vertical de temperatura associada a estas feições que se encontra o maior impacto no fenômeno da ressurgência costeira.

Da mesma forma que o vento impulsiona as correntes de superfície 90° à sua esquerda, a fricção da CB com o assoalho marinho desacelera a mesma em uma camada delgada junto ao fundo. A interação entre esta desaceleração e a rotação da Terra, novamente segundo a DEk, faz com que as águas nessa camada de fundo sejam transportadas do largo para a costa, ou seja, 90° à direita da direção de escoamento da CB. Este mecanismo é descrito na literatura científica como *Boundary Current Encroachment*, do inglês, "invasão por corrente de contorno". Apesar da CB fluir ainda relativamente longe da costa, este mecanismo injeta águas frias na PC em regiões mais rasas mais próximas a costa, e portanto a DEk têm mais eficiência para promover o afloramento.

Além do mecanismo de *encroachment* gerado pela CB, vórtices ciclônicos têm também um importante papel em disponibilizar águas frias em regiões mais rasas. Vórtices de meso escala, ou os

vórtices da CB, apesar de imperceptíveis a olho nu, são grandes (cerca de 100 m de diâmetro em média) redemoinhos que giram no sentido ciclônico (sentido horário no hemisfério sul). Eles têm a capacidade de lentamente promover a sucção de águas frias para camadas mais rasas da coluna de água. Quando estes se aproximam da costa de Cabo Frio, se caracterizam como mais um mecanismo promotor da ressurgência costeira. Calado et al. (2010) e Palóczy et al. (2013) conduziram estudos científicos que mostram ambos os mecanismos interagindo com a ressurgência costeira. Portanto, em síntese, além da dinâmica local de ventos e orientação da linha de costa, o declive intenso e anômalo da PC e a presença da CB e seus vórtices se somam como os mecanismos promotores da ressurgência costeira de Cabo Frio como a mais intensa observada no Brasil.

A ressurgência costeira, além de impactar características oceanográficas locais diretamente, também modifica o clima local. As águas frias que afloram na costa centro sul do RJ afetam a circulação das brisas marítimas e, conseqüentemente, modelam o clima na região (Ribeiro et al., 2011). Sob influência de brisas marítimas mais frias e intensas, a temperatura do ar se torna mais amena e o clima mais seco num raio de até 200 km entre Cabo Frio e a cidade do Rio de Janeiro.

Os impactos biogeoquímicos da ressurgência costeira, talvez os mais notáveis, são muito importantes para as esferas turística e pesqueira das cidades impactadas pelo fenômeno.

<sup>1</sup> Correntes de contorno são correntes oceânicas quentes que fluem do equador para os pólos nas bordas oeste dos oceanos mundiais. Em gerão são intensas, espessas e desenvolvem meandros e vórtices.

<sup>2</sup> Note que a desaceleração da corrente matematicamente tem sentido oposto ao da mesma, e portanto os 90o a esquerda oriundo da DEk se aplicam ao vetor desaceleração neste caso, não à direção da corrente em si.

## A importância ecológica do fenômeno da ressurgência

A ressurgência tem uma forte influência nos processos ecológicos e nos padrões ambientais que ocorrem na região de Cabo Frio. O principal e de maior importância é o enriquecimento de nutrientes da coluna d'água que suporta a alta produtividade pesqueira local.

No mar, assim como na terra, a cadeia alimentar inicia-se principalmente pelo fitoplâncton (microalgas) que sintetiza sua matéria orgânica a partir da energia solar e da assimilação de nutrientes inorgânicos dissolvidos na água, o que é conhecido como produção primária. Este processo é fundamental para a sustentação de todas as formas de vida na natureza e para a estruturação de todos os ecossistemas, pois é através da produção primária que se estabelece o fluxo de energia e matéria entre o mundo abiótico e os organismos vivos. A produção primária nos oceanos é controlada por diversos fatores dentre os quais se destacam a intensidade luminosa, a disponibilidade de nutrientes e a hidrografia, representada por todos os fatores que geram a movimentação da água, como correntes, ressurgência e difusão. Das inter-relações desses fatores derivam todos os padrões de produção primária global, incluindo as diferenças associadas às variações geográficas.

Na região de Cabo Frio, o afloramento de águas frias e ricas em nutrientes tem várias consequências, tais como: econômicas - o aumento da produção primária que reflete no incremento da produção pesqueira local; e ecológica - a fauna e

a flora da região têm afinidade com ambientes subtropicais e tropicais. De acordo com Gonzalez-Rodriguez et al. (1992), há três fases hidrográficas que podem ser distinguidas no sistema de ressurgência de Cabo Frio:

1- A ressurgência propriamente dita, em consequência dos ventos do quadrante ENE. Apesar do enriquecimento da zona eufótica com nutrientes, a biomassa fitoplanctônica matem-se reduzida devido à turbulência e advecção lateral da água ressurgida, com valores de clorofila normalmente abaixo de  $1\mu\text{g.l}^{-1}$ ;

2- A interrupção da ressurgência, seguida do aumento da temperatura e crescimento do fitoplâncton em condições hidrográficas mais estáveis e da estrutura fitoplanctônica dominada por poucas diatomáceas, típicas dos estágios iniciais de sucessão. Os valores máximos de clorofila e produção variam entre  $0,5\mu\text{g}-6\mu\text{g.l}^{-1}$  e  $2-14\text{mgC.m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ ; e

3- A inversão do regime de ventos com retenção de água tropical oligotrófica, causando a dispersão da biomassa acumulada na fase 2, e o domínio de dinoflagelados típicos da água tropical.

A fertilização das águas de superfície não afeta apenas o ecossistema pelágico local. Ao atingir a superfície, estas águas frias e ricas em nutrientes derivam para sudoeste com a ação do vento nordeste e alcançam uma maior extensão geográfica, que chegam a atingir as praias do Rio de Janeiro, provocando o aparecimento de grandes concentrações de organismos vegetais (os chamados blooms) e animais na superfície. Com o enfraquecimento da ressurgência devido à reversão dos ventos de NE para SO águas mais quentes

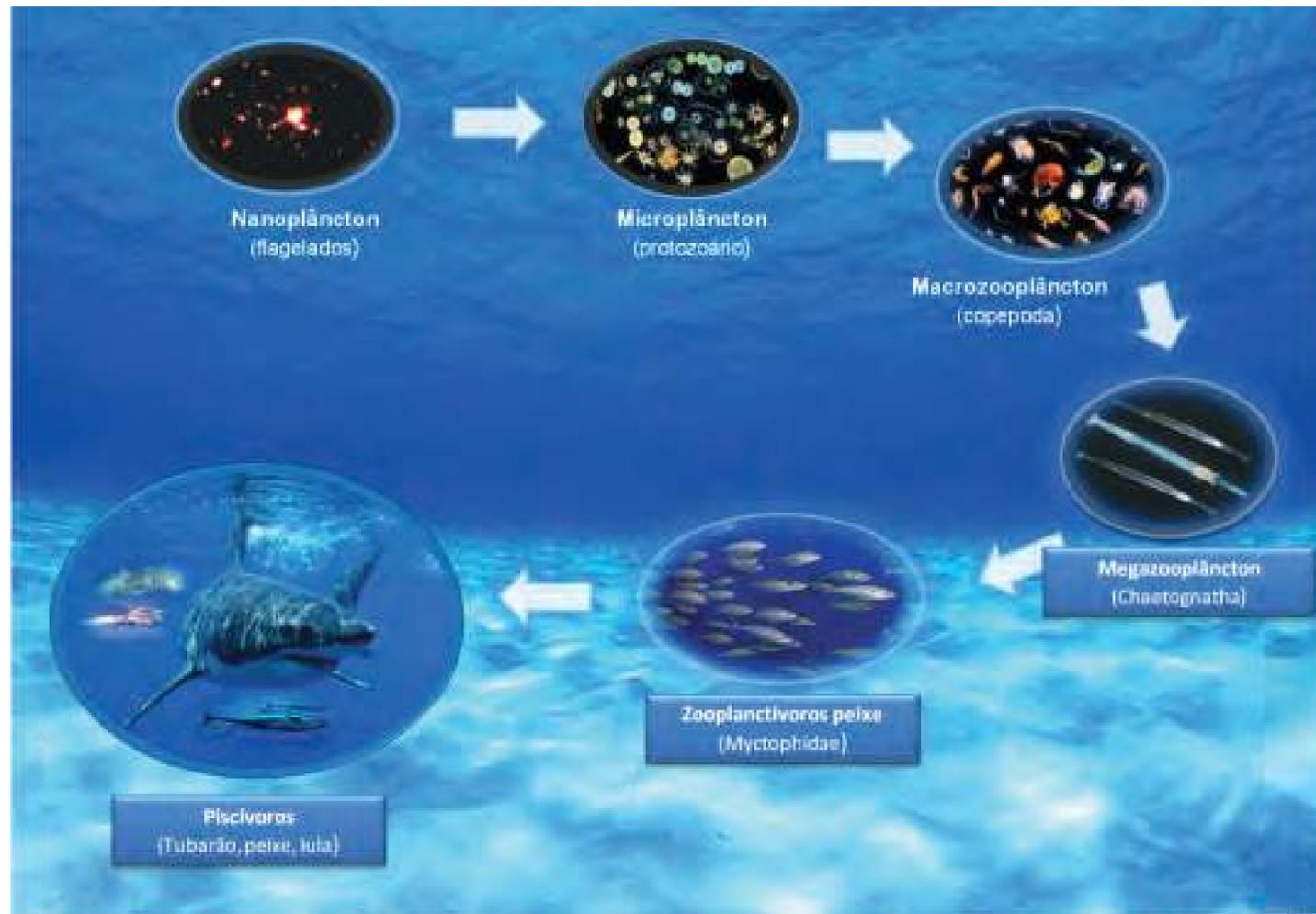
provenientes da PC e da Baía da Guanabara ocupam a superfície ao longo da costa. A chegada dessa água aumenta a biomassa fitoplanctônica que é composta pela diatomácea *Skeletonema costatum* e *Pseudonitzschia* spp. entre outras diatomáceas penadas, assim como nanoflagelados e cianofíceas, provavelmente oriundos da Baía da Guanabara.

Existem vários grupos de organismos que

se destacam - fitoplâncton, microalgas bentônicas (microfitobentos) e as macroalgas - como responsáveis pela produção primária no ambiente marinho. No entanto, apesar de existir esta grande diversidade de produtores primários, a contribuição de cada grupo é distinta. Estima-se que cerca de 90% da produção primária global seja derivada da atividade do fitoplâncton (considerando-se também as proclorofíceas e as cianobactérias).

Esquema da cadeia trófica de um ambiente de ressurgência, tal como em Arraial do Cabo. Elaborado por W.F. Carvalho utilizando imagens do Google.



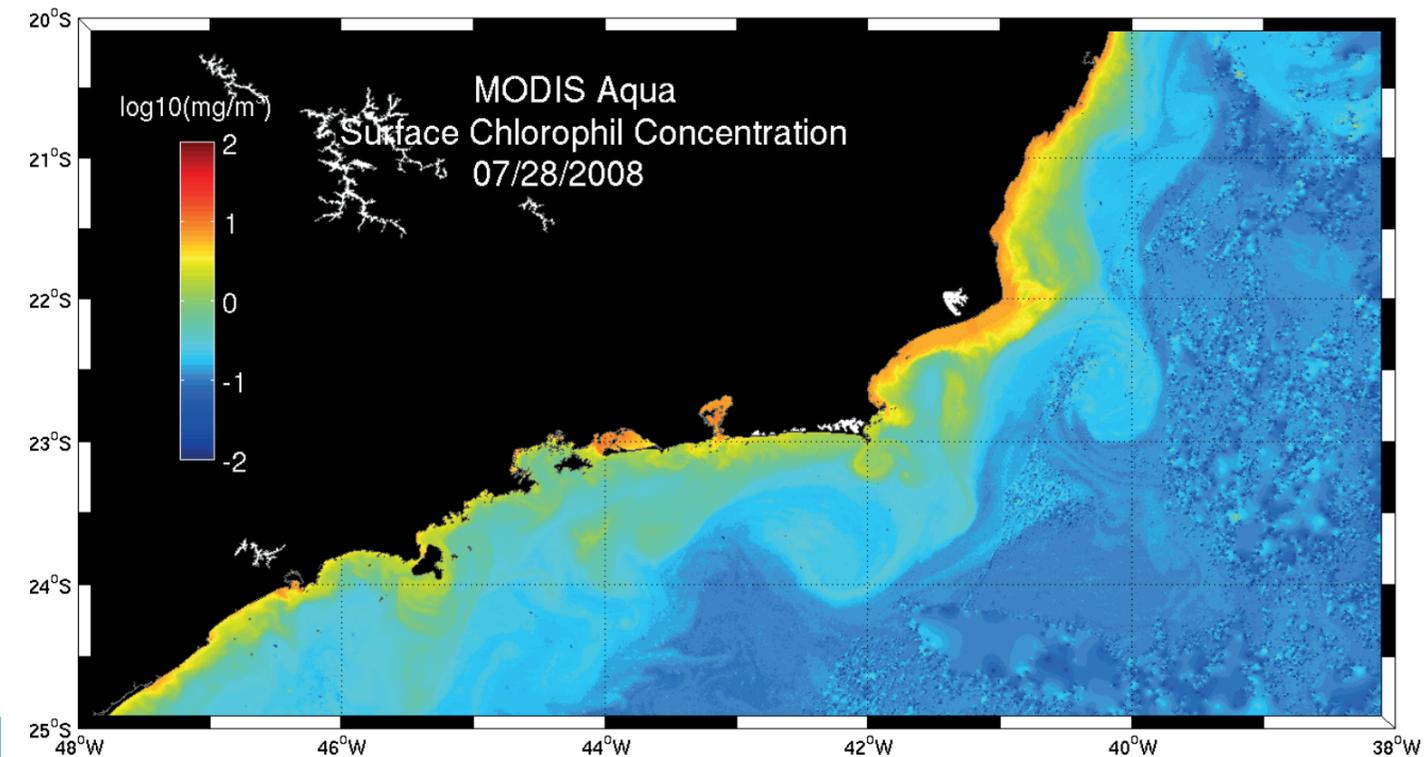
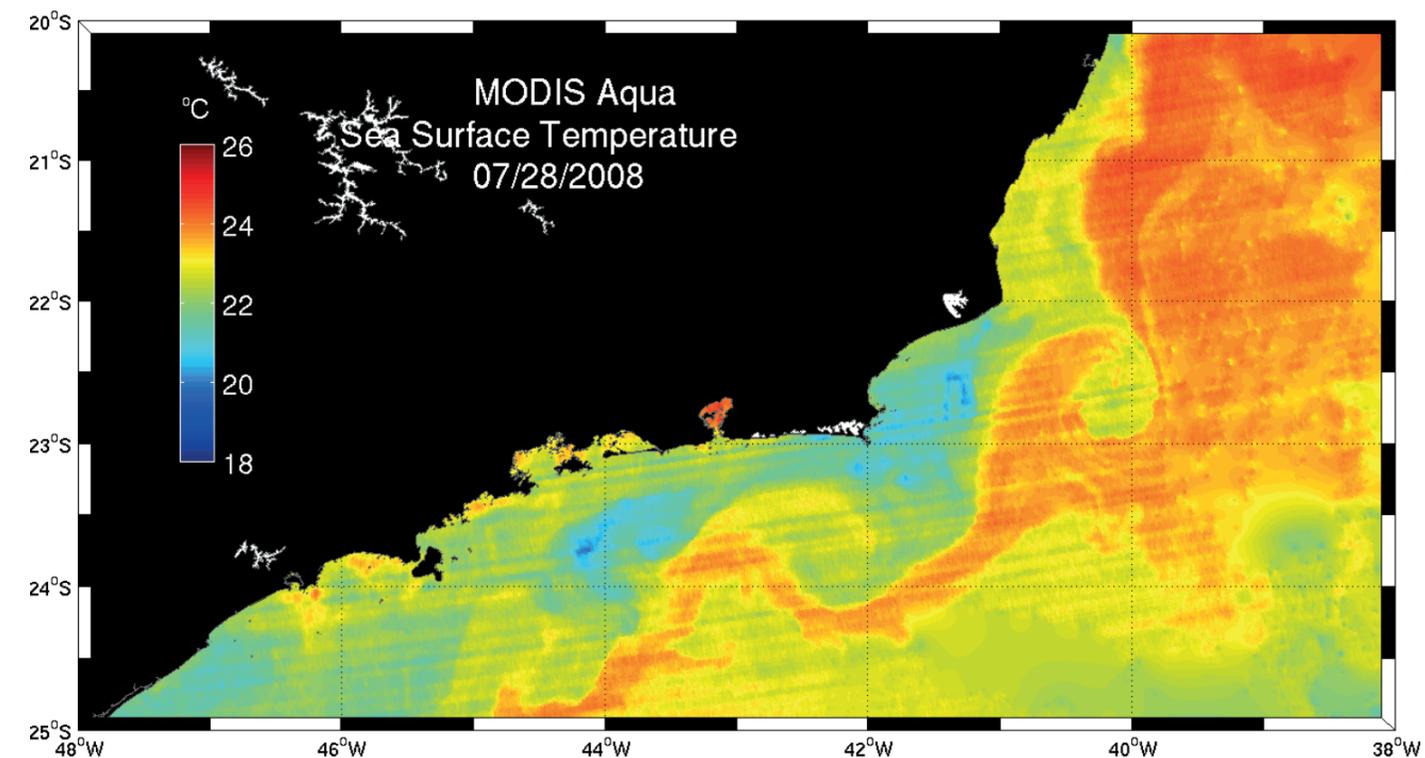


Esquema de cadeia trófica em região oligotrófica, sem influência de ressurgência. Elaborado por W.F.Carvalho a partir de imagens do Google

A presença de diferentes massas d'água na região costeira induz uma variação espaço-temporal da composição e abundância de organismos planctônicos associados aos ciclos da ressurgência.

Quando há a influência da ressurgência, ou seja, de águas frias e ricas em nutrientes,

existe a dominância do microplâncton autotrófico e o mesoplâncton, especialmente os copépodes herbívoros oportunistas (exemplo: *Calanoides carinatus*) que são os consumidores primários dominantes. Ao contrário, quando a temperatura é mais elevada devido a influência da massa d'água



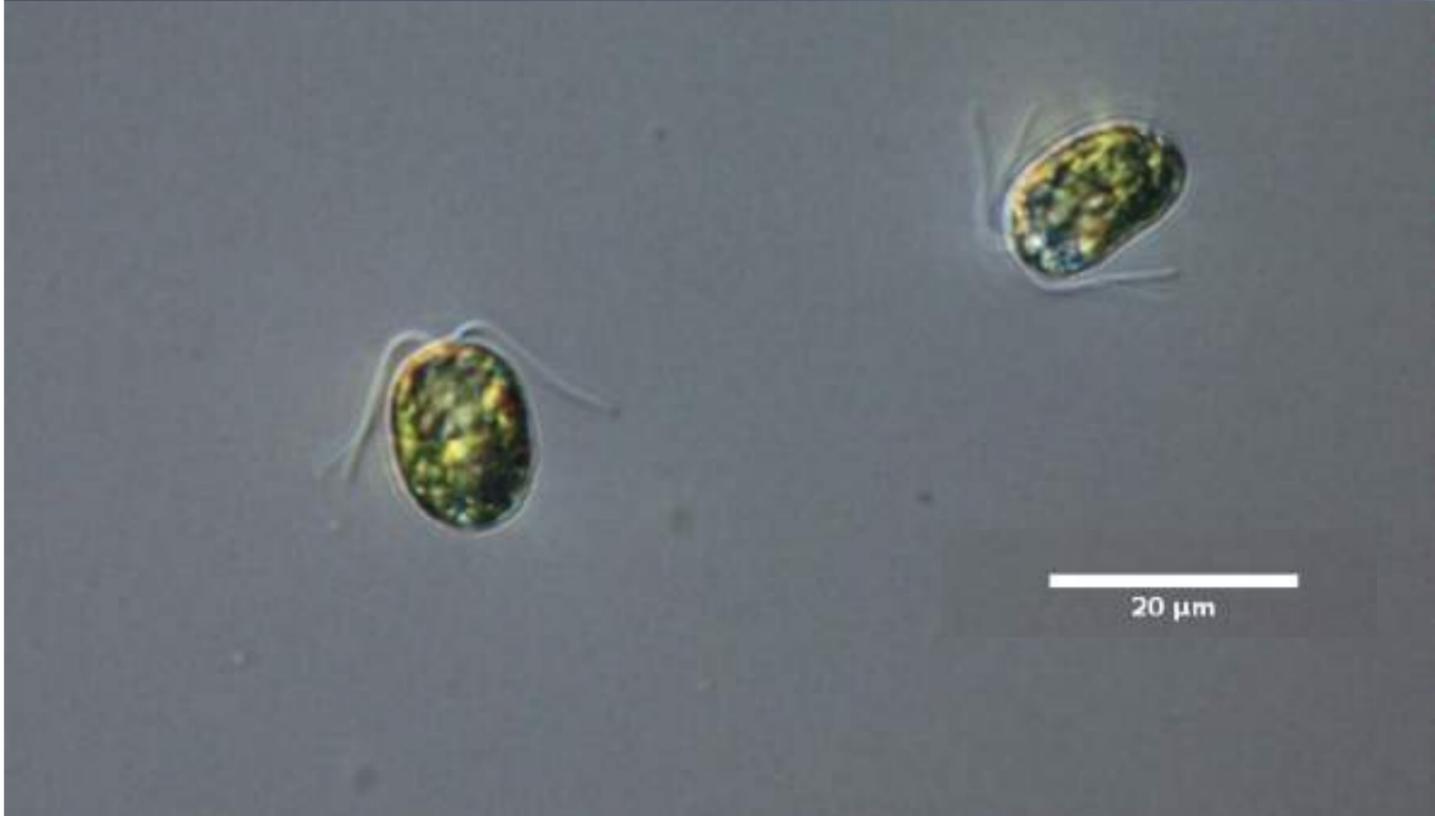
Influência da ACAS na região, caracterizada pelas baixas temperaturas, e o conseqüente aumento na concentração de microalgas representado pelo teor de clorofila. Fonte: www.antares.ws



*Skeletonema costatum*  
Fonte: <https://www.eoas.ubc.ca>

*Pseudonitzschia sp.*  
Fonte: <http://marchetti-lab.web.unc.edu>

*Oithona setigera*.  
Fonte: Plankton Net.



*Teraselmis sp.*  
Fonte: <http://diatom.huxley.wvu.edu/algae>



Água Tropical (AT) (subsidiência), prevalece a teia trófica com dominância do fitoplâncton menor (pico e nano) e grande biomassa de bacterioplâncton e microzooplâncton. Durante esse período de influência de águas mais quentes é observada uma maior diversidade com presença de outras espécies de copépodos, tais como: *Clausocalanus furcatus*, *Oithona setigera*, *Oncaea conifera*, *Calocalanus pavo* e *Evadne spinifera*. Assim como relatado, toda essa variação na dinâmica da circulação, em curto espaço de tempo, pode afetar a estrutura trófica do sistema da ressurgência de Cabo Frio, caracterizando a

cadeia trófica da região como multívora devido a esta alternância de estrutura de microbiana para herbívora.

O fenômeno da ressurgência causa uma influência direta na composição das espécies. A biota marinha se enriquece com a presença de espécies indicadoras de água fria, que favorece a migração para a superfície de organismos normalmente encontrados em profundidade, como a lula, importante recurso pesqueiro da região. Em águas mais quentes, são observadas grande quantidade de medusas e salpas que ajudam a na alimentação de tartarugas e peixes locais.

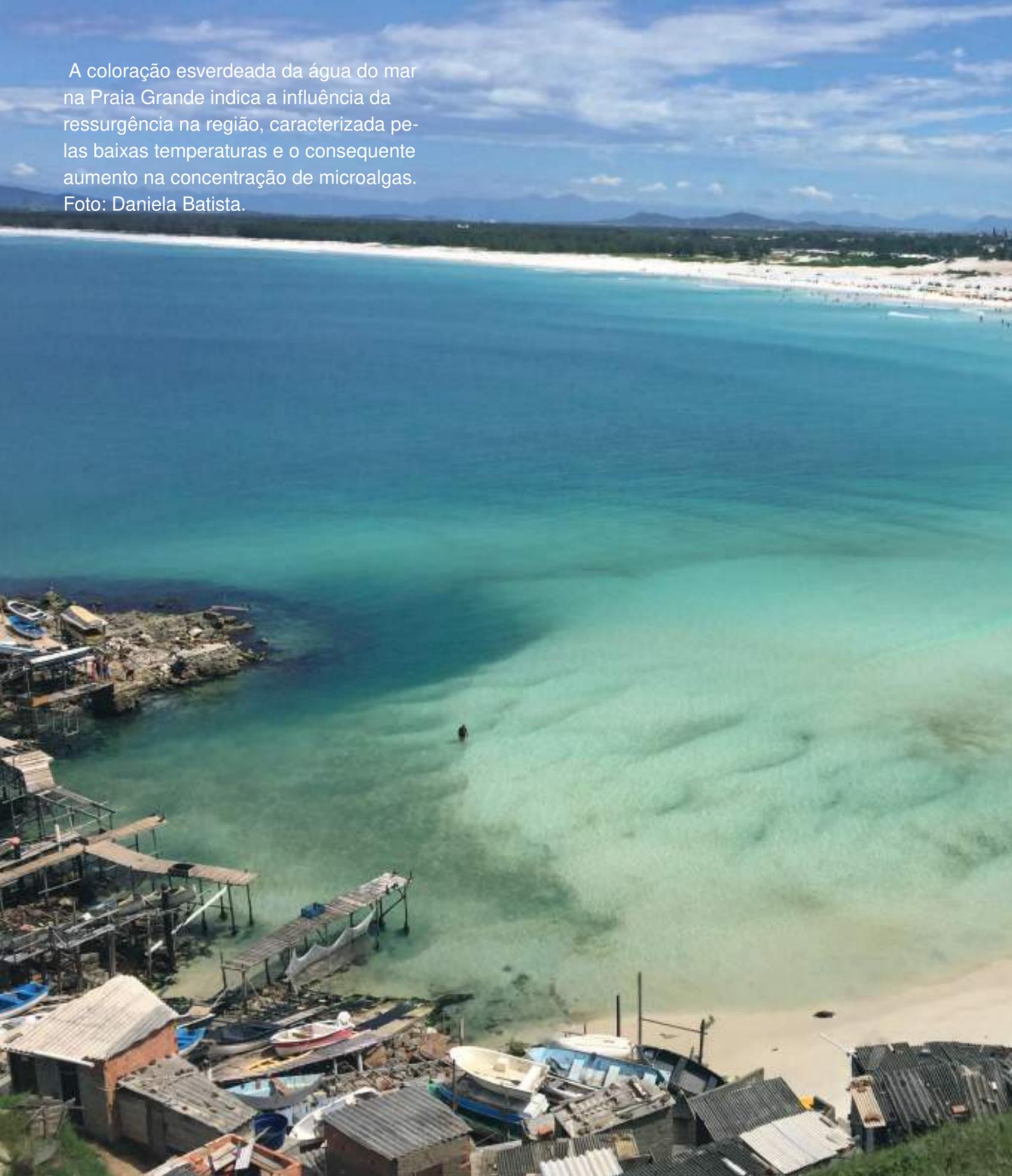
A ocorrência da lula *Loligo vulgaris* no litoral de Arraial do Cabo atrai muitos turistas durante o “Festival da Lula” realizado sempre em abril na cidade.



Medusa *Chrysaora sp* no Saco dos Ingleses, lado de fora da Ilha de Cabo Frio, sob influência direta da ressurgência.



A coloração esverdeada da água do mar na Praia Grande indica a influência da ressurgência na região, caracterizada pelas baixas temperaturas e o consequente aumento na concentração de microalgas. Foto: Daniela Batista.



## Referências Bibliográficas

- CASTRO FILHO, Belmiro Mendes de. Correntes e massas de água da plataforma continental norte de São Paulo. 1997. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- YKEDA Y., Miranda, L.B., Rock, N.J. Observations on stages of upwelling in the region of Cabo Frio (Brazil) as conducted by continuous surface temperature and salinity measurements. *Bolm Inst. Oceanogr. São Paulo*, 23:33-46, 1974.
- EMILSSON, I. The shelf and coastal waters off southern Brazil. *Bolm, Inst. Oceanogr.* 11:101-112, 1961.
- ALLARD, P. Anomalies in seawater temperatures observed at Cabo Frio in Brazil. *Bull. Inf. Com. Oceanogr. Côtes study*, 7(2):58-63. 1995.
- RODRIGUES, R.R, Lorenzetti, J.A. A numerical study of the effects of bottom topography and coastline geometry on the Southeastern Brazilian coastal upwelling. *Cont. Shelf. Res.* 21:371-394, 2001.
- CALADO, L., Silveira, I.C.A, Castro, B.M. Eddy-induced upwelling off Cape São Tomé, 22°S, Brazil. *Cont. Shelf, Res.* 30:1181-1188. 2010.
- SILVEIRA, I.C.A, Schmidt, A., Campos, E.J.D., Godoi, S.S., Ikeda, Y. A Corrente do Brasil ao largo da Costa Leste Brasileira. *Rev. Bras. Oceanogr.* 48(2):171-183. 2000.
- CASTRO FILHO, B.M, Miranda, L.B. Physical oceanography of the Western Atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S. Coastal segment 4, W. In: ROBINSON A. R.; BRINK K. H. (Ed.). *The Sea*. New York: J. Wiley & Sons, 11: 209-251. 1998.
- RIBEIRO, F.N.D, Soares, J., Oliveira, A.P. The co-influence of the sea breeze and the coastal upwelling at Cabo Frio: a numerical investigation using coupled models. *Braz. J. Oceanogr.* 59(2): 2011.
- PALÓCZY, A., Silveira, I. C. A, Castro, B. M., Calado, L. Coastal upwelling off Cape São Tomé (22°S, Brazil): The supporting role of deep ocean processes. *Cont. Shelf Res.*, 89:38-50. 2014.



# Capítulo 2

## Caracterização ecológica dos ambientes de substrato consolidado

Luciana V. R. de Messano, José Eduardo A.  
Gonçalves, Carlos Eduardo L. Ferreira  
& Ricardo Coutinho

## Características gerais

A região costeira de Arraial do Cabo é constituída por costões rochosos entrecortados por praias arenosas com diferentes extensões, e uma batimetria que pode variar de 2 a 45 metros de profundidade. Próximos à Prainha e em frente a Praia do Farol são encontradas ainda, formações consolidadas areníticas que ocorrem desde a região do entremarés até aproximadamente 4 metros de profundidade. Arraial do Cabo pode ser dividida em três principais áreas de costões rochosos, com formações topográficas, condições oceanográficas e meteorológicas (regime de ventos) distintas, influenciando diretamente na diversidade marinha de cada local. Enquanto os costões localizados na Baía do Arraial do Cabo são mais abrigados, os localizados na direção nordeste e leste são influenciados diretamente pelos ventos predominantes da região que ocorrem na maior parte do ano,

enquanto que aqueles localizados no lado exposto às ondulações de sul recebem alto batimento das ondas e estão expostos diretamente ao fenômeno de ressurgência (subida de correntes frias de alta profundidade). A falta de aporte de grandes rios nas proximidades da costa faz com que a fauna e flora local sejam tipicamente marinhas. Neste capítulo descreveremos os diferentes tipos de ambientes consolidados e seus principais organismos, e de que forma os eventos geológicos e oceanográficos influenciam a distribuição das espécies marinhas locais.

### Costões Rochosos: Definição e características gerais

Costões rochosos são afloramentos de rochas cristalinas na linha do mar, sujeitos à ação de ondas, marés, correntes e ventos. Devido à ação desses fatores, os costões podem apresentar diferentes



Blocos de rochas fragmentadas ou matacões que são característicos de algumas áreas abrigadas de Arraial do Cabo.



Grandes paredões contínuos verticais característicos do lado externo da Ilha do Cabo Frio.

configurações como matacões ou blocos de rochas fragmentadas de diferentes tamanhos, além de costões verdadeiros que formam paredões contínuos tal como se observa na região de Arraial do Cabo.

Os costões rochosos são importantes ecossistemas costeiros marinhos, que abrigam sistemas dinâmicos de grande importância econômica e ecológica, pois comportam uma rica e complexa comuni-

dade de espécies bentônicas que vivem associadas aos diferentes substratos. Vários grupos de organismos podem ser encontrados fixos ou associados aos substratos, tais como as algas (Chlorophyta, Heterokontophyta e Rodophyta); esponjas (Porifera); hidrozoários, anêmonas e corais (Cnidaria); bivalves e gastrópodes (Mollusca); poliquetos (Annelida); cracas e caranguejos (Crustacea), ouriços, estrelas do



Ambiente típico do infralitoral de um costão rochoso da parte interna da Baía do Arraial do Cabo.

mar e crinóides (Echinodermata), além de briozoários (Ectoprocta) e ascídias (Urochordata: Ascidiacea) (Coutinho & Zalmon, 2009).

Estes ecossistemas apresentam uma alta produtividade e uma diversidade de espécies com adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais mais variados tipos de estresse (batimento de ondas, altas temperaturas, dessecação, competição

por espaço e outros recursos, herbivoria e predação), uma vez que o hábito sésil não permite a busca por ambientes mais favoráveis, nem a fuga de predadores. Além disso, uma rica e diversa fauna associada pode ser encontrada (ex: anfípodas e isópodas); assim como diversos epibiontes (ex: hidrozoários, briozoários, macro e microalgas) podem ser observados crescendo sobre as espécies sésseis, que atuam



Competição por espaço é um dos fatores que determina a distribuição das espécies nos costões rochosos.

como substrato, abrigo, refúgio e local de reprodução para diversos organismos, como peixes e invertebrados (ex: crustáceos e moluscos).

A ocupação dos principais organismos nos costões rochosos não ocorre aleatoriamente: as espécies se assentam em faixas distintas normalmente perpendiculares à linha d'água. Estas faixas são formadas a partir das habilidades adaptativas dos orga-

nismos, relacionadas aos fatores abióticos (marés - regime de imersão/emersão, temperatura e dessecação), e fatores bióticos (diversos níveis de interações biológicas e processos de recrutamento). Três zonas principais são reconhecidas: (1) Supralitoral - que recebe apenas os borrifos das ondas e marés excepcionalmente altas; (2) Mediolitoral - área sob ação direta das marés, onde a flora e a fauna estão sujeitas



a períodos alternados de total imersão ou emersão e à variação diária da temperatura; (3) Infralitoral – área permanentemente submersa, cuja porção superior só fica emersa em marés excepcionalmente baixas.

## Costões rochosos abrigados da Baía do Arraial do Cabo

A grande área marinha abrigada de Arraial do Cabo (chamada de Baía do Arraial do Cabo) é protegida dos ventos principalmente pela Ilha do Cabo Frio e, ao norte, pela Ilha dos Porcos. Nesta baía, podemos encontrar costões rochosos com profundidades

máximas variando de 2 a 12m com baixa declividade (Paixão et al., 2013) e formados por inúmeros rochedos de diferentes tamanhos, o que proporciona alta complexidade estrutural. Estas características da área proporcionam excelentes condições para o desenvolvimento de espécies com afinidades tropicais, já que há uma entrada de massa d'água quente costeira (Candella, 2009) que banha esses costões rochosos. A alta luminosidade que penetra na coluna d'água, favorecida pelo pouco sedimento em suspensão propicia também um grande crescimento de macroalgas, principalmente nos períodos de ressurgência durante a primavera e o verão (Ferreira et al., 2001).

A Baía do Arraial do Cabo, que apresenta águas mais quentes e baixas profundidades, quando comparada ao lado externo.

Foto: Luis Constantino.



Zoneamento da fauna marinha em um costão rochoso abrigado na Praia do Forno. O limite superior é caracterizado pela ocorrência de cracas e o início do infralitoral dominado pelo coral “baba de boi” *Palythoa caribaeorum*.



A distribuição vertical dos organismos dominantes que ocorrem nos costões rochosos da Baía do Arraial do Cabo é bastante característica (Yoneshigue, 1985; Coutinho & Zalmon, 2009; Siviero, 2010), como relatado a seguir:

## Supralitoral

São observadas principalmente algumas espécies de cianofíceas (ex: *Entophysalis granulosa*, *Gloeocapsopsis magma* e espécies do gênero *Phormidium*), o molusco gastrópode *Echinolittorina lineolata* e o crustáceo isópode *Ligia* exótica.

## Mediolitoral Superior

Faixa dominada por cracas da espécie *Chthamalus bisinuatus* e pelo molusco bivalve *Mytilaster solesianus*. Também podem ser encontradas algas verdes do gênero *Ulva*, pardas crostosas (gênero *Ralfsia*) e filamentosas (Ordem Ectocarpales), além de gastrópodes dos gêneros *Lottia* e *Fissurella*.

## Mediolitoral Inferior

Na parte superior desta faixa, ocorre uma alta densidade de cracas da espécie *Tetraclita stalactifera*, seguida por uma faixa limítrofe com o início do infralitoral dominada por espécies do gênero *Megabalanus*. As macroalgas ocorrem com maior diversidade e abundância nesta faixa, dominadas pelas espécies *Levringia brasiliensis*, *Chnoospora minima*, *Colpomenia sinuosa*, *Gelidium pusillum*, *Centroceras clavulatum* e espécies dos gêneros *Hypnea* e *Laurencia*, além de calcárias articuladas (dos gêneros *Amphiroa* e *Jania*) e por *Sargassum* sp. Esporadicamente, durante os períodos de marés muito baixas, as macroalgas podem ficar emersas e sujeitas à dessecação. Pode-se observar também nesta faixa gastrópodes das espécies *Stramonita brasiliensis*, *Morula nodulosa* e o nudibrânquio *Felimare lajensis*; além de ouriços (*Echinometra lucunter*), anêmonas (*Bunodosoma caissarum*) e caranguejos (*Pachygrapsus transversus*), entre outros.

O regime de marés diário faz com que os organismos passem por períodos imersos (maré alta) e emersos (maré baixa).



## Infralitoral

Os costões da Baía do Arraial do Cabo são rasos e, com isso, não apresentam uma clara zonação vertical de organismos. De uma forma geral, observam-se manchas formadas por algumas espécies que dominam o ambiente, como tufos de algas filamentosas (principalmente das Ordens Ceramiales e Gelidiales), que se entrelaçam às calcárias articuladas. Em relação à fauna, são observados uma alta abundância do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* e, em menor escala, do hidrocoral *Millepora alcicornis* (Ferreira et al., 2001). O substrato destes costões é também recoberto por diferentes espécies de hidrozoários, esponjas, anêmonas, briozoários, ascídias solitárias e coloniais, outras espécies de corais pétreos, além de moluscos e equinodermas. Em algumas enseadas

mais abrigadas, na franja limítrofe inferior dos costões rochosos é comum a presença de bancos do coral *Phyllogorgia dilatata*. Entre a primavera e o verão, a maior incidência luminosa e o aporte de nutrientes carregados pela ressurgência favorecem o crescimento das macroalgas do gênero *Sargassum* que formam bancos contínuos pelos costões de Arraial do Cabo. Durante o outono e inverno outras espécies de macroalgas podem ser observadas como as do gênero *Dictyota* e *Spyridia*.

Apesar de não ser observado um padrão vertical de distribuição dos organismos, é evidente que algumas espécies apresentam maior abundância em determinadas profundidades. No início do Infralitoral é comum observar grandes agrupamentos do ouriço *Echinometra lucunter* junto às espécies de algas calcárias incrustantes. Entre as manchas de algas calcá-

Macroalgas no limite superior do infralitoral em um costão rochoso abrigado de Arraial do Cabo.



Agrupamentos do ouriço *Echinometra lucunter* junto às espécies de algas calcárias nos matacões da Enseada dos Cardeiros.

rias articuladas, também podem ser encontrados outros ouriços, principalmente da espécie *Paracentrotus gaimardi* e a macroalga clorófita *Codium intertextum*.

## O “Oásis Coralíneo”

A partir de alguns metros de profundidade até a franja com a areia, corais pétreos das espécies *Siderastrea stellata* e *Mussismilia hispida* ocupam o substrato ainda disponível e são um dos principais destaques biológicos dos costões rochosos da Baía do Arraial do Cabo. Em 1969, Jacques Laborel, biólogo marinho francês, descrevendo os resultados de uma expedição ao longo de toda a costa brasileira, considerou a Baía do Arraial do Cabo o “oásis coralíneo” da costa Sudeste-Sul do Brasil. Altas densidades

dos corais *M. hispida*, *S. stellata* e também *Porites branneri*, podiam ser observadas entre 2 e 8 metros de profundidade apenas nesta área, acompanhados por *Palythoa caribaeorum*, *Millepora alcicornis* e *Phyllogorgia dilatata*, que são abordados em detalhes no capítulo 6 do livro. Um dos principais motivos para que esta Baía tenha proporcionado um ambiente altamente favorável para o crescimento de corais pode estar correlacionada ao desenvolvimento de um cordão arenoso, que se formou há 3 mil anos atrás, ligando as Prainhas do Pontal com a Ilha do Cabo Frio (Castro et al., 2014). Esta antiga barreira pode ter propiciado um ambiente marinho protegido, com temperaturas acima de 25°C, raso e com alta luminosidade, fatores que favorecem o crescimento dos corais.

Arraial do Cabo é considerado o limite sul da maioria das espécies de corais da costa brasileira, o



O “coral de fogo” *Millepora alcicornis* (foto à esquerda); além de *S. stellata* e *M. hispida* (foto à direita), também são comuns na região.

Na franja do infralitoral com o fundo arenoso das enseadas abrigadas é comum a ocorrência do coral *Phyllogorgia dilatata*.



que aumenta a importância da proteção ambiental na região (Castro et al., 1995). Entretanto, como destacado por Rogers et al. (2014), a densidade populacional de corais foi reduzida em comparação com décadas passadas. Os impactos que causaram a diminuição da abundância dos corais na Baía do Arraial do Cabo serão detalhados no capítulo 14 e incluem a exploração dos corais para aquarofilia, trânsito de embarcações e turismo desordenado (Gasparini et al., 2005).

## Costões rochosos expostos aos ventos Nordeste e Leste

A região ao norte de Arraial do Cabo apresenta enseadas cuja principal característica é a exposição às ondas de superfície formadas pelos ventos Nordeste/Leste. As principais são a Enseada do Cherne (composta apenas por costões rochosos) e as enseadas da Prainha e do Pontal, constituídas por praias cercadas

A Enseada do Cherne é composta apenas por costões rochosos.  
Foto: Luis Constantino.



Nestes ambientes mais batidos existe uma maior densidade do bivalve *Perna perna* entre a faixa inferior da região entre marés e o início do infralitoral.

de costões rochosos, porém costões dentro da Baía do Arraial do Cabo, como a Ponta da Fortaleza e o lado direito da Enseada dos Anjos também são expostos à estas condições hidrodinâmicas.

A constante exposição às ondas resulta em uma maior oxigenação e circulação de matéria orgânica, essenciais para o crescimento de determinadas espécies. Por exemplo, nestes ambientes existe maior densidade do bivalve *Perna perna* entre a faixa inferior da região entremarés e o início do infralitoral, que são frequentemente retirados por extrativistas locais.

No infralitoral, ocorre uma menor densidade de corais pétreos e um aumento de algas filamentosas de diferentes espécies, que são a base alimentar das diferentes espécies de ouriços. Nos costões rochosos que cercam a Prainha, por exemplo é comum observar uma alta densidade do ouriço *Echinometra lucunter* se alimentando destas algas, abrindo espaço para o

recrutamento de outras espécies de diferentes grupos taxonômicos. Durante a primavera e o verão, assim como nos costões abrigados, o médiolitoral e o infralitoral são recobertos por espécies da macroalga do gênero *Sargassum*. Na Prainha também é possível observar na interface do costão rochoso com a areia, bancos do coral *Phyllogorgia dilatatae* altas densidades da espécie de porífero *Dysidea robusta*, esponja de grande porte que é encontrada em Arraial do Cabo.

## Costões rochosos externos e expostos à ressurgência

Os costões externos da Ilha do Cabo Frio e da área costeira voltada para o quadrante sudoeste são, em sua maioria, bastante extensos e inclinados, com rochas de diferentes tamanhos. A profundidade máxima pode atingir mais de 40m em alguns pontos,



Esponja *Dysidea robusta* encontrada nos costões da Prainha em Arraial do Cabo.  
Foto: Fabián Messano



Face externa Pontal do Atalaia e Ponta da Cabeça onde os costões ficam expostos às ondulações sudoeste (fotos acima), em contraste com os períodos de ressurgência (fotos abaixo).  
Fotos: José Eduardo A. Gonçalves.





Vista aérea dos paredões externos da Ilha de Cabo Frio  
Foto: Fernando Moraes.



Paredões rochosos da Enseada dos Ingleses,  
característicos da face externa da Ilha do Cabo Frio.

propiciando uma grande área disponível para o desenvolvimento das espécies bentônicas, bem superior à encontrada na parte interna da Baía do Arraial do Cabo (Rodrigues & Lorenzetti, 2001). Em relação à zonação vertical das espécies dominantes, a região do entremarés possui uma ocupação de organismos muito mais extensa do que as dos costões da parte interna da Baía, devido ao alto batimento de ondas com as sucessivas entradas de frentes frias durante o outono e inverno, propiciando um maior espalhamento da água pelo costão, e trazendo maior disponibilidade de alimento para as espécies que habitam as partes superiores do médio litoral.

Além dos organismos que normalmente são observados nos costões dentro da Baía do Arraial do Cabo, outras espécies de macroalgas como *Pterocladia capillacea*, *Jania sagittata* e *Arthrocardia flabellata* podem ser encontradas em altas densidades na faixa que se estende em direção ao infralitoral

(Yoneshigue, 1985, Guimaraens & Coutinho, 1996; Villaça et al., 2008). Um aspecto importante descrito para as comunidades bentônicas da região externa de Arraial do Cabo é a presença de espécies com afinidades subtropicais e temperadas. Isto se deve ao fenômeno da ressurgência entre a primavera e o verão, que faz da região um “enclave” temperado em uma zona tropical (Yoneshigue, 1985). Brasileiro et al. (2009) cita para Arraial do Cabo a ocorrência de algas típicas de regiões temperadas como *Kuckuckia spinosa*, *Pyropia leucosticta* e *Gonimophyllum africanum*. Guimaraens & Coutinho (1996) também citam espécies com afinidades temperadas como *Petalonia binghamiae*, *Petalonia fascia*, *Porphyra pujalsiae* e *Polysiphonia decussata* na região do entre marés destes costões rochosos.

O infralitoral apresenta em sua parte superior grandes faixas horizontais da macroalga *Pterocladia capillacea* e do bivalve *Perna perna*. A partir de 3 me-

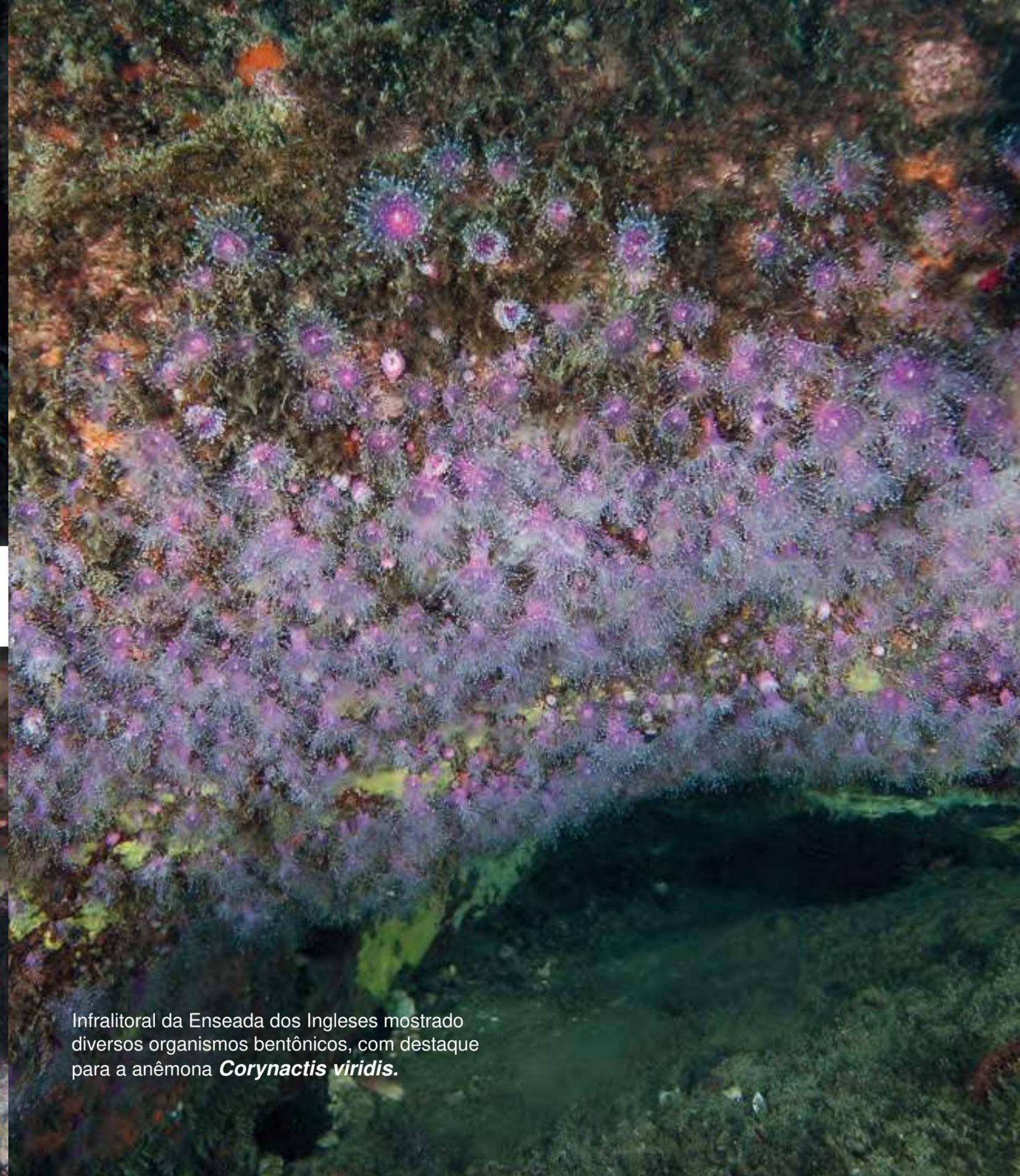
Grandes densidades de *Pterocladia capillacea* nos costões externos da Ilha de Cabo Frio





Ouriços *Paracentrotus gaimardi* (mais claros) e *Arbacia lixula* na Ilha dos Franceses.

Matacões recobertos pela macroalga *Lobophora variegata*.



Infralitoral da Enseada dos Ingleses mostrado diversos organismos bentônicos, com destaque para a anêmona *Corynactis viridis*.



Cnidários *Leptogorgia violacea* e *L. punicea* característicos dos costões expostos à ressurgência no costão da Camarinha.  
Foto: Fernando Moraes

tros de profundidade é comum encontrarmos macroalgas rodófitas da espécie *Plocamium brasiliense*, da clorófita *Codium spongiosum* e dos ouriços *Paracentrotus gaimardi* e *Arbacia lixula* (Cordeiro et al., 2014). Na primavera e verão, os costões são recobertos por grandes bancos das macroalgas pardas do gênero *Sargassum* e da clorófita *Codium decortiatum*. Nas áreas mais próximas ao fundo arenoso é comum encontrarmos também a alga *Lobophora variegata*, com forma discóide achatada e coloração marrom alaranjada (Villaça et al., 2008).

Com relação a outros organismos típicos do infralitoral desta região, também é notória a mudança

abrupta que ocorre na fauna coralínea, com a presença dos octocorais *Leptogorgia violacea* e *L. punicea* ocorrendo apenas em costões da face externa da Ilha de Cabo Frio (Laborel, 1969). Castro et al. (1995) registraram ainda a presença da anêmona *Corynactis viridis*, ausente em áreas tropicais, e encontrada no Brasil apenas em Arraial do Cabo, nos costões sob influência das águas frias.

## Recifes de arenito

As formações areníticas são afloramentos geológicos normalmente formados por grãos quartzosos



Recifes de arenito localizado ao largo da Praia do Farol, na Ilha do Cabo Frio com crescimento de *Sargassum furcatum*. Foto: Acervo IEAPM.

consolidados por cimento carbonático. Em Arraial do Cabo há duas áreas com essas formações: na Praia do Farol, localizada na Ilha do Cabo Frio; e no início do Infralitoral ao longo da linha de costa da Prainha. No arenito da Ilha do Cabo Frio, sua origem é principalmente carbonática, com a formação posicionada de forma oblíqua à linha de praia e se estendendo desde a linha d'água até 5 metros de profundidade. Somadas as suas porções emersas e submersas, atingem, aproximadamente, 400 metros de extensão em uma direção NE/ SW e 200 metros de largura máxima (Savi et al., 2005).

As espécies mais comuns próximas à linha da maré na formação arenítica são as cracas *Chthama-*

*lus bisinuatus*, bivalves da espécie *Mytilaster solesianus* e algas do gênero *Ulva*. Na parte submersa, a biodiversidade é muito maior, com a presença de inúmeras espécies de esponjas, hidrozoários, briozoários, algas calcárias articuladas e filamentosas, entre outros organismos. Durante a primavera e o verão, assim como ocorre nos costões rochosos, o arenito é recoberto por um extenso banco sazonal da macroalga *Sargassum furcatum* (Gonçalves, 1999). Devido à grande biomassa e tamanho que estas algas podem atingir durante os meses em que ocorrem, ela é utilizada por diversos outros organismos, como invertebrados, algas menores e peixes recrutas, como local de fixação, abrigo ou alimentação (Ornellas &



Coutinho, 1998; Godoy & Coutinho, 2002; Nogueira-Júnior, 1999 e 2004; e Messano & Coutinho, 2006).

Na Prainha são observadas cinco formações areníticas principais com diferentes tamanhos, posicionadas de forma paralela à praia, em profundidades que variam entre 1 e 5 metros. Devido ao posicionamento frontal da praia em relação aos ventos predominantes do quadrante leste/nordeste, essas formações são constantemente assoreadas. Este fator faz com que a biodiversidade seja bem menor do que a observada nas formações areníticas submersas da Ilha do Cabo Frio. Na Prainha, a maioria dos arenitos apresentam pequenas macroalgas filamentosas, além das espécies *Padina gymnospora*, *Colpomenia sinuosa* e *Canistrocarpus cervicornis*. Em relação à fauna, é possível observar algumas esponjas e gastrópodes vermetídeos, além de ouriços da

espécie *Lytechinus variegatus*. Na formação arenítica localizada no costão rochoso à esquerda da Prainha, há alguns anos era possível observar um banco de macroalga da espécie *Sargassum vulgare* (Muniz et al., 2003). A macroalga, porém, não tem ocorrido em altas densidades como anteriormente, provavelmente devido ao constante arrasto de pesca de praia sobre este arenito (Abud, 2011).

A região costeira de Arraial do Cabo possui características únicas em relação ao restante do litoral sul do Atlântico Ocidental, abrigando espécies com afinidades tropicais, subtropicais e temperadas em áreas muito próximas. Nos próximos capítulos serão apresentados os principais grupos marinhos bentônicos de substrato consolidado, suas características morfológicas, além de aspectos relacionados a ecologia e conservação deste importante ambiente marinho do litoral brasileiro.

Costão rochoso localizado no canto direito da Prainha de Arraial do Cabo.

Foto: Fabián Messano



Parte do arenito submerso em frente à praia do Farol, na Ilha do Cabo Frio, mostrando uma situação durante o outono/inverno (foto acima); e outra durante a primavera/verão quando o mesmo se encontra recoberto por um banco de *Sargassum furcatum*.

## Referências Bibliográficas

- Abud, F. A. S. (2011). Acompanhamento de um banco de *Sargassum* C. Agardh (Ochrophyta) na Prainha, Arraial do Cabo, RJ.. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Biologia Marinha) - Faculdades Integradas Maria Thereza, 65 pp.
- Candella, R. N. (2009). Meteorologically induced strong seiches observed at Arraial do Cabo, RJ, Brazil. *Physics and Chemistry of the Earth*, 34: 989–997.
- Castro, C. B.; Echeverría, C. A.; Pires, D. O.; Mascarenhas, B. J. A. & Freitas, S. G. (1995). Distribuição de Cnidaria e Echinodermata no infralitoral de costões rochosos de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 55 (3): 471–480.
- Castro, J. W. A.; Suguio, K.; Seoane, J. C. S.; Da Cunha, A. M. & Dias, F. F. (2014). Sea-level fluctuations and coastal evolution in the state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Geociências*, 86 (2): 671–683.
- Cordeiro, C. A. M. M.; Harborne, A. R. & Ferreira, C. E. L. (2014). Patterns of distribution and composition of sea urchin assemblages on Brazilian subtropical rocky reefs. *Marine Biology*, 161: 2221-2232.
- Coutinho, R. & Zalmon, I. R. (2009). O bentos de costões rochosos. In: Renato Crespo Pereira; Abílio Soares-Gomes. (Org.). *Biologia Marinha*. 2ªed. Rio de Janeiro: Interciências, v. 1, 281–297.
- Ferreira, C. E. L.; Gonçalves, J. E. A. & Coutinho, R. (2001). Community structure of fishes and habitat complexity on a tropical rocky shore. *Environmental Biology of Fishes*. 61: 353–369.
- Gasparini, J. L.; Floeter, S. R.; Ferreira, C. E. L.; Sazima, I. (2005). Marine Ornamental Trade in Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 14: 2883-2899.
- Godoy, E. & Coutinho, R. (2002). Can artificial seaweeds of plastic mimics compensate for seasonal absence of natural beds of *Sargassum furcatum*. *Journal of Marine Science*, 59: 111-115
- Guimaraens M. A. & Coutinho, R. (1996). Spatial and temporal variation of benthic marine algae at the Cabo Frio upwelling region, Rio de Janeiro, Brazil. *Aquatic Botany*, 52: 283–299.
- Gonçalves, J. E. A. (1999). Influência da temperatura, luz e nutrientes (N e P) na dinâmica populacional de *Sargassum furcatum* Kuetzing (Phaeophyta: Fucales) na Ilha e Cabo Frio, Arraial do Cabo, RJ. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. 66 pp.
- Laborel J. 1969. Les peuplements de madreporaires des cotes tropicales du Bresil. *Annales de l'Universite d'Abidjan (Series E)*: 1–260.
- Messano, L. V. R. & Coutinho, R (2006). Variação temporal da comunidade de macroalgas epífitas em *Sargassum furcatum* Kützing (Phaeophyta: Fucales) da Ilha de Cabo Frio, Arraial do Cabo, RJ. In: I Congresso Brasileiro de Biologia Marinha, Niterói. Anais do I Congresso Brasileiro de Biologia Marinha.
- Muniz, R. A.; Gonçalves, J. E. A. & Szechy, M. T. M. (2003). Variação temporal das macroalgas epífitas em *Sargassum vulgare* C. Agardh (Phaeophyta, Fucales) da Prainha, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia*, 58 (1): 13–24.
- Nogueira-Junior, J. D. (1999). Efeito da arquitetura do “habitat” na sazonalidade da macrofauna móvel associada a *Sargassum furcatum* Kuetzing (Phaeophyta: Fucales) na ilha de Cabo Frio, Arraial do Cabo, RJ. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. 96 pp.
- Nogueira-Junior, J. D. (2004). *Estudo das interações físicas e biológicas na estruturação do fital de Sargassum furcatum na ilha de Cabo Frio*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ. 141 pp.
- Ornellas, A. B. & Coutinho, R. (1998). Spatial and temporal patterns of distribution and abundance of a tropical fish assemblage in a seasonal *Sargassum* bed, Cabo Frio, Brazil. *Journal of Fish Biology*, 53: 220-231
- Paixão, S. V.; Castro, B. M. & Junior, S. B. S. (2013). Estudo de caso de duas condições hidrográficas em Arraial do Cabo com ventos predominantes de sudoeste e nordeste. *Revista Pesquisa Naval, Brasília*, 25: 2–11.
- Rodrigues, R. R. & Lorenzetti, J. A. (2001). A numerical study of the effects of bottom topography and coastline geometry on the Southeast Brazilian coastal upwelling. *Continental Shelf Research*, 21: 371–394.
- Rogers, R.; Correal, G. O.; Oliveira, T. C.; Carvalho, L. L.; Pinto, P. M. D.; Barbosa, J. E. F.; Chequer, L. P. T.; Domingos, T. F. S.; Jandre, K. A.; Leão, L. S. D.; Moura, L. A.; Occhioni, G. E.; Oliveira, V. M.; Silva, E. S.; Cardoso, A. M.; Costa, A. C.; Ferreira, C. E. L. (2014) . Coral health rapid assessment in marginal reef sites. *Marine Biology Research*, 10: 612-624.
- Savi, D C.; Tenório, M. C.; Calippo, F. R.; Toledo, F. A. L.; Gonzalez, M. M. B. ; Afonso, M. C. (2005). Beachrock e o Sambaqui da Ilha do Cabo Frio. In: Anais do X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, São Paulo, 10: p 29.
- Siviero, F. N. (2010). *Influência dos fatores bióticos e abióticos na distribuição de cirripedes da zona entre-marés: Uso de sensores e implicações das mudanças climáticas na estrutura da comunidade*. Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. 186 pp.
- Villaça, R.; Yoneshigue-Valentin, Y. & Boudouresque, C. F. (2008). Estrutura da comunidade de macroalgas do infralitoral do lado exposto da ilha de Cabo Frio (Arraial do Cabo, RJ). *Oecologia Brasiliensis*, 12 (2): 206–211.
- Yoneshigue, Y. (1985). *Taxonomie et Ecologie des Algues Marines dans la Region de Cabo Frio (Rio de Janeiro-Brésil)*. Tese de Doutorado. Université de la Mediterranée - Aix - Marseille II, France. 466 pp.



## Capítulo 3

### Mergulho como ferramenta de pesquisa

Bruno P. Masi, Alexandre D. Kassuga,  
Luciana Altvater, Daniela Batista  
& Luciana V. Granthom-Costa

Foto: Emilio Nicolás S. Romero

O mergulho tem sido uma ferramenta essencial em estudos sobre o ambiente marinho, possibilitando a observação de padrões e processos ecológicos de forma não-destrutiva. A invenção do equipamento SCUBA, acrônimo de **Self-Contained Underwater Breathing Apparatus**, permitiu aos mergulhadores uma maior liberdade ao explorarem o mar, sem necessidade de estarem ligados a um equipamento para fornecimento de ar na superfície.

Em 1943, Jacques-Yves Cousteau e Emile Gagnan criaram o sistema SCUBA de circuito aberto por demanda, conhecido como *Aqua-Lung*. O sistema criado por Cousteau e Gagnan consistia num regulador de demanda ligado a um cilindro de ar comprimido. Essa modificação é considerada um marco no mergulho recreativo, pois possibilitou um aumento significativo no tempo de submersão de cada mergulho.

Na década de 1960, surgiram as principais agências certificadoras de mergulho recreativo que padronizaram os programas de treinamento, fazendo desta uma atividade ainda mais segura e acessível ao público em geral. A procura por equipamentos aumentou e houve uma forte demanda para o desenvolvimento de novas tecnologias que atendessem às expectativas dos mergulhadores. Em alguns países do mundo, a atividade de mergulho realizada por cientistas é regulamentada e chamada de mergulho científico. No Brasil, essa atividade ainda não possui regulamentação. Neste livro utilizamos o termo “Mergulho como ferramenta de pesquisa” para definir a utilização da atividade de mergulho recreativo com o propósito de adquirir dados científicos provenientes de ambientes subaquáticos, em conformidade com os padrões internacionais

Pesquisador utilizando o equipamento SCUBA para coleta de dados biológicos.



Aspecto geral dos costões rochosos na Baía de Arraial do Cabo (lado de dentro).

determinados por agências certificadoras. Este capítulo traz uma visão geral sobre os aspectos importantes a serem considerados na utilização do Mergulho como ferramenta de pesquisa e exemplifica procedimentos levando em conta as expedições efetivadas para a realização deste livro.

## As diferentes condições de mergulho

A região de Arraial do Cabo oferece condições favoráveis às diversas modalidades de mergulhos já que as condições ambientais, a complexidade topográfica e a profundidade variam entre os pontos.

A temperatura e a visibilidade podem também variar ao longo do tempo, devido principalmente à ocorrência do fenômeno da ressurgência, que consiste do afloramento em águas superficiais. Assim, ao definir a área de estudo, os pesquisadores devem obter o máximo de informações sobre as condições ambientais do local de estudo. O entendimento dos riscos e implicações do mergulho não só aperfeiçoa a capacidade do pesquisador mergulhador em campo, como também auxilia no desenvolvimento e no posicionamento de seus artefatos, fazendo escolhas melhores para obtenção dos dados e preservando sua integridade física.

Geralmente, os mergulhadores recreativos dividem Arraial do Cabo em duas regiões popularmente



Aspecto geral dos costões rochosos do lado de fora onde as condições oceanográficas apresentam características de ambientes subtropicais.

conhecidas como “lado de dentro” e “lado de fora” (ver descrição do ambiente capítulo 2). O lado de dentro é caracterizado por águas quentes, abrigadas e rasas que não ultrapassando 15 metros de profundidade. Pesquisadores com certificações de *Snorkeling*, apnéia (*Basic Free diving*) ou mergulho autônomo básico (*Open Water Diver*) encontram nesta região um ambiente confortável para a realização de suas pesquisas. No lado de fora, existem costões expostos à ação dos ventos, mais batidos com águas frias e com locais que alcançam até aproximadamente 60 metros de profundidade. Os pesquisadores que necessitam explorar esses ambientes mais profundos devem conciliar a combinação da certificação básica (*Open Water Diver*) e da certificação de especialista

em mergulho profundo (*Deep Diving*), que constitui o treinamento mínimo para que os mergulhadores atinjam os 40 metros de profundidade. A partir desta profundidade, os pesquisadores devem optar por programas de treinamento técnico recreativo de ampliação de limites chamado de *Extended Range* ou apenas *XR*). Estes programas também permitem ao pesquisador realizar descompressão em etapas, utilizar misturas de gases e penetrar em cavernas e fendas, ambientes que também ocorrem no lado de fora.

Informações sobre a complexidade topográfica são fundamentais para os realização de pesquisas científicas, principalmente no que se refere a escolha dos materiais e métodos determinados para a obtenção de dados biológicos. Em Arraial do Cabo, o

lado de fora exibe paredes rochosas verticais (*rocky wall*), enquanto que no lado de dentro o tamanho dos matacões (*boulders*) pode variar desde a superfície até a areia, formando diferentes ambientes principalmente com relação a quantidades de fendas. Substratos consolidados com diferentes graus de complexidade podem explicar as diferenças encontradas na riqueza e diversidade de espécies nas duas características ambientais encontradas em Arraial do Cabo.

A maioria dos mergulhadores reconhece que o estresse térmico é um fator de risco no mergulho, pois a água fria pode afetar tanto o desempenho cognitivo quanto o físico, impedindo o raciocínio, restringindo a atividade física normal e podendo levar à hipotermia. A temperatura da água do mar na Baía do Arraial do Cabo apresenta uma grande amplitude de variação devido ao fenômeno da ressurgência, que ocorre intensamente na primavera e verão. Na maior parte do ano, a água

do mar apresenta temperaturas em torno de 20 °C, permitindo aos cientistas desenvolverem suas atividades usando roupas úmidas de neoprene, geralmente com espessura de cinco milímetros, além da utilização de capuz e luva. Já no lado de fora da baía, a temperatura diminuiu drasticamente alcançando 11°C, o que exige a utilização de um sistema de proteção térmica apropriado. Neste caso, a roupa seca é recomendada, proporcionando conforto e segurança, na realização dos estudos, principalmente quando são necessárias imersões prolongadas. Para utilizar roupa seca, os mergulhadores precisam de um treinamento específico no qual irão obter a certificação de especialista em mergulho com roupa seca (*Dry Suit*). Vale ressaltar que a quantidade de proteção térmica vai depender das necessidades pessoais de cada mergulhador. Além do sistema total de mergulho, o pesquisador tem que lidar com artefatos que irá



Os pesquisadores mergulhadores com roupa seca (*dry suit*) para realizar amostragem em ambiente de temperaturas baixas.

utilizar para a obtenção dos dados pretendidos. Dentre os equipamentos utilizados na obtenção de dados estão: frascos e sacos plásticos, máquina fotográfica, frame, prancheta para anotações subaquáticas, lápis, trenas e correntes. Dependendo do objetivo do seu projeto de pesquisa outros equipamentos também podem ser requisitados. O manuseio de todos estes itens influencia no controle da flutuabilidade do mergulhador, habilidade importante principalmente no momento da obtenção

dos dados e que pode ser aperfeiçoada no curso de especialidade de flutuabilidade perfeita (*Perfect Buoyancy*). Um bom desempenho no controle de flutuabilidade é fundamental para a obtenção de dados com qualidade, para evitar dano ao ambiente marinho ou lesões ao mergulhador. É possível que uma resposta ambiental possa ser mascarada pelo dano causado pelo próprio pesquisador.

A visibilidade da água do mar em Arraial do Cabo pode variar de poucos metros a dezenas de metros,

dependente principalmente da intensidade de ventos e conseqüentemente do fenômeno da ressurgência. A restrição da visibilidade pode dificultar a coleta de dados dependendo dos objetivos da pesquisa e pode também prejudicar a comunicação entre os mergulhadores levando até mesmo à perda do dupla. O dimensionamento de unidades de amostragem, tais como, transectos e quadrados, métodos amplamente utilizados no ambiente marinho, deve ser realizado levando em conta uma variação de visibilidade de 5 a 30 metros. Por exemplo, no caso da amostragem por foto (método de fotoquadrado) é aconselhável que sejam incluídos tamanhos menores do que 50 cm de lado na região do Arraial do Cabo. Quanto menor a distância

focal, melhor é a qualidade da imagem. A iluminação artificial com *flash* ou lanterna é indicada na obtenção de imagens subaquáticas tendo em vista à diminuição das cores quentes que ocorre devido a absorção de luz pela coluna da água. Programas de treinamento em foto e vídeo (*Photo & Video*) fornecem informações importantes para garantir a qualidade das imagens e, conseqüentemente, a qualidade de dados científicos.

Existem ainda projetos de pesquisa que necessitam, por exemplo, quantificar e/ou monitorar o comportamento de espécies de hábito noturno, e sendo assim é obrigatório à aquisição da certificação para mergulho noturno ou visibilidade restrita (*Night Diving and Limited Visibility*).

Utilização do método de fotoquadrado na obtenção de dados biológicos da comunidade marinha e substrato natural. Foto: José Eduardo Arruda.



A alta visibilidade na Praia do Farol, campo de provas da Marinha do Brasil, Ilha de Cabo Frio.





Artefato experimental (mesa de concreto) utilizado para coleta de informações das relações ecológicas entre os organismos bentônicos da região. Detalhe para uma tela de exclusão utilizada em experimentos de predação embaixo da mesa.



Artefato experimental piramidal (placas de concreto) elaborado para pesquisas relacionando a composição de peixes recifais em diferentes estágios da comunidade bentônica em Arraial do Cabo.

## Expedições científicas em Arraial do Cabo

### *The Oxford Diving Expedition*

A primeira expedição científica em Arraial foi resultado de um convite realizado pelo Almirante Paulo de Castro Moreira da Silva, na época o Diretor do Instituto de Pesquisas da Marinha Brasileira (atual Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira - IEAPM), para uma equipe de pesquisadores da Universidade de Oxford da Inglaterra. Em 1977, o grupo de pesquisadores desembarcou em Arraial do Cabo a fim de avaliar os efeitos da ressurgência sobre os organismos bentônicos que ocorrem nos costões rochosos na região, utilizando o Mergulho como ferramenta de pesquisa. Nomeada *The Oxford Diving Expedition to Cabo Frio*, esta expedição foi considerada pioneira e um marco na pesquisa na região onde, pela primeira vez, foi registrada a ocorrência de organismos bentônicos, suas interações biológicas e o *status* da diversidade nos dois ambientes característicos de Arraial do Cabo, tropical e subtropical. A partir disso, o mergulho tem sido utilizado como ferramenta em diversas pesquisas desenvolvidas na região do Cabo Frio. Só com o apoio do IEAPM já foram desenvolvidas, por exemplo, mais de 200 teses e dissertações, até o presente momento.

Como a exemplo da primeira expedição citada acima, o mergulho autônomo foi fundamental para a aquisição de muitos dos dados apresentados neste livro. Para realizar as coletas, foi obrigatória a apresentação de certificação adequada, adquirida através de programas de treinamento de mergulho recreativo que são oferecidos em centros autorizados por meio de instrutores credenciados. Os centros de mergulho são filiados a agências certificadoras internacionais que estão disponíveis ao público em geral.

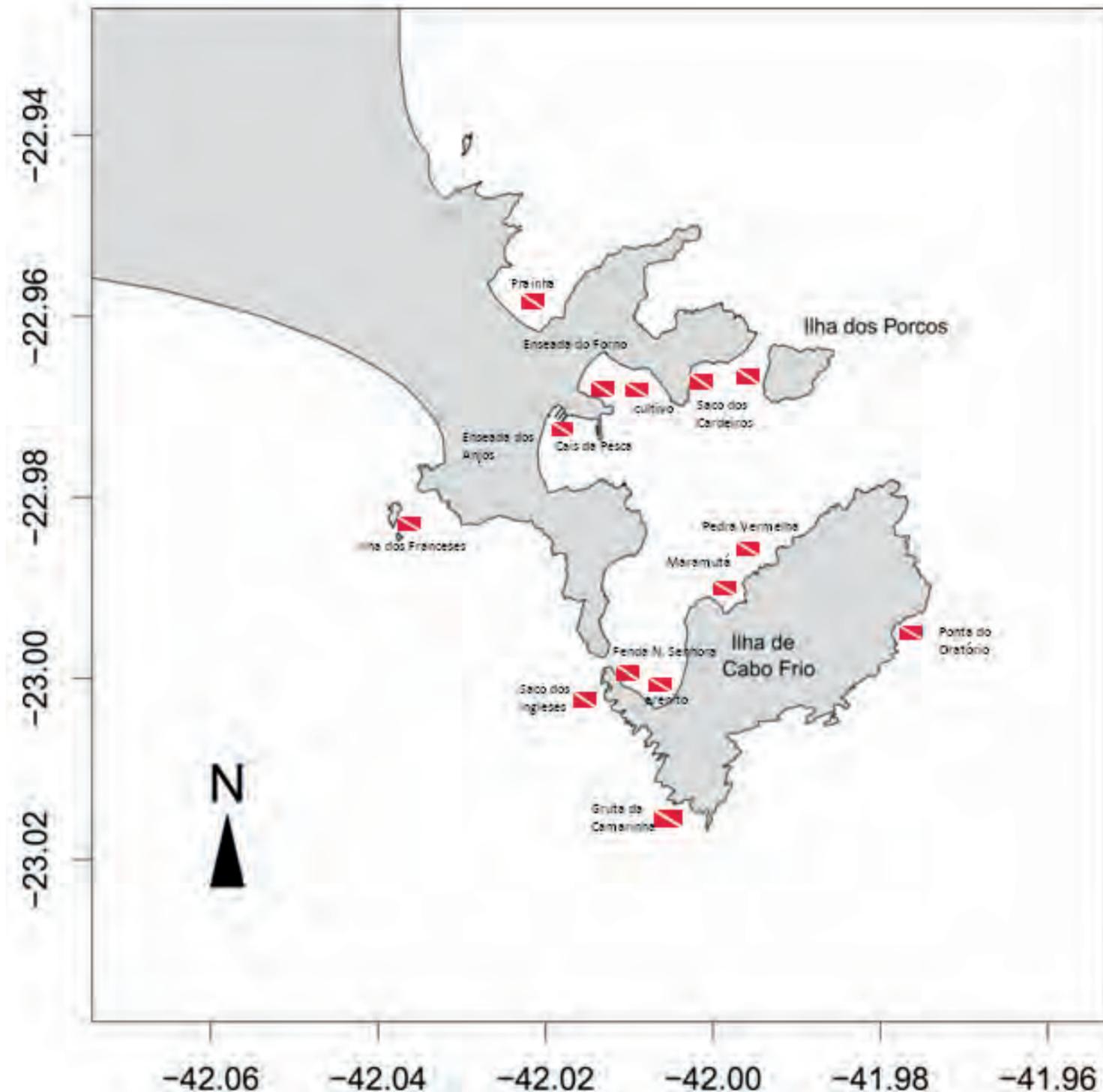
## Expedições científicas de 2014 - 2015

Apesar da primeira expedição científica na região ter ocorrido na década de 1970 e de muitos artigos científicos terem sido publicados enfatizando a região, ainda existem muito pontos de mergulhos inexplorados com desconhecida fauna e flora marinha. Assim, muitas espécies que ocorrem em águas de características subtropicais (lado de fora da Ilha de Cabo Frio) ainda são desconhecidas

para ciência ou ainda não tiveram seu registro de ocorrência ampliado na costa. Sendo assim, com intuito de explorar ainda mais este ambiente para o conhecimento da biodiversidade marinha, quatro expedições científicas foram realizadas entre 2014 e 2015. Uma amostragem extensiva (Murray et al 2002) foi realizada em pontos de mergulho espalhados em uma ampla área geográfica que representa Arraial do Cabo. Todos esses dados foram coletados sob a licença do SISBIO (nº 42204-1) e foram usados para complementar as informações compiladas na presente obra.

Pontos de mergulho e as datas das expedições.

	Baía de Arraial do Cabo	Lado de fora
18 - 20 de março/2014	Maramutá, Fenda de Nossa Senhora	Camarinha, Saco dos Ingleses e Ponta do Oratório
06 - 07 de maio/2014	Pedra Vermelha, Saco dos Cardeiros	Ilha dos Franceses
03 - 04 de fevereiro/2015	Enseada do Forno, Cais da Pesca e Ilha dos Porcos	
25 - 26 de julho/2015	Prainha, Ilha de Cabo Frio (arenito) e Enseada do Forno (cultivo e adjacências)	



Pontos de mergulhos que foram visitados pelos pesquisadores durante as expedições para levantamento da fauna e flora marinha dos costões rochosos de Arraial do Cabo.



Equipe de pesquisadores mergulhadores durante a primeira expedição científica em 2014. Da direita para a esquerda: Marco Antônio, Katrin Bohn, Júlio C. Monteiro, Priscila Araújo, Frederico Tâmega, Juliana Ferrari, Alexandre Biggio, Luciana Granthom-Costa, Alana S. Leitão, Daniela Batista, C. Gustavo W. Ferreira, M. Soledad López, H. Fabián Messano, Alexandre Kassuga e Luciana Altvater

No total, 44 especialistas de diferentes instituições de pesquisa e de educação da costa brasileira participaram de forma direta ou indiretamente das expedições. Durante o período de coleta, os pesquisadores contaram com o apoio da Coleção Científica do Instituto de Pesquisas Almirante Paulo Moreira – IEAPM para triagem, armazenamento, estocagem, conservação ou tombamento de exemplares. As expedições tiveram apoio também do Instituto Chico Mendes



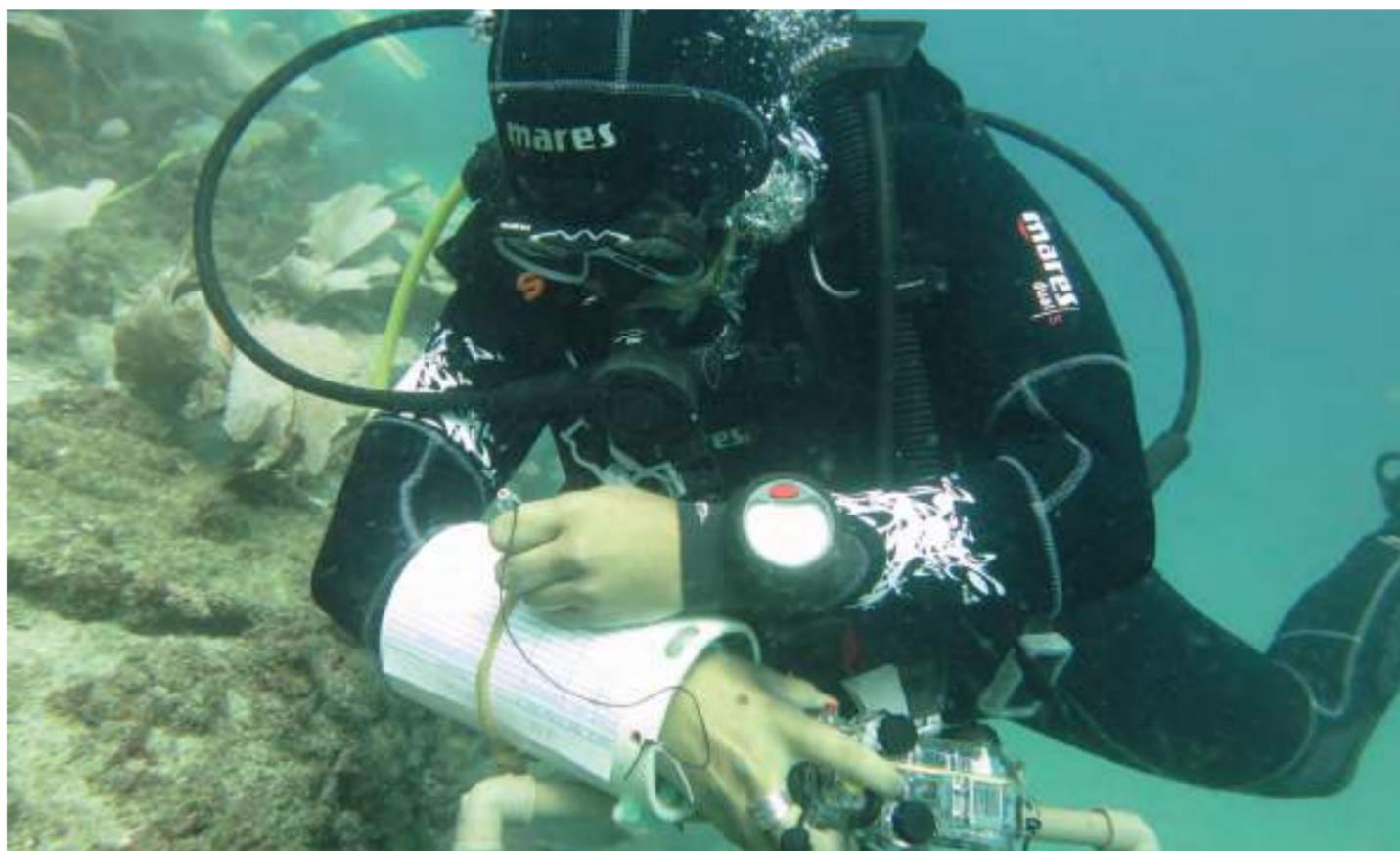
Uma das embarcações da operadora Mr. Diver, que auxiliou os especialistas na coleta de espécimes de diferentes grupos.

ICMBio-AC, órgão ambiental responsável pelas atividades de mergulho e pesquisa científica dentro da aérea da Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo – RESEXMAR-AC. Através de medida compensatória, operadoras de mergulho da região também apoiaram as expedições, que disponibilizaram: equipamentos de mergulho, compressor para recarga dos cilindros, embarcação, equipamentos para emergência e pessoal treinado em primeiros socorros.

## Metodologia de coleta

Para a aplicação dos métodos abordados a seguir, foi necessário planejar antecipadamente os mergulhos utilizando dados de profundidade, tempo gasto para realização das atividades, tempo de fundo máximo em cada ponto e consumo individual de superfície (CIS). Um bom planejamento foi essencial para evitar alertar sobre possíveis riscos, assegurando um mergulho agradável e bem sucedido (Wegner, 2004). Desta forma, o número de mergulhos em cada dia e o intervalo de superfície entre os mergulhos foi estabelecido previamente.

A amostragem por busca ativa foi realizada através de registros fotográficos ou coleta. Para tal, os mergulhadores percorreram os costões rochosos anotando, numa prancheta de PVC, as espécies observadas durante o mergulho. A coleta foi realizada quando não foi possível a identificação no campo, priorizando o método não-destrutivo. As pranchetas de PVC foram utilizadas também para anotar dados científicos, de espécies, profundidade, temperatura, etc., assim como consulte o planejamento do mergulho. As pranchetas também auxiliaram na comunicação com o dupla, principalmente no caso de tarefas complexas.



Pesquisadora usando uma prancheta de pvc para anotar algumas informações para pesquisa realizada com quantificação de coral. Foto: José Eduardo Arruda.

Para documentar imagens do ambiente subaquático, foi preciso basicamente uma câmera fotográfica, caixa estanque para profundidade desejada e iluminação adequada utilizando flash ou lanternas acoplados à máquina. A documentação fotográfica foi um dos componentes importantes para presente obra. De fato, métodos de amostragem fotográficos oferecem múltiplas vantagens em relação aos métodos que dependem exclusivamente de observações em campo. A utilização de registros fotográficos para amostragem permite, por exemplo, o registro permanente dos dados e a possibilidade de realizar uma maior replicagem (Macedo et al. 2006), pois reduz o tempo gasto embaixo d'água em cada

amostra. Atualmente, os equipamentos disponíveis para a fotografia e vídeo subaquáticos oferecem muitas possibilidades auxiliando pesquisas científicas, como, por exemplo, a aplicação do efeito tridimensional.

Todos os organismos coletados durante as expedições foram anestesiados, fixados, etiquetados e tombados em coleções científicas. O anestesiamento de alguns animais foi necessário uma vez que a musculatura, quando imersa em anestésica, relaxa e permite ao pesquisador ter todo o corpo de animal em estado satisfatório para o manuseio. A fixação em substância conservante é o procedimento que permite que um organismo permaneça íntegro, possibilitando o estudo posterior dos caracteres morfológicos

### Dica importante

Para a utilização de técnicas quantitativas é recomendável a utilização de uma estrutura que defina a distância focal e a área amostrada. É possível também incluir na mesma estrutura um profundímetro, inclinômetro, réguas e prancheta de escrita subaquática e, desta forma, adicionar outras informações a fotografia. As fotografias em modo macro (onde há uma maior aproximação da imagem e consequente detalhamento de caracteres) são caracterizadas pelo aumento proporcionado pelo uso de acessórios e tem sido uma ferramenta muito utilizada em estudos que possibilitam uma melhor visualização de cores quando esse é um caractere importante na identificação, como no caso do grupo Porifera

ou de algumas estruturas corpóreas dos organismos estudados. É importantes que todos os equipamentos estejam acoplados juntos ao corpo do pesquisador mergulhador, e fixados em D-rings do seu colete equilibrador utilizando mosquetões deslizantes e giratórios, de aço inox, que podem ser de diversos tamanhos de modelos únicos ou duplos. A utilização dos mosquetões evita a perda de material o que acontece quando se utiliza "cordinhas" que ficam envoltas no pulso. Além disso, a utilização destas cordinhas (ou cabos) para que equipamentos e acessórios fiquem presos ao corpo podem se tornar um ponto de enrosco e podendo ocasionar acidentes durante a realização do trabalho.

imprescindíveis para sua descrição e identificação. Além disso, nos dias atuais, há uma necessidade de se conservar o tecido - vegetal ou animal - para estudos moleculares.

A etiquetagem foi o procedimento mais importante tanto no campo, quanto em laboratório, pois foi nela há as informações da coleta, tais como: data, coletor, local (coordenadas geográficas), profundidade, tipo de substrato e cor do animal quando vivo, além de outras informações. As seguintes etapas foram usadas para a preparação do material biológico em campo: 1) anestesiamento e 2) fixação. O material químico utilizado em cada uma dessas etapas dependeu do grupo taxonômico coletado. A conservação do material

para fins moleculares foi feita de maneira separada, utilizando álcool etílico absoluto, para a maioria dos grupos taxonômicos encontrados. Cabe ressaltar que muitos organismos, tais como esponjas e ascídias que acumulam muita água, tiveram o conservante trocado diariamente durante 48-72h. O armazenamento dos organismos já anestesiados e etiquetados foi feita em frascos de vidro transparente. Para evitar a perda precoce do material fixante, os frascos foram vedados com um filme de parafina plástica, muito utilizado em laboratórios (*parafilm*), para selar e proteger os recipientes evitando a evaporação do conservante.

O tombamento dos exemplares em coleções científicas de referência foi o último passo.



Organismos coletados durante a campanha para serem triados, anestesiados, etiquetados e armazenados. Foto: Luciana Granthom-Costa

### Protocolo para a conservação de material biológico.

Grupos Taxonômicos	Anestésico	Preservação inicial	Preservação final	Fixação para fins moleculares
<b>Algas</b> (algas pardas, verdes e vermelhas)	-	4% formol	4% de formol ou herborizada (seca)	Álcool absoluto
<b>Algas Calcárias</b>	-	Processo de secagem utilizando sílica o ao ar livre	seca em herbários	Fragmento do material seco e depois, seguindo o protocolo pré-extração, imersão em álcool absoluto.
<b>Porifera</b> (esponjas marinhas)	-	Imersão em álcool 95% e após 12h, repetir com álcool fresco	95% de álcool	álcool absoluto (96%); trocar por álcool fresco diariamente por 48-72h
<b>Cnidaria</b>				
Hydrozoa (hidrozoários)	Em um recipiente adicionar poucos cristais de mentol ou 8% de cloreto de magnésio adicionando aos poucos em água do mar	20% de formol	70% de álcool ou 10% de formol	álcool absoluto
Anthozoa (corais)	7.5 % de cloreto de magnésio adicionando aos poucos com água do mar	70% de álcool adicionados aos poucos, após o anestesiamento	10% de formol	álcool absoluto
Anthozoa (Anêmonas)	Adicionar poucos cristais de mentol em água do mar	20% de formol tamponado	10% de formol após 48h	álcool absoluto
<b>Annelida: Polychaeta</b> (poliquetas)	7.5 % de cloreto de magnésio adicionando aos poucos com água do mar	Solução de Bouin para remover o tubo calcário; 5-10% de formol	70% de álcool	álcool absoluto
<b>Mollusca</b> Bivalvia	0.15% de fenoxetol de propileno em água do mar	5% de formol tamponado	70% de álcool	álcool absoluto
Gastropoda	Cristais de mentol, sulfato de magnésio em água do mar; podem ser também congelados	5% de formol tamponado	70% de álcool	álcool absoluto

Continuação...

Grupos Taxonômicos	Anestésico	Preservação inicial	Preservação final	Fixação para fins moleculares
Nudibranchia	-	-	70% de álcool	álcool absoluto (70-95%)
<b>Opisthobranchia</b>	8% de cloreto de magnésio adicionando aos poucos em água do mar; podem ser congelados	Solução de Bouin por 24h	70% de álcool	álcool absoluto
<b>Crustacea</b> (cracas, siris e caranguejos)	fenoxetol de propileno para animais de pequeno porte	5% de formol tamponado por 24-94h	70-90% de álcool após terem sido lavados em água doce	álcool absoluto
<b>Bryozoa</b> (briozoários)	eucaina adicionado gota a gota ou cristais de mentol adicionados em água do mar	5% de formol tamponado	70-90% de álcool após terem sido lavados em água doce	álcool absoluto
<b>Echinodermata</b> Ophiuroidea (ofiuros)	-	10-12% de formol tamponado ou 95-100% de álcool	70-90% de álcool	álcool absoluto
Asteroidea (estrelas do mar)	-	10-12% de formol tamponado ou 95-100% de álcool	70-90% de álcool	álcool absoluto
Echinoidea (ouriços do mar)	-	10-12% de formol tamponado ou 95-100% de álcool	70-90% de álcool	álcool absoluto
Crinoidea (lírios do mar)	7% de cloreto magnésio em água do mar	95-100% de álcool	70-90% de álcool	álcool absoluto
Holoturoidea (holotúrios)	-	10-12% de formol tamponado ou 95-100% de álcool	70-90% de álcool	álcool absoluto
<b>Tunicata: Ascidiacea</b> (ascídias)	Adicionar cristais de cloreto de magnésio ou cristais de mentol em água do mar mínimo de 2h	10% de formol tamponado	45-50% de álcool isopropílico ou 75% de álcool	álcool absoluto (96%); trocar por álcool fresco diariamente por 48-72h

Referências Bibliográficas

Macedo I. M., Masi B. P. and Zalmon I. R. (2006). Comparison of Rocky Intertidal Community Sampling Methods at Northern Coast of Rio de Janeiro State, Brazil." *Brazilian Journal of Oceanography*, 54: 147–154.

Murray S.N., Ambrose, R.F. & Dethier MN (2002) Methods for performing monitoring, impact, and ecological studies on rocky shores. Santa Barbara, 217 p.

Guia de mergulho: Florianópolis: Ilha de Santa Catarina (2004). Ewerton Wegner (ed). Editora da Universidade do Vale do Itajaí,. 112p.

Scientific Diving Techniques: A practical guide for the research diver (2015). Second edition. John N. Heine. Best publishing comp.



# Capítulo 4

## Macroalgas

### (Rhodophyta, Chlorophyta e Ochorophyta)

Yocie Yoneshigue-Valentin, Ricardo Coutinho, José Eduardo A. Gonçalves, Marcia Abreu O. Figueiredo, Frederico Tapajós S. Tâmega, Diclá Pupo, Mariana Guimaraens & Roberto C. Villaça

*Dyctiota menstrualis*

---

## Características gerais

As macroalgas são vegetais aquáticos clorofilados constituídos por um talo, ou seja, um aparelho vegetativo pluricelular cujas dimensões e morfologia são variadas, mas nunca apresentam órgãos como raiz, caule e folhas como nos vegetais vascularizados. Embora podendo às vezes aparentar semelhança ao caule e folhas os ditos “cauloides” e “filoides” não são vascularizados com condução de seiva. As macroalgas produzem sua própria matéria orgânica através da fotossíntese, necessitando apenas de nutrientes e energia luminosa. Atualmente existem aproximadamente 800 taxa infragenéricos de macroalgas descritas para o Brasil (Yoneshigue-Valentin et al., 2006; Fujii et al., 2008), que estão incluídas em três divisões (Chlorophyta, Ochrophyta e Rhodophyta). Estes organismos vivem desde a região entremarés até cerca de 250 m profundidade em águas brasileiras (Henriques et al., 2014), cuja restrição batimétrica deve ser atribuída à limitação

da incidência luminosa (Figueiredo et al., 2012).

Os talos das macroalgas podem ser discóides, que se estendem no substrato e são comumente chamados de talos prostrados ou crostosos; e ou eretos, perpendiculares ao substrato e frequentemente denominados de talo ou fronde de formas variadas, as quais muitas vezes podem apresentar formas complexas. As frondes fixam-se normalmente no substrato por um pequeno disco compacto ou por rizóides. A estrutura dos talos eretos podem ser, dependendo da espécie, filamentosa, tubos maciça, vesiculosa ou laminar.

De um modo geral, as macroalgas de talo mais simples, apresentando filamentos unisseriados ou poucas camadas celulares, são as mais produtivas em termos energéticos (Steneck & Dethier, 1994). Já outros grupos, de talo complexo e as crostosas, são menos produtivas, mas tendem a ser mais resistentes aos estressores ambientais devido à maior capacidade regenerativa do talo e ao recrutamento frequente (Dethier & Steneck, 2001).

*Codium spongiosum*



*Codium taylorii*



*Gelidium pusillum*

O crescimento do talo é chamado: apical quando somente uma célula ou um grupo de células terminais que se divide transversalmente; difuso quando o crescimento ocorre em qualquer parte do talo; marginal quando este tipo de divisão ocorre, por exemplo em talos laminares e as células periféricas se dividem regularmente e meristemático quando o crescimento do talo ocorre em uma zona bem definida, denominada zona meristemática.

## Coloração e pigmentos

Nas macroalgas é observada, além da variedade de formas, uma policromia devido à presença de pigmentos com diferentes cores, expressão e composição do talo. Desta forma, podemos distinguir as macroalgas pelos pigmentos em três categorias químicas distintas:

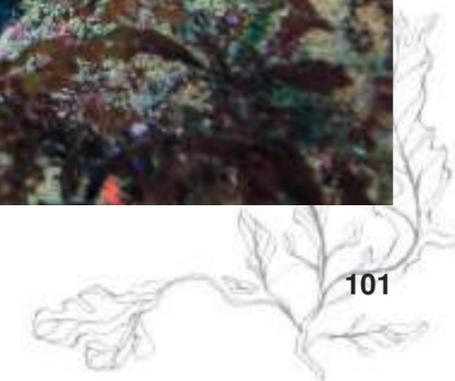
*Canistrocarpus cervicornis*

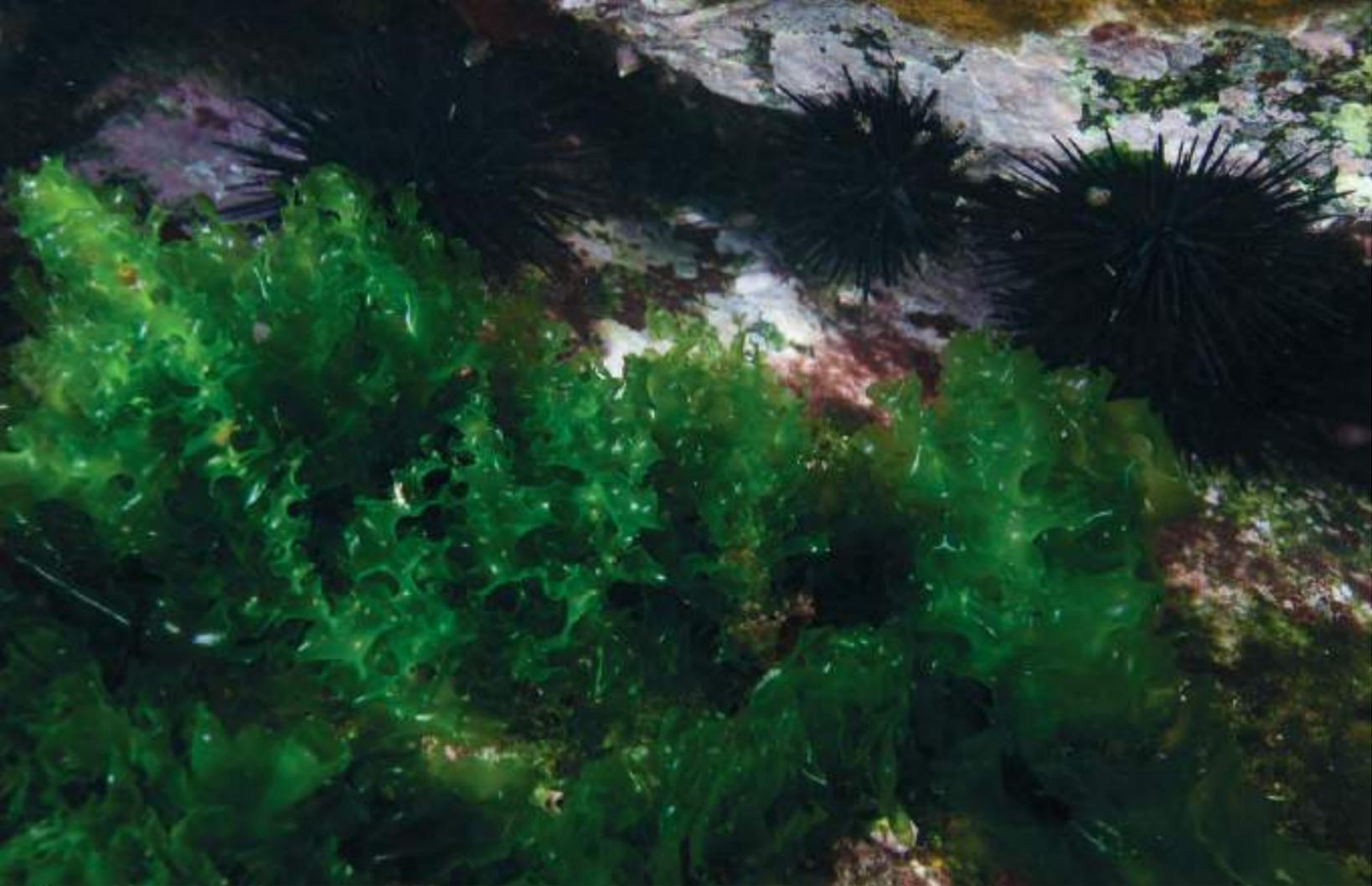


*Ceramium sp.*



*Lobophora variegata*





### *Ulva fasciata*

- 1) O grupo dos pigmentos denominados bilifitoproteínas está presente nas cianobactérias ou algas azuis e nas algas vermelhas, nas quais a predominância da ficocianina ou da ficoeritrina determina a coloração do talo;
- 2) O grupo dos carotenóides incluindo os carotenos e as xantofilas, por exemplo a fucoxantina a qual é encontrada principalmente nas macroalgas pardas;
- 3) O grupo das clorofilas (a, b, c) é o que caracteriza as macroalgas verdes, embora a *clorofila a* esteja presente em todas as algas. A predominância dos pigmentos irá definir a coloração do talo.

## Reprodução

Como todas as plantas que não apresentam flores, as macroalgas realizam a sua “reprodução escondida”, portanto pertence ao vasto grupo dos Criptógamos, contrário das Fanerógamas que apresenta “reprodução visível” como nos vegetais superiores.

Desta forma, duas modalidades asseguram a reprodução nas macroalgas, uma assexuada e a outra sexuada, ou seja, sem ou com intervenção dos gametas, respectivamente. Na reprodução sexuada o

gameta masculino se funde com o gameta feminino formando o zigoto que ao germinar origina um novo indivíduo completando o seu ciclo de vida.

Portanto, denomina-se ciclo de vida a sequência de fases morfológicas e citológicas que as macroalgas apresentam durante seu desenvolvimento. Uma fase morfológica é o estado do indivíduo reconhecido pela sua morfologia definida; enquanto que a fase citológica, é o estado do indivíduo caracterizado por sua condição haplóide ou diplóide, ou seja pelo número de cromossomos em cada fase. Pode considerar como alternância de fases ou de gerações que podem ser isomórficas ou heteromórficas.

### 1- Reprodução Assexuada

É uma forma comum de reprodução de muitas macroalgas e ocorre em espécies que em sua outra fase do seu ciclo de vida se reproduzem também sexuadamente.

a) por fragmentação do talo: cada fragmento está apto a reconstituir o talo inteiro.

b) por propágulos, pequenas massas celulares bem especializadas, que são liberadas pela planta mãe e se fixam ao substrato dando origem a um talo inteiro.

c) por esporos, células modificadas oriundas da célula-mãe e que estão contidos em um saco denominado esporângio. Assim, o indivíduo que dá origem aos esporos é denominado de esporófito (diplóide = 2 n cromossomos) por ser oriundo da fusão de gametas.

Os esporos resultantes da divisão meiótica do núcleo da célula-mãe podem ser aplanósporos, quando desprovidos de mobilidade e, quando móveis, são denominados de zoósporos. Estes esporos, ao caírem no substrato, perdem seus flagelos e se

desenvolvem originando um novo talo. Nas algas vermelhas os esporos são aflafelados.

### 2- Reprodução Sexuada

Como vimos anteriormente, a reprodução sexuada resulta no encontro de células especializadas, os gametas que podem ter origem em células especializadas externa ou internamente ao talo do gametófito. Desta maneira, o indivíduo que produz os gametas é denominado de gametófito (haplóide = n cromossomo) pois é o desenvolvimento do esporo, após ser reduzido no esporófito, a estrutura que envolve os gametas é o gametângio.

Nas algas verdes e pardas as células sexuais (gametas) são flagelados. A fecundação ou gamia se dá pela atração e fusão dos gametas. Esta fusão celular reúne os patrimônios genéticos transmitidos pelos dois gametas, dando origem a uma célula única, um ovo ou zigoto. Como os gametas são flagelados, este fenômeno ocorre sempre na água, após sua liberação.

Nas macroalgas vermelhas, a reprodução sexuada é mais complexa. Os gametas masculinos denominados espermácios são aflagelados e se encontram dentro do espermatângio e o carpogônio (gametângio feminino), preso ao gametófito feminino, onde a oosfera (gameta feminino) está contido no carpogônio (oogônio das macroalgas vermelhas) é provido de um apêndice alongado, o tricógino que capta o espermácio ocorrendo, desta forma, a fecundação, levando a formação de um zigoto diplóide dependente do gametófito feminino. A classificação taxonômica do grupo nas macroalgas vermelhas baseia-se, principalmente, nos acontecimentos que sucedem a fecundação. Portanto, complexidade destas algas indica um ciclo de vida próprio dessas algas que se



**Colpomenia sinuosa**

caracteriza por exibir três gerações. Existem duas fases morfológicamente notórias: uma sexual ou gametofítica e outra assexual livre ou tetrasporofítica e uma terceira fase assexual dependente chamada também de fase cistocárpica ou carposporofítica dependente do gametófito feminino.

Embora as macroalgas apresentem uma estreita relação com o substrato consolidado, onde se fixam, fazendo parte do bentos, os gametas e esporos produzidos durante seu ciclo de vida fazem parte da comunidade fitoplancônica, uma vez que são liberados na coluna d'água, sendo denominados de meroplancótonos. Devido a esta característica, os elementos reprodutivos podem

ser dispersos mais ou menos, dependendo das condições hidrológicas do local.

## Importância ecológica e econômica

A água oriunda da ressurgência que banha a costa de Arraial do Cabo possui muitos nutrientes que favorecem o crescimento das macroalgas, proporcionando um aumento considerável do número de espécies existentes na região (Yoneshigue, 1985). Entre estas, destacam-se as macroalgas que representam alta importância ecológica e econômica,

contribuindo como um dos recursos renováveis mais importantes do bioma marinho. As macroalgas bentônicas, junto com o fitoplâncton (microalgas), gramas marinhas (fanerógamas) e cianobactérias são os componentes responsáveis pela produtividade primária que sustenta a vida nos mares e oceanos.

As macroalgas estão sujeitas a diversos fatores abióticos, como temperatura, nutrientes, luz, salinidade, pH, correntes marinhas, ondulações e marés, entre outros. Da mesma forma, são influenciadas por fatores bióticos, como herbivoria, competição por substrato e por outros recursos como a atividade microbiana e competição espécie-espécie. A temperatura é um dos fatores mais importantes, controlando a riqueza, abundância e distribuição latitudinal das macroalgas (Lüning, 1990).

As comunidades dominadas por macroalgas marinhas, por serem constituídas por organismos sésseis, sofrem o efeito direto de diversos elementos do meio circundante, o que as tornam em excelentes sensores biológicos das condições ambientais locais, servindo como indicadores da saúde de ecossistemas marinhos. Além disso, os talos das macroalgas, nas suas formas variadas, servem de substrato para a fixação de outros organismos, refúgio e/ou abrigo para outras macroalgas e invertebrados (Yoneshigue, 1985; Yoneshigue-Valentin & Valentin, 1992; Széchy & Paula, 2000; Muniz et al., 2003; Rocha et al., 2006; Figueiredo et al., 2007).

Do talo destas macroalgas são extraídas substâncias com imenso valor econômico, tais como o ácido algínico, a agárana e a carragenana, que são usados como matéria prima em vários segmentos da

indústria alimentícia, farmacêutica, cosmética, têxtil, de bebidas, adubos, etc. Os metabólitos secundários das macroalgas constituem riquíssima fonte de produtos com potencial biotecnológico ainda pouco explorado. Várias espécies brasileiras possuem metabólitos com efeitos inibitórios em vírus, células cancerígenas, anticoagulantes, antitrombótico, anti-inflamatório e outros sendo, portanto, de grande potencial como fonte de novos fármacos (Teixeira, 2011).

## Histórico de pesquisas

As primeiras citações de macroalgas para a região do Cabo Frio, são de Martius et al. (1833); Martens (1870) e Moebius (1889) (*in* Mitchell et al., 1979; Pedrini, 1980; Yoneshigue, 1985). No início do século passado, Howe (1928) publicou um trabalho sobre a espécie *Porphyra roseana* coletada em Cabo Frio. No levantamento de Taylor (1931) e Howe & Taylor (1931) foram descritas 43 *taxa* incluindo algumas espécies novas, em coletas feitas por dragagem durante a expedição Hassler em 1872, ao longo da costa do Brasil. A partir das amostras dessa expedição, Silva (1960) publicou a ocorrência de duas espécies de *Codium*, *C. decorticatum* e *C. taylorii*. Joly & Yoneshigue-Braga (1966) publicaram uma primeira nota sobre algas coletadas durante as viagens do Navio Oceanográfico Almirante Saldanha. Com base em material coletado em substrato artificial, Yoneshigue-Braga (1977) descreveu *Pseudendoclonium marinum*, sendo esta a primeira citação para o Brasil.

Yoneshigue (1985) segundo seus estudos sobre as macroalgas da região de Cabo Frio, excetuando as algas azuis e as macroalgas de cor vermelha com talos crostosos e impregnados de carbonato de cálcio, identificou 245 taxa na área estudada.

Maiores esforços para a identificação de espécies na região vieram com os trabalhos que descrevem novas ocorrências de espécies, todavia desconhecidas no Brasil, a saber: *Acinetospora crinita*, *Ectocarpus fasciculatus* e *Kuckuckia kylinii*



*Padina gymnospora*

(Yoneshigue-Valentin & Figueiredo, 1983); *Boodlea composita*, *Dictyota pardalis* e *Lophosiphonia cristata* (Yoneshigue-Valentin et al., 1986); *Pterosiphonia spinifera*, *Polysiphonia eastwoodae*, *P. flaccidissima*, *P. sphaerocarpa* e *Streblocadia corymbifera* (Yoneshigue-Valentin & Villaça, 1986); *Cladophora corallicola* (Yoneshigue-Valentin & Figueiredo, 1987) e *Antithamnion tenuissimum* (Yoneshigue-Valentin & Villaça, 1989). Destaca-

se a descrição de quatro espécies novas para a ciência, *Peyssonnelia valentini* (Yoneshigue-Valentin, 1984) *P. boudouresquei* (Yoneshigue-Valentin & Oliveira, 1984) e *Laurencia oliveirana* (Yoneshigue-Valentin & Oliveira, 1984) e *Laurencia oliveirana* (Yoneshigue-Valentin & Oliveira, 1984) e *Laurencia oliveirana* (Yoneshigue-Valentin & Oliveira, 1984) e de um gênero novo, *Elachistiella leptoneumatoides* (Cassano et al., 2004). Estudos recentes descrevem oito espécies de algas calcárias incrustantes (talo

não geniculado), tendo uma nova espécie de *Lithophyllum* e duas espécies associadas à ressurgência na região: *Mesophyllum engelhartii* e *Phymatolithon calcareum* (Khader, 2012). Tâmega et al. (2016) descreveram para a região, 4 espécies de algas calcárias incrustantes fósseis datadas por rádio carbono ( $^{14}\text{C}$ ), com aproximadamente 13 mil anos (*Lithophyllum pustulatum*, *Spongites fruticulosus*, *S. yendoi* e *M. engelhartii*).

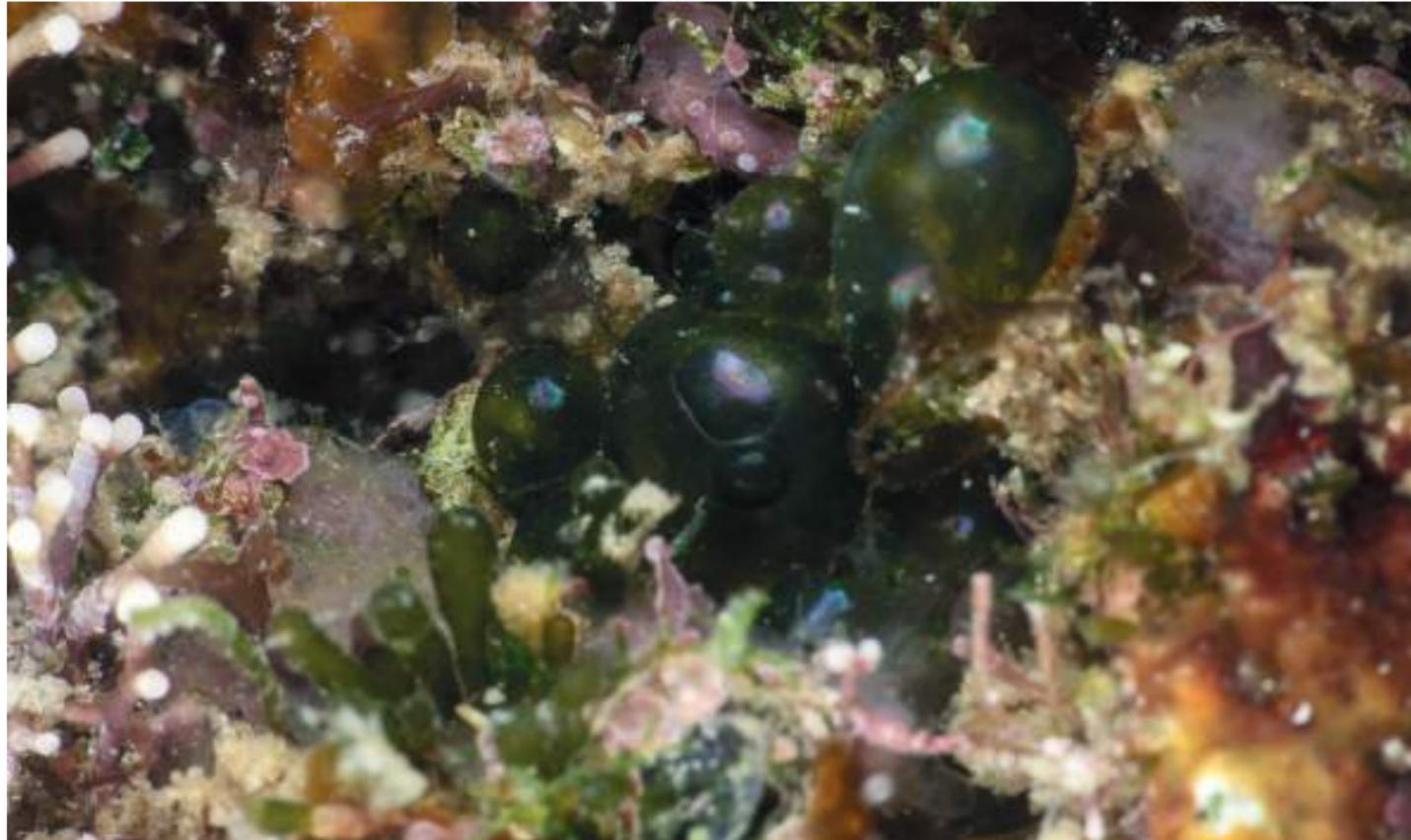
Oliveira-Filho (1977) publicou algumas considerações sobre a importância florística da região do Cabo Frio do ponto de vista da repartição das macroalgas no Brasil, e forneceu uma abundante bibliografia. Posteriormente, Maggs et al. (1979) identificaram alguns organismos do infralitoral dos costões rochosos de Arraial do Cabo, citando algumas macroalgas, Mitchell et al. (1979) publicaram uma sinopse das clorofíceas do Estado do Rio de Janeiro,

descrevendo 60 espécies, nas quais 27 foram citadas para Cabo Frio.

Um grande avanço foi dado no conhecimento da flora marinha bentônica da região com os estudos enfocando não somente o levantamento das macroalgas, como também associando este a estudos ecológicos diversos. Um dos trabalhos mais significativos foi o realizado por Yoneshigue (1985) sobre a estrutura das comunidades de macroalgas, enfatizando as características da flora e a ordenação das comunidades, comparando locais com maior ou menor influência da ressurgência. Estes dados importantes fizeram parte de um livro sobre comunidades de plantas costeiras da América Latina (Yoneshigue-Valentin & Valentin, 1992). A estrutura da comunidade foi ainda descrita separadamente para o grupo das macroalgas fotófilas do infralitoral (Yoneshigue-Valentin & Valentin, 1988),



*Spyridia filamentosa*



**Valonia macrophysa**

áreas expostas à ação das ondas (Villaça et al., 2008) e ainda, suas relações com a herbivoria (Boudouresque & Yoneshigue-Valentin, 1987), em especial, quanto ao comportamento alimentar dos ouriços herbívoros (Villaça & Yoneshigue-Valentin, 1987). Outros estudos abordaram o cultivo de *Laminaria abyssalis* (Yoneshigue-Valentin, 1987; Yoneshigue-Valentin & Oliveira, 1987) e sobre o ciclo de vida da mesma espécie *in vitro* (Yoneshigue-Valentin et al., 1990), aspectos da fotossíntese de *Pterocladia capillacea* (Coutinho & Yoneshigue-Valentin, 1988); morfologia de *Stragularia clavata* e *Petalonia fascia* (Yoneshigue-Valentin & Pupo, 1994) e sobre a taxonomia das espécies do gênero

*Ceramium* (Barreto & Yoneshigue-Valentin, 2001).

Dentro do projeto “Recrutamento”, realizado entre 1989 e 1996 pelo Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira - IEAPM, foram abordados os mais variados organismos bentônicos da região e sua capacidade de dispersão e colonização nos costões a partir de seus elementos reprodutivos. As macroalgas também foram alvo deste estudo, desde a composição das comunidades (Guimaraes & Coutinho, 1996), até as análises da variação espacial e temporal dos propágulos dispersos na coluna d’água, com posterior fixação e colonização nos costões (Pupo, 1996).

Os 339 taxa infragênicos listados para a região de Cabo Frio, estão distribuídos em 76

Chlorophyta, 60 Ochrophyta e 203 Rhodophyta, a saber: *Antithamnion villosum*, *Chaetomorpha pachynema*, *Cheilosporum cultratum*, *Endarachne binghamiae*, *Gonimophyllum africanum*, *Kuckuckia spinosa*, *Porphyra leucosticta*, *Pseudendoclonium marinum*, *Ralfsia borneyi*. Destes cinco possuem



**Sargassum cymosum**

afinidade com clima temperado ou polar, que são: *A. villosum*, *G. africanum*, *K. spinosa*, *P. leucosticta* e *R. bornetii* (Brasileiro et al., 2009).

Na tabela 1 estão listados alguns dos taxa de macroalgas encontrados em Arraial do Cabo e representados em fotografias nas figuras.

## Bancos de macroalgas: *Sargassum* (Ochrophyta: Fucales)

As macroalgas pardas do gênero *Sargassum* formam bancos menores na região quando comparado à outros no sudeste brasileiro (Szechy

& Paula, 2000). Na praia do Farol, Ilha de Cabo Frio, *S. furcatum* forma um extenso banco fixando-se sobre recifes de arenito (Gonçalves, 1999). De acordo com Paula (1988), dentre onze espécies na costa brasileira, três são registradas para Arraial do Cabo. *S. cymosum* var. *nanum* ocorre principalmente na região do médiolitoral inferior

e início do infralitoral dos costões rochosos mais batidos da baía do Arraial do Cabo e voltados para o lado nordeste; enquanto que *S. vulgare* e *S. furcatum* em grande parte do infralitoral dos substratos consolidados abrigados e expostos (Yoneshigue, 1985; Muniz et al., 2003; Villaça et al., 2008).

Banco da alga *Sargassum furcatum* crescendo sob o arenito na Praia do Farol, Ilha de Cabo Frio.



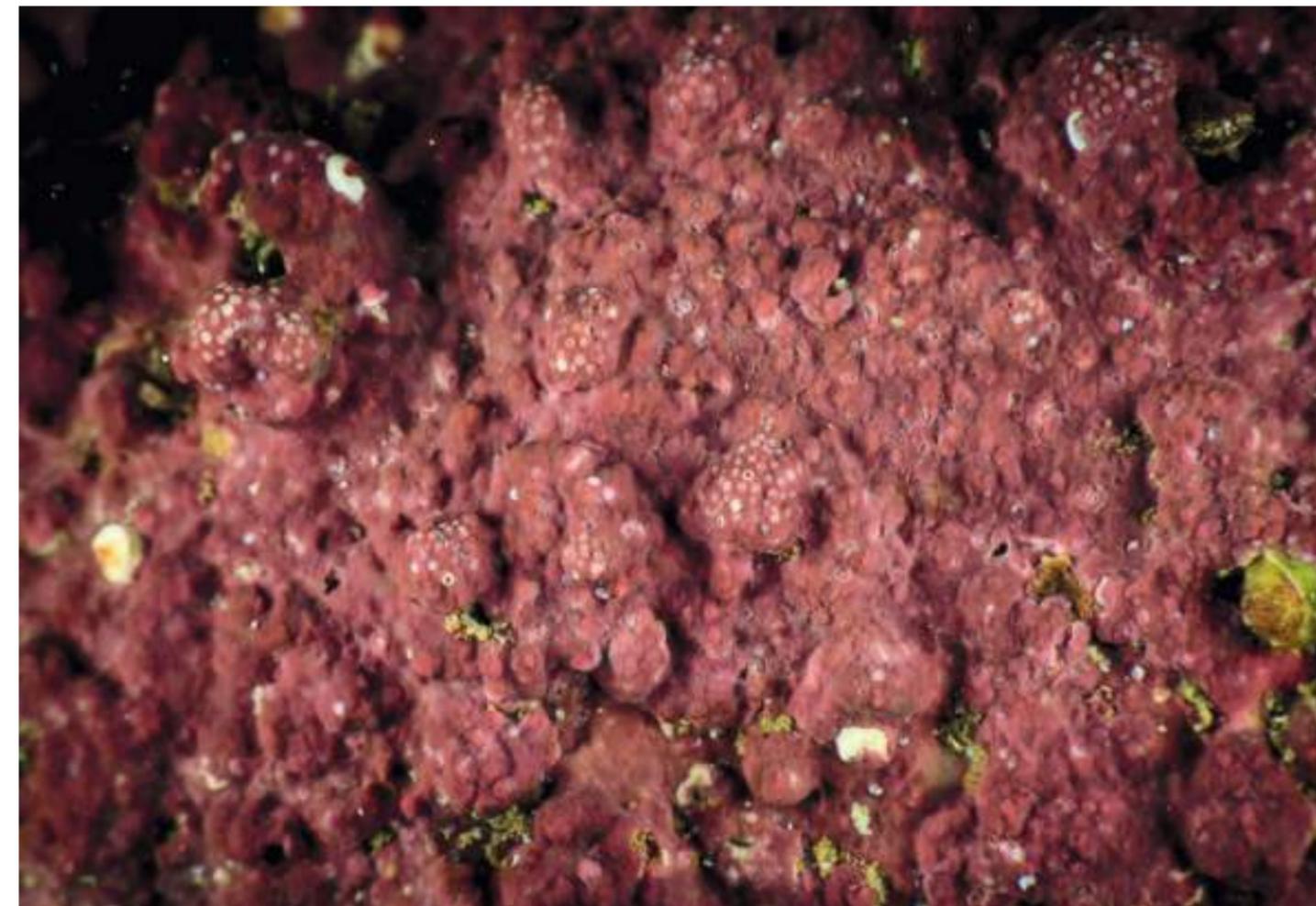
As espécies de *Sargassum* têm sido amplamente estudadas desde a década de 90 em Arraial do Cabo, devido a sua grande importância na estruturação dos ambientes rochosos e funcionalidade para as demais espécies bentônicas. Zonenschain (1996) demonstrou a importância desta macroalga no aumento da produtividade primária e da biomassa algal em diferentes locais em Arraial do Cabo. Gonçalves (1999) pesquisou o aumento da biomassa e tamanho da espécie *S. furcatum*, relacionando com o período de maior intensidade do fenômeno da ressurgência.

Muniz et al. (2003) estudou este mesmo tipo de crescimento nos recifes de arenitos da Prainha, para a espécie *S. vulgare*. Ferreira et al. (2001) mostraram que o crescimento destas macroalgas também aumentam consideravelmente em costões rochosos submersos da Baía do Arraial do Cabo nos períodos de primavera e verão.

A importância destas macroalgas para os demais organismos, como abrigo, proteção, alimentação e reprodução é evidente. Godoy (2000) e Nogueira-Júnior (1999 e 2004) comprovaram o aumento considerável da biodiversidade da fauna



Alga calcária (rodolito)



Alga calcária (incrustante)

vágil e sésil com o aumento da biomassa de *S. furcatum*. A mesma relação foi comprovada pelo trabalho de Muniz et al. (2003) para as macroalgas epífitas em *S. vulgare*; e por Messano & Coutinho (2006) em *S. furcatum*. A importância deste gênero se estende para os peixes recifais. Ornellas & Coutinho (1998) e Godoy & Coutinho (2002) demonstram a importância do aumento de biomassa de *S. furcatum* e de sua fauna acompanhante para o recrutamento, abrigo e alimentação de diversas espécies de peixes bentônicos.

### Bancos de *Pterocliadiella* (Rhodophyta: Gelidiales)

Arraial do Cabo possui um dos mais importantes bancos de *Pterocliadiella* da costa brasileira. Essa macroalga é detentora de um ágar de altíssima qualidade e grande valor de mercado, é responsável pela maior parte da fisionomia dos costões rochosos voltados para o mar aberto nos primeiros metros de profundidade da região (Villaça et al., 2008). Esses bancos estão assim sujeitos



*Pterocladia capillacea* nos costões rochosos da Enseada dos Ingleses, Ilha de Cabo Frio.

direta mente à ressurgência e ocupando superfícies inclinadas desde a franja submarina até pelo menos 8 metros de profundidade em alguns locais, sendo sua maior biomassa encontrada entre 1 e 5 metros. Populações dessa macroalga podem se adaptar a diferentes regimes de iluminação o que permite seu desenvolvimento em diferentes profundidades (Coutinho & Yoneshigue-Valentin, 1988). Apesar de sua importância econômica, é uma espécie difícil de ser cultivada e para seu aproveitamento a única alternativa seria o manejo de bancos naturais (Oliveira & Berchez, 1993).

### **Bancos de algas calcárias (Rhodophyta: Corallinales, Hapalidiales e Sporolithales)**

As algas calcárias incrustantes também conhecidas como algas coralíneas, cobrem extensas faixas nos costões rochosos de Arraial do Cabo (Yoneshigue, 1985; Tâmega et al., 2016) e recifes de arenito, principalmente aqueles expostos a fortes ondulações. São muitas vezes despercebidas por estarem encobertas por outras macroalgas, como *Pterocladia* e *Sargassum*. Quando crescem na forma de vida livre, desprendidas do substrato, formam estruturas denominadas “rodolitos” nos fundos não consolidados. Nove espécies já foram registradas, na grande maioria das famílias Corallinaceae e Hapalidiaceae, na área mais próxima à ressurgência, o que caracteriza a influência de águas frias (Khader, 2012). Algumas espécies por serem sensíveis à sedimentação (Villas-Boas

et al., 2014) e aclimatadas à viverem desde águas rasas até condições de luz escassa, como a 100 m de profundidade (Figueiredo et al., 2012), servem como indicadoras de impacto ambiental, como o demonstrado em uma área explorada para a produção de óleo e gás a cerca de 80km da Ilha de Cabo Frio (Figueiredo et al., 2015; Reynier et al., 2015).

No norte fluminense, as algas calcárias junto a outras macroalgas arribadas tem potencial valor econômico para uso na calagem de solos e/ou como fertilizante (Barbosa, 2008). No entanto, a extração destas algas tem causado polêmica no mundo pela perda de habitat (Grall & Hall-Spencer, 2003). De fato, grande riqueza de fauna associada foi registrada em um banco de rodolitos em águas profundas na região (Tâmega et al., 2013).

Em 2015, ao longo da Baía de Arraial do Cabo, foi descoberto o primeiro registro mundial de ocorrência de bancos de algas calcárias geniculadas, ou seja articuladas, de vida livre (Tâmega et al., 2017). Esses bancos são comparáveis aos bancos de rodolitos, comuns na costa brasileira, formados por algas calcárias não geniculadas.

Os novos bancos de algas calcárias geniculadas são formados principalmente por três espécies: *Amphiroa beauvoisii*, *Jania adhaerens* e *Jania capillacea*. Como resultado das primeiras observações, esses novos bancos podem ser importantes para a biodiversidade, devido à estrutura dos talos serem densamente ramificadas e moldadas em formas esféricas e, assim como os rodolitos, devem promover espaço, refúgio e recursos, o que influencia diretamente na abundância e riqueza dos organismos associados (Steller et al., 2003).



*Jania adhaerens*

*Amphiroa beauvoisii*



Os bancos de rodolitos formados por algas calcárias não geniculadas são bastante conhecidos na literatura, entretanto esses bancos formados por algas calcárias geniculadas, na forma em que ocorrem em Arraial do Cabo, são um registro inédito para a ciência.

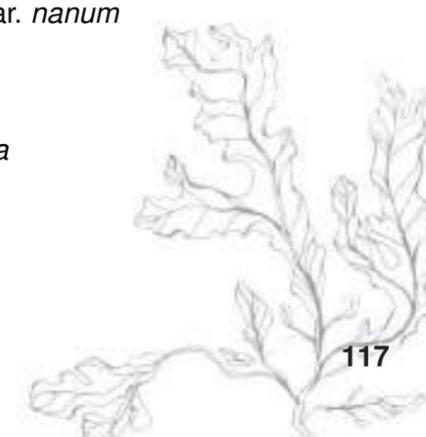
Taxa registrados em Arraial do Cabo. ESN: Espécie nova; NO: Nova ocorrência; END: Endêmica; INV: Espécie não nativa (exótica); BR: Brasil; AR: Arraial do Cabo.

#### Chlorophyta

- Boodlea composita* NO; BR
- Bryopsis corymbosa*
- Bryopsis pennata*
- Bryopsis plumosa*
- Caulerpa racemosa*
- Caulerpa racemosa* var. *peltata*
- Caulerpa brachypus* INV
- Chaetomorpha antennina*
- Chaetomorpha pachynema*
- Cladophora corallicola* NO; BR
- Cladophora prolifera*
- Cladophora rupestris*
- Cladophora vagabunda*
- Codium decorticatedum*
- Codium intertextum*
- Codium isthmocladum*
- Codium spongiosum*
- Codium taylorii*
- Pseudendoclonium marinum* NO; BR
- Rhizoclonium africanum*
- Rhizoclonium riparium*
- Ulva chaetomorphaoides*
- Ulva compressa*
- Ulva fasciata*
- Ulva flexuosa*
- Ulva lactuca*
- Ulva linza*
- Ulva rigida*
- Valonia macrophysa*

#### Ochrophyta

- Acinetospora crinita* NO; BR
- Bachelotia antillarum*
- Canistrocarpus cervicornis*
- Chnoospora minima*
- Colpomenia sinuosa*
- Dictyota ciliolata*
- Dictyota menstrualis*
- Dictyota pardalis* NO; BR
- Ectocarpus fasciculatus* NO; BR
- Elachistiella leptoneumatoides* ESN
- Feldmannia irregularis*
- Hincksia mitchelliae*
- Kuckuckia kylinii* NO; BR
- Kuckuckia spinosa*
- Levringia brasiliensis*
- Lobophora variegata*
- Padina gymnospora*
- Petalonia binghamiae*
- Petalonia fascia*
- Ralfsia bornetii*
- Ralfsia expansa*
- Rosenvingea sanctae-crucis*
- Sargassum cymosum* var. *nanum*
- Sargassum furcatum*
- Sargassum vulgare*
- Sphacelaria brachygonia*
- Sphacelaria rigidula*
- Sphacelaria tribuloides*
- Stragularia clavata*



## Rhodophyta

*Amphiroa beauvoisii*

*Amphiroa fragilissima*

*Antithamnion tenuissimum* NO; BR

*Antithamnion villosum*

*Arthrocardia flabellata*

*Asparagopsis taxiformis*

*Bostrychia tenella*

*Bryocladia thyrsgera*

*Ceramium flaccidum*

*Ceramium tenerrimum*

*Champia parvula*

*Champia vieillardii*

*Cheilosporum cultratum*

*Chondracanthus acicularis*

*Chondracanthus teedei*

*Chondria dasyphylla*

*Chondria platyramea*

*Chondria polyrhiza*

*Corallina officinalis*

*Corallophila apiculata*

*Crouania attenuata*

*Cryptonemia limensis*

*Cryptonemia seminervis*

*Cryptopleura ramosa*

*Dasya brasiliensis*

*Dasya corymbifera*

*Dasya rigidula*

*Gastroclonium parvum*

*Gelidiocolax pustula* ESN

*Gelidiopsis planicaulis*

*Gelidiopsis variabilis*

*Gelidium crinale*

*Gelidium floridanum*

*Gelidium pusillum*

*Gelidium spinosum*

*Gonimophyllum africanum* NO; BR

*Gracilaria cervicornis*

*Grateloupia filicina*

*Gymnogongrus griffithsiae*

*Hypnea cenomyce* NO; BR

*Hypnea musciformis*

*Hypnea spinella*

*Hypoglossum tenuifolium*

*Jania adhaerens*

*Jania capillacea*

*Jania crassa*

*Jania rubens*

*Jania sagittata*

*Laurencia obtusa*

*Laurencia oliveirana* ESN

*Leptofauchea brasiliensis*

*Lithophyllum pustulatum*

*Lithophyllum stictaeforme*

*Lithothamnion muelleri*

*Lomentaria corallicola*

*Lomentaria rawitscheri*

*Lophosiphonia cristata* NO; BR

*Mesophyllum engelhartii*

*Mesophyllum erubescens*

*Murrayella pericladus*

*Neuroglossum binderianum* NO; BR

*Peyssonnelia boudouresquei* ESN

*Peyssonnelia capensis*

*Peyssonnelia valentini* ESN

*Phymatolithon calcareum*

*Platysiphonia delicata*

*Plocamium brasiliense*

*Pneophyllum fragile*

*Polysiphonia eastwoodae* NO; BR

*Polysiphonia flaccidissima* NO; BR

*Polysiphonia sphaerocarpa* NO; BR

*Porphyra acanthophora* var. *brasiliensis*

*Porphyra pujalsiae*

*Porphyra rizzinii* NO; BR

*Porphyra spiralis* var. *amplifolia*

*Pteroclatiella capillacea*

*Pterosiphonia parasitica*

*Pterosiphonia pennata*

*Pterosiphonia spinifera* NO; BR

*Ptilothamnion speluncarum*

*Pyropia acanthophora*

*Pyropia leucosticta* NO; BR

*Pyropia spiralis*

*Ralfsia bornetii* NO; AR

*Rhodothamniella codicola*

*Rhodymenia pseudopalmata*

*Spongites fruticulosus*

*Spongites yendoii*

*Spyridia filamentosa*

*Spyridia hypnoides*

*Streblocladia corymbifera* NO; BR

*Wrangelia argus*

## Referências Bibliográficas

Barbosa, S. O. (2008). *Potencial agrícola das algas marinhas arribadas no litoral norte Fluminense*. Dissertação (Mestrado) – UFRJ Museu Nacional, Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica). 31 pp.

Barreto, M. B. B. & Yoneshigue-Valentin, Y. (2001). Aspectos morfológicos do gênero *Ceramium* Roth (Ceramiaceae - Rhodophyta) no Estado do Rio de Janeiro. *Hoehnea* (São Paulo), 28 (1): 77–110.

Boudouresque, C. F. & Yoneshigue-Valentin, Y. (1987). Données préliminaires sur les peuplements phytobenthiques et sur les échinides herbivores de la région de Cabo Frio (Brésil). *Nerítica (Pontal do Sul)*, 2 (1): 65–105.

Brasileiro, P. S.; Yoneshigue-Valentin, Y.; Bahia, R. G.; Reis, R. P. & Amado Filho, G. M. (2009). Algas marinhas bentônicas da região de cabo frio e arredores: síntese do conhecimento. *Rodriguésia*, 60 (1): 39–66.

Cassano, V.; Yoneshigue-Valentin, Y. & Wynne, M. J. (2004). *Elachistiella leptoneumatoides* gen. et sp nov. (Elachistaceae, Phaeophyceae) from Brazil. *Phycologia*, 43 (3): 329–340.

Coutinho, R. & Yoneshigue-Valentin, Y. (1988). Diurnal variation in photosynthesis vs. irradiance curves from “sun” and “shade” plants of *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet et Thuret (Gelidiaceae: Rhodophyta) from Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brazil. *Journal Experimental Marine Biology and Ecology*, 118: 217–228.

Dethier, M. N. & Steneck, R. S. (2001). Growth and persistence of diverse intertidal crusts: survival of the slow in a fast-paced world. *Marine Ecology Progress Series*, 223: 89–100.

Ferreira, C. E. L.; Gonçalves, J. E. A. & Coutinho, R. (2001). Community structure of fishes and habitat complexity on a tropical rocky shore. *Environmental Biology of Fishes*. 61: 353–369.

Figueiredo, M. A. O.; Menezes, K. S.; Paiva, P. C. & Ventura, C. R. R. (2007). Experimental evaluation of rhodoliths as living substrata for infauna at the Abrolhos Bank, Brazil. *Ciencias Marinas*, 33(4): 427–440.

Figueiredo, M. A. O.; Coutinho, R.; Villas-Boas, A. B.; Tâmega, F. T. S. & Mariath, R. (2012). Deep-water rhodolith productivity and growth in the southwestern Atlantic. *Journal Applied Phycology*, 24: 487–493.

**Figueiredo**, M. A. O.; **Eide**, I.; Reynier, M.; Villas-Bôas, A. B.; Tâmega, F. T. S.; Ferreira, C. G.; Nilssen, I.; Coutinho, R. & Johnsen, S. (2015). The effect of sediment mimicking drill cuttings on deep water rhodoliths in a flow-through system: Experimental work and modeling. *Marine Pollution Bulletin*, 95: 81–88.

Fujii, M. T.; Barata, D.; Chiracava, S. & Guimarães, S. M. P. B. (2008). Cenário brasileiro da diversidade de algas marinhas bentônicas e sua contribuição para a política de conservação dos recursos naturais e do meio ambiente. In: 59º Congresso Nacional de Botânica, 2008, Natal. Atualidades, Desafios e Perspectivas da Botânica no Brasil. Natal: Imagem Gráfica e Editora Ltda. p. 375–377.

Godoy, E. S. (2000). *Fauna associada a bancos artificiais de Sargassum furcatum na Ilha de Cabo Frio - RJ*,

*Brasil*. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Fundação Estadual do Norte Fluminense. 117p.

Godoy, E. S. & Coutinho, R. (2002). Can artificial seaweeds of plastic mimics compensate for seasonal absence of natural beds of *Sargassum furcatum*. *ICES Journal of Marine Science*, 59: 111–115.

Gonçalves, J. E. A. (1999). *Influência da temperatura, luz e nutrientes (N e P) na dinâmica populacional de Sargassum furcatum Kützting (Phaeophyta: Fucales) na Ilha e Cabo Frio, Arraial do Cabo, RJ*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. 66 pp.

Grall, J. & Hall-Spencer, J. M. (2003). Problems facing maerl conservation in Brittany. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater and Ecosystem*, 13: S55–S64

Guimaraes, M. A. & Coutinho, R. (1996). Spatial and temporal variation of benthic marine algae at the Cabo Frio upwelling region, Rio de Janeiro, Brazil. *Aquatic Botany*, 52: 283–299.

Henriques, M. C.; Riosmena-Rodríguez, R.; Coutinho, L. M. & Figueiredo, M. A. O. (2014). Lithophylloideae and Mastophoroideae (Corallinales, Rhodophyta) from the Brazilian continental shelf. *Phytotaxa*, 190 (1): 112–129.

Horta, P. A.; Amancio, E.; Coimbra, C.S. & Oliveira, E. C. (2001). Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras. *Hoehnea* 28 (3): 243–265.

Howe, M. A. (1928). Notes on some marine algae from Brazil and Barbados. *Journal Washington Academy of Science*, 18 (7): 186–194.

Howe, M. A. & Taylor, W. R. (1931). Notes on new or little-known marine algae from Brazil. *Brittonia*, 1: 7–33.

Joly, A. B. & Yoneshigue-Braga, Y. (1966). Primeira nota sobre algas marinhas durante as viagens do Navio Oceanográfico Almirante Saldanha. *Instituto de Pesquisas da Marinha*, 34: 1–12.

Khader, S. (2012). *Distribuição das algas calcárias não geniculadas em ecossistemas marinhos na região de ressurgência de Cabo Frio*. Dissertação (Mestrado) – UFRJ Museu Nacional / Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica), 87 pp.

Lüning, K. (1990). *Seaweeds. Their environment, biogeography and ecophysiology*, Wiley Interscience.

Maggs, C. A.; Milner, A. A.; Watts, W. & Whittle, M. R. (1979). The Oxford Diving Expedition to Cabo Frio, Brazil. *Bulletin of Oxford University Exploration Club, New Ser.*, 4: 13–40.

Martens, G. von, (1870). *Conspectus algarum Brasiliae hactenus detectarum*. Vidensk Medd. Dansk. *Naturh. Foren*, 2 (18-20): 297–314.

Martius, K. F. P. von; Eschweiller, F. G. & Esenberg, C.G.N. von (1833). *Flora brasiliensis sem enumeratic plantarum in Brasilian*, 1: iv+ 390 pp (Algae 1-50), Stuttgart le Tubigen, 8.

- Messano, L. V. R. & Coutinho, R (2006). Variação temporal da comunidade de macroalgas epífitas em *Sargassum furcatum* Kützinger (Phaeophyta: Fucales) da Ilha de Cabo Frio, Arraial do Cabo, RJ. In: I Congresso Brasileiro de Biologia Marinha, Niterói. Anais do I Congresso Brasileiro de Biologia Marinha.
- Mitchell, G. J. P.; Szechy, M. T. M. & Mitoya, L. A. (1979). Sinopse das Clorofíceas marinhas bentônicas do litoral do Rio de Janeiro. *Leandra*, 8–9: 91–123.
- Mobius, M. (1889). Bearbeitung der von H. Schenck in Brasilien gesammelten. Algen. *Hedwigia*, 28: 309–347 + 2 pl.
- Muniz, R. A.; Gonçalves, J. E. A. & Szechy, M. T. M. (2003). Variação temporal das macroalgas epífitas em *Sargassum vulgare* C. Agardh (Phaeophyta, Fucales) da Prainha, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia*, 58 (1): 13–24.
- Nogueira-Junior, J. D. (1999). *Efeito da arquitetura do “habitat” na sazonalidade da macrofauna móvel associada a Sargassum furcatum Kützinger (Phaeophyta: Fucales) na ilha de Cabo Frio, Arraial do Cabo, RJ*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro. 96 pp.
- Nogueira-Junior, J. D. (2004). *Estudo das interações físicas e biológicas na estruturação do fital de Sargassum furcatum na ilha de Cabo Frio*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goitacazes, RJ. 141 pp.
- Oliveira-Filho, E. C. (1977). *Algas marinhas bentônicas do Brasil*. Tese Livre-Docência, Universidade de São Paulo, SP. 407 pp.
- Oliveira, E. C. & Berchez, F. A. S. (1993). Resource biology of *Pterocladia capillacea* (Gelidiales, Rhodophyta) populations in Brazil. *Hydrobiologia*, 260/261: 255–261.
- Ornellas, A. B. & Coutinho, R. (1998). Spatial and temporal patterns of distribution and abundance of a tropical fish assemblage in a seasonal *Sargassum* bed, Cabo Frio, Brazil. *Journal of Fish Biology*, 53: 220–231.
- Paula, E. J. (1988). O gênero *Sargassum* (Phaeophyta – Fucales) no litoral do Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim de Botânica*, 10: 65–118.
- Pedrini, A. G. (1980). *Algas marinhas bentônicas da Baía de Sepetiba e arredores (Rio de Janeiro)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. 397 pp.
- Pupo, D. (1996). *Variação espacial e temporal dos propágulos de macroalgas marinhas e sua relação com o recrutamento na região de Arraial do Cabo e adjacências, Rio de Janeiro*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 280 pp.
- Reynier, M. V.; Tâmega, F. T. S.; Daflon, S. D. A.; Santos, M. A. B.; Coutinho, R. & Figueiredo, M. A. O. (2015). Long and short term effects of smothering and burrial by drill cuttings on calcareous algae in a static renewed-

test. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 34 (7): 1572–1577. DOI: 10.1002/etc.2938.

- Rocha, M. R.; Metri, R. & Omuro, J. Y. (2006). Spatial distribution and abundance of ascidians in a bank of coralline algae at Porto Norte, Arvoredo Island, Santa Catarina. *Journal of Coastal Research*, Special Issue, 40: 1676–1679.
- Silva, P. C. (1960). *Codium* (Chlorophyta) in the tropical western Atlantic. *Nova Hedwigia*, 1: 497–536.
- Steller, D. L.; Riosmena-Rodríguez, R.; Foster, M. S. & Roberts, C. A. (2003). Rhodolith bed diversity in the gulf of California: the importance of rhodolith structure and consequences of disturbance. *Aquatic Conservation*, 13: S5–S20. doi:10.1002/aqc.564
- Steneck, R. S. & Dethier, M. N. (1994). A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos*, 69: 476–498.
- Széchy, M. T. M. & Paula, E. J. (2000). Padrões estruturais quantitativos de bancos de *Sargassum* (Phaeophyta, Fucales) do litoral dos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 3(2): 121–132.
- Tâmega, F. T. S.; Spotorno-Oliveira, P. & Figueiredo, M.A.O. (2013). *Catalogue of the benthic marine life from Peregrino oil field, Campos Basin, Brazil*. Rio de Janeiro, Instituto Biodiversidade Marinha, 140 p.
- Tâmega, F. T. S.; Spotorno-Oliveira, P.; Coutinho, R. & Bassi, D. (2016). Taxonomic assessment of fossil Holocene coralline red algae (Rhodophyta, Corallinales, Hapalidiales) from southwestern Atlantic. *Phytotaxa*, 245 (4): 237–250.
- Tâmega, F. T. S.; Perna, G. H. H.; Spotorno-Oliveira, P.; Riosmena-Rodríguez, R. & Gonçalves, J. E. A. (2017). A unique free-living geniculate coralline algal bed formation. *Marine Biodiversity*, 47: 373–374.
- Taylor, W. R. (1931). A synopsis of the marine algae of Brazil. *Revue Algologique*, 5 (3-4): 279–313.
- Teixeira, V. L. (2010). Caracterização do estado da arte em biotecnologia marinha no Brasil / Ministério da Saúde, Organização Pan-Americana da Saúde, Ministério da Ciência e Tecnologia. – Brasília: (Série B. Textos Básicos de Saúde), 134 p.
- Villaça, R. C.; Yoneshigue-Valentin, Y. (1987). Données préliminaires sur le comportement alimentaire de *Paracentrotus gaimardii* dans la région de Cabo Frio (Brésil). *Gis Posidonie*, 125–128.
- Villaça, R.; Yoneshigue-Valentin, Y. & Boudouresque, C. F. (2008). Estrutura da comunidade de macroalgas do infralitoral do lado exposto da ilha de Cabo Frio (Arraial do Cabo, RJ). *Oecologia Brasiliensis*, 12 (2): 206–211.
- Villas-Boas, A. B.; Tâmega, F. T. S.; Andrade, M.; Coutinho, R. & Figueiredo, M. A. O. (2014). Experimental effects of sediment burial and light attenuation on two coralline algae of a deep water rhodolith bed in Rio de Janeiro, Brazil. *Cryptogamie Algologie*, 35 (1): 67–76.

Yoneshigue-Braga, Y. (1977). *Pseudendoclonium marinum* (Reinke) Aleem et Schulz, a first reported occurrence for South America. *Phycologia*, 16 (1): 113–118.

Yoneshigue-Valentin, Y. & Figueiredo, M. A. O. (1983). Flore marine de la région de Cabo Frio (Brésil). 3. Ectocarpaceae (Phaeophyta) Nouvelles pour la côte brésilienne. *Vie et Milieu*, 33 (3/4): 181–190.

Yoneshigue-Valentin, Y. (1984). Flore marine de la région de Cabo Frio (Brésil). 4. Sur une espèce nouvelle du genre *Peyssonnelia* (Cryptonemiales: Rhodophyta). *Vie et Milieu*, 34 (2/3): 133–137.

Yoneshigue-Valentin, Y. & Oliveira, E. C. (1984). Algae from Cabo Frio upwelling area. 2. *Gelidiocolax pustula* (Gelidiaceae, Rhodophyta): An unusual new putative parasitic species. *Journal of Phycology*, 20 (3): 440–443.

Yoneshigue, Y. (1985). *Taxonomie et ecologie des algues marines dans la région de Cabo Frio (Rio de Janeiro-Brésil)*. Tese de Doutorado. Université de la Méditerranée - Aix - Marseille II, France. 466p.

Yoneshigue-Valentin, Y. & Villaça, R. C. (1986). Flora marinha da região de Cabo Frio (Estado do Rio de Janeiro, Brasil). 6. *Pterosiphonia spinifera*, *Polysiphonia eastwoodae*, *P. flaccidissima*, *P. sphaerocarpa* e *Streblacadia corymbifera* (Rhodomelaceae, Rhodophyta). Novas ocorrências para a costa brasileira. *Rickia*, 13: 97–111.

Yoneshigue-Valentin, Y.; Boudouresque, C. F. & Figueiredo, M. A. O. (1986). Flore algale marine de la région de Cabo Frio, état de Rio de Janeiro (Brésil). 5 - Sur *Boodlea composita* (Boodleaceae - Chlorophyta), *Dyctiota pardalis* (Dyctiotaceae - Phaeophyta) et *Lophosiphonia cristata* (Rhodomelaceae - Rhodophyta), espèces nouvelles pour la côte brésilienne. *Rickia*, 13: 17–27.

Yoneshigue-Valentin, Y. (1987). Ensaio de ficocultura na região de Cabo Frio, RJ. Simpósio sobre ecossistemas da Região Sudeste, Brasil, v. 2, 34–49.

Yoneshigue-Valentin, Y. & Figueiredo, M. A. O. (1987). Flora marinha bentônica da região de Cabo Frio (RJ, Brasil) 1. Chlorophyceae raras para o litoral brasileiro. *Nerítica (Pontal do Sul)*, 2: 119–134.

Yoneshigue-Valentin, Y. & Oliveira, E. C. (1987). Preliminary experiments on the cultivation of the brown alga *Laminaria* (Phaeophyta) Lamouroux in Brazil. *Hydrobiologia (The Hague)*, 151 (2): 381–385.

Yoneshigue-Valentin, Y. & Valentin, J. L. (1988). Comunidades algais fotófilas de infralitoral de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. *Gayana Botânica*, 45 (1-4): 61–75.

Yoneshigue-Valentin, Y. & Villaça, R. C. (1989). *Antithamnion tenuissimum* (Ceramiales - Rhodophyta) dans la région de Cabo Frio (état de Rio de Janeiro). Première citation pour l'Atlantique Sud. *Cryptogamie. Algologie*, 10: 325–335.

Yoneshigue-Valentin, Y. & Valentin, J.L. (1992). The macroalgae in the Cabo Frio (Brazil) upwelling region. Ordination of plant communities. In: Seeliger, U. (Org.). *Coastal Plant Communities of Latin America*. 1ed.

Academic Press, USA. pp. 31–50.

Yoneshigue-Valentin, Y. & Pupo, D. (1994). Estudos *in situ* e *in vitro* da fase Ralfsioide *Stragularia clavata* (Harv. In Hook) Hamel de *Petalonia fascia* (O.F. Muller) Kuntz. (Scytosiphonales - Phaeophyta). *Revista Brasileira de Biologia*, 54 (3): 489–496.

Yoneshigue-Valentin, Y.; Gestinari, L. M. S. & Fernandes, D. R. P. (2006). Capítulo 2. Macroalgas da plataforma continental de Salvador (Estado da Bahia) ao Cabo de São Tomé (norte do estado do Rio de Janeiro), Brasil. In: Lavrado; H. P. & Ignacio; B. L. (orgs.). Série Livros do Museu Nacional. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 18: 67–105.

Zonenschain, D. (1996). *Alocação de recursos de biomassa de Sargassum furcatum Kützing (Phaeophyta, Fucales) sob diferentes condições ambientais*. Monografia do Curso de Especialização em Biologia Marinha, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 45 pp.



# Capítulo 5

## Esponjas marinhas (Porifera)

Daniela Batista, Fernando Moraes,  
André Padua, Michelle Klautau  
& Guilherme Muricy

*Darwinella sp.1*

---

## Características gerais

As esponjas ou poríferos (Filo Porifera) são invertebrados aquáticos sésseis, surgidos há pelo menos 600 milhões de anos. Estes animais são abundantes e diversos em recifes de coral, costões rochosos e em estruturas artificiais no ambiente marinho e na água doce. Os poríferos apresentam ampla distribuição batimétrica e podem ser encontrados desde a região de entre marés até cerca de 8000 m de profundidade, embora a maior parte das espécies ocorra em águas rasas da plataforma continental. O crescimento e a distribuição

das esponjas são afetados por vários fatores abióticos, como por exemplo, a sedimentação, a luz e o hidrodinamismo. As interações ecológicas estabelecidas com outros organismos, como simbioses, competição e predação, também afetam a sobrevivência e o crescimento das esponjas.

As esponjas são desprovidas de sistemas respiratório, excretório e circulatório e, por isso, dependem totalmente da água do mar para realizar todas as trocas com o meio externo. Para isso, as esponjas contam com um eficiente sistema aquífero característico do grupo, que funciona movido pelo batimento dos flagelos de células especializadas

(coanócitos) que bombeiam constantemente a água do mar para o interior do corpo da esponja. A água segue por canais inalantes até chegar às câmaras de coanócitos, onde ocorre a captura de alimento. A nutrição das esponjas é feita por filtração da água, retirando as menores frações da matéria orgânica particulada em suspensão ( $< 0,05$  mm), que incluem restos de animais mortos, pelotas fecais e os menores organismos do plâncton (principalmente bactérias). Depois de passar pelas câmaras de coanócitos a água sai através dos canais exalantes e dos ósculos para o exterior da esponja.

As esponjas têm tecidos muito simples e

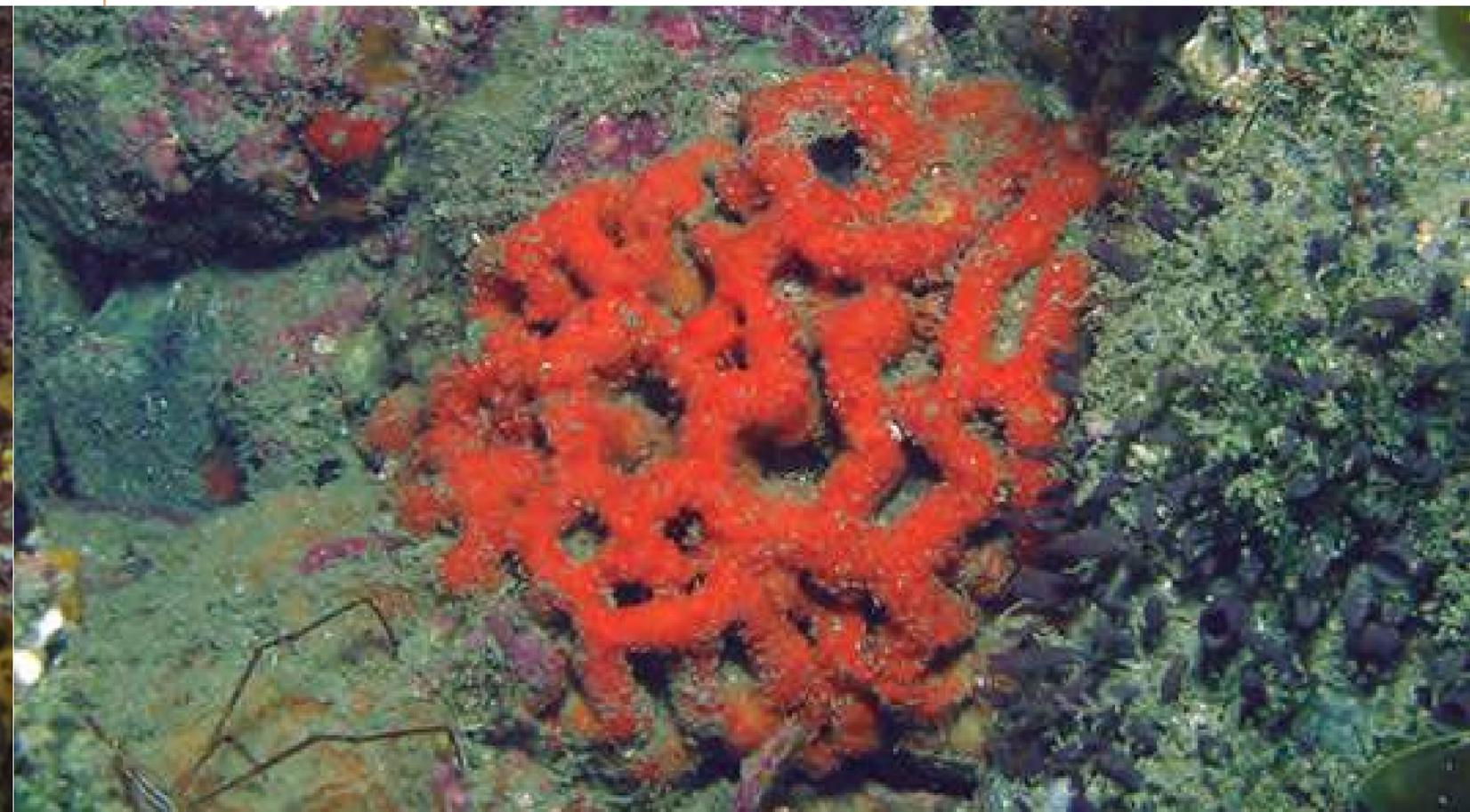
suas células apresentam uma alta capacidade de diferenciação (totipotência), semelhante à das células-tronco. Sua estrutura corporal é normalmente sustentada por ossículos de sílica ou carbonato de cálcio (espículas), muitas vezes complementados por fibras elásticas de uma proteína chamada espongina, semelhante ao colágeno. Algumas espécies podem ter um esqueleto calcário maciço (esponjas coralinas), enquanto outras são desprovidas de espículas minerais e possuem apenas fibras em seu esqueleto (esponjas córneas) ou não apresentam esqueleto. Existem atualmente mais de 9.000 espécies conhecidas de esponjas no

### *Cliona celata*

Espécie perfurante de substratos calcários. A maior parte do corpo fica dentro do substrato calcário e geralmente só as papilas ficam expostas, em contato direto com a água do mar.

### *Geodia corticostylifera*

Esponja laranja maciça que serve de abrigo para o ofiuróide *Ophiactis savigny*. Essa esponja produz composto bioativo capaz de conter a bioincrustação marinha. Foto: Guilherme Muricy.



mundo, das quais 461 foram registradas na costa brasileira.

As esponjas são atualmente divididas em quatro classes:

## Classe Homoscleromorpha

Atualmente há cerca de 120 espécies nessa classe. Elas se caracterizam pelo tipo de larva (cinctoblástula) e por possuírem tecidos verdadeiros com lâmina basal. O sistema aquífero pode ser leuconóide como as demosponjas ou ter organização mais simples, chamado de silêibide.

## Classe Calcarea

As espécies dessa classe são caracterizadas por serem as únicas a possuírem o esqueleto mineral composto por espículas de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), que podem ser diactinais, triactinais e tetractinais. Existem atualmente aproximadamente 700 espécies descritas, sendo 53 no Brasil. A classe Calcarea é dividida em duas subclasses: Calcinea e Calcaronea. A primeira é formada por esponjas com espículas regulares, larva do tipo calciblástula e coanócitos com núcleo basal. A segunda tem esponjas com espículas irregulares, larva anfiblástula e coanócitos com núcleo apical.

## Classe Demospongiae

Representada por mais de 90% de todas as espécies conhecidas do grupo. As esponjas dessa classe apresentam cores, tamanhos e formatos diversificados e seus esqueletos são compostos

de fibras de espongina e/ou espículas siliciosas. As espécies dessa classe são encontradas em ambientes artificiais (ex: pilares, casco de navios, etc.) e naturais (costões rochosos, recifes de coral, manguezais, etc.)

## Classe Hexactinellida

Esponjas dessa classe possuem uma membrana dermal acelular no lugar da pinacoderme e sua coanoderme é sincicial, ou seja, os coanócitos não são células individualizadas. O esqueleto das hexactinellidas é formado por espículas siliciosas, sendo muito comuns as com seis pontas (hexactinas). O esqueleto dessas esponjas pode ser formado por espículas isoladas ou fusionadas.

## Importância ecológica e econômica

As esponjas marinhas desempenham importantes papéis ecológicos nos costões rochosos de Arraial do Cabo. Esponjas do gênero *Cliona* (*Cliona celata* e *C. dioryssa*), por exemplo, perfuram substratos calcários, como rochas, corais e algas. A bioerosão de substratos calcários pelas esponjas é muito importante para a ecologia já que ela pode mudar a topografia do ambiente e contribuir na geração de novas partículas de sedimento. As esponjas estabelecem também diferentes interações ecológicas com outros grupos de organismos (competição, comensalismo e predação). As espécies *Mycale microsigmatosa*, *Dysidea robusta*, *Geodia corticostylifera*, *Amphimedon viridis* e *Paraleucilla magna* atuam como verdadeiros 'hotéis vivos' por abrigarem uma rica fauna de pequenos



### *Cliona dyorissa*

Espécie de coloração laranja que também perfura os substratos calcários em Arraial do Cabo. Foto: Fernando Moraes.



### *Paraleucilla magna*

Esponja calcarea criptogênica, provavelmente, originária de outro país. Essa espécie parece ter sido introduzida por barcos ou cultivos trazidos do exterior. Ela é encontrada em variados ambientes da região.

invertebrados, tais como ofiuróides, poliquetas e crustáceos (Batista, 2003; Ribeiro et al., 2003; Clavico *et al.*, 2006; Padua *et al.*, 2013). As esponjas também fazem parte da dieta de alguns invertebrados como o ouriço satélite *Eucidaris tribuloides* (Santos et al., 2002) e nudibrânquios (Belmonte et al. 2015), assim como para a tartaruga de pente *Eretmochelys imbricata* e para os peixes anjo *Pomacanthus paru* e *Holacanthus ciliaris* (Batista et al., 2012; Reis et al., 2012), espécies que também ocorrem na região.

Os poríferos são também fontes de substâncias químicas bio-ativas de grande interesse para a indústria farmacêutica. Mais de 20 espécies na região de Arraial do Cabo produzem substâncias com atividades farmacológicas variadas, incluindo antibacteriana, antiviral, antifúngica e anticâncer, entre outras (Muricy & Silva, 1999). *Arenosclera brasiliensis*, *Amphimedon viridis*, *Cliona celata*, *Scopalina ruetzleri*, *Polymastia janeirensis* e *Tedania ignis* se destacam como as espécies mais promissoras da região. As espécies *Geodia*

*corticostylifera* e *Mycale microsigmatosa* também são fontes potenciais de substâncias capazes de conter a bioincrustação marinha em navios, um processo ecológico que gera grandes prejuízos financeiros para a indústria naval e danos para o meio ambiente (Clavico et al., 2006; Ribeiro et al., 2012).

As esponjas são muito sensíveis à qualidade da água e, com isso, o acompanhamento da variação da distribuição geográfica e abundância de diferentes espécies pode ser uma importante ferramenta de avaliação de impacto ambiental

(Muricy, 1989). É possível que as esponjas da classe Calcarea, por exemplo, sejam fortemente afetadas pela acidificação dos oceanos, uma vez que esta pode enfraquecer ou deteriorar seu esqueleto formado por espículas de carbonato de cálcio. Já as espécies *M. microsigmatosa* e *C. celata* são consideradas como bioindicadoras de poluição orgânica, uma vez que suas populações são mais densas nas áreas sujeitas a uma maior concentração de coliformes fecais e e outros tipos de matéria orgânica em Arraial do Cabo (Muricy, 1989).

#### ***Mycale microsigmatosa***

Esponja incrustante que também serve como verdadeiro 'hotel' para pequenos invertebrados, como crustáceos e poliquetas.

Foto: Guilherme Muricy.



#### ***Dysidea robusta***

Espécie maciça que serve de abrigo para pequenos invertebrados, principalmente crustáceos. Ocorre principalmente na Prainha e na Praia do Forno.





Juvenil de *Pomacanthus paru* próximo de uma toca repleta de esponjas. Os peixes da família Pomacanthidae são um dos poucos que se especializaram em se alimentar de esponjas, conhecidas por conterem diversas substâncias tóxicas.



As esponjas são conhecidas como verdadeiros "hotéis vivos" por abrigarem uma rica fauna de pequenos invertebrados.



***Amphimedon viridis***

Esponja que na década de 1980 era comum na Baía de Arraial mas, atualmente, é bastante rara. Produz substâncias com atividades antitumoral e antibacteriana, entre outras. Foto: Guilherme Muricy.



***Scopalina ruezleri***

Esponjas que produzem compostos bioativos, com aplicação farmacológica e inseticida. Foto: Fernando Moraes.



***Tedania ignis***

Esponja alaranjada conhecida por causar irritação na pele. Produz vários compostos bioativos de interesse farmacológico.



***Arenosclera brasiliensis***

Esponja endêmica do estado do Rio de Janeiro que produz substâncias com potente atividade antimicrobiana.



### ***Polymastia janeirensis***

Espécie que ocorre em fundos inconsolidados semi-enterrada na areia.

Atualmente, duas espécies ainda não descritas do gênero *Darwinella* são as esponjas mais comuns nos costões de Arraial do Cabo. Ambas são incrustantes e finas, mas se distinguem pela cor amarela ou alaranjada.

## **Histórico de pesquisas**

O primeiro levantamento das esponjas de águas rasas da região de Arraial do Cabo foi realizado pela expedição científica de mergulho 'Oxford Diving Expedition' em 1977, liderada por pesquisadores estrangeiros. Anteriormente, foram realizadas somente coletas esporádicas de esponjas calcareas em Arraial do Cabo (Borojevic & Peixinho, 1976). Durante a expedição de 1977 foram coletadas 11 espécies de esponjas (Maggs *et al.*, 1979), das quais cinco foram descritas posteriormente por Mothes de

Moraes (1985). Arraial do Cabo foi a primeira área no Brasil a ter um estudo detalhado sobre a estrutura ecológica das comunidades de esponjas (Muricy, 1989; Muricy *et al.*, 1991). Esses trabalhos avaliaram as mudanças na abundância das esponjas de acordo com as características físicas do ambiente tais como a luz, sedimentação, hidrodinamismo e poluição por esgoto doméstico (Muricy, 1989; Muricy *et al.*, 1991). Muitas outras expedições foram feitas desde então em Arraial do Cabo, resultando em descrições e registros científicos de mais de 70 espécies, incluindo algumas novas para a ciência e muitas novas ocorrências para o Brasil ou para o estado do Rio de Janeiro (Hajdu &

Boury-Esnault, 1991; Hajdu & Van Soast, 1992; Hajdu *et al.* 1992; Boury-Esnault *et al.*, 1994; Klautau *et al.*, 1994; Vilanova & Muricy, 2001; Klautau & Borojevic, 2001; Carvalho *et al.*, 2004; Muricy & Hadju, 2006; Muricy *et al.*, 2011).

Estudos desenvolvidos em Arraial do Cabo também avaliaram interações ecológicas das esponjas com outros organismos, especialmente de comensalismo com crustáceos, ofiuróides e outros invertebrados (Serejo, 1998; Batista, 2002; Ribeiro *et al.*, 2003; Clavico *et al.*, 2006), além de predação de esponjas por moluscos nudibrânquios (Belmonte *et al.*, 2015). Também já foi observada a dinâmica

populacional de espécies não nativas e que foram introduzidas em Arraial do Cabo, provavelmente por embarcações ou aderidas a conchas de moluscos trazidas do exterior para cultivo (Cavalcanti *et al.*, 2013). O potencial biotecnológico de algumas espécies da região para as indústrias farmacológica e naval também foi avaliado (Muricy & Silva, 1999; Clavico *et al.*, 2006; Ribeiro *et al.*, 2013).

Apesar de Arraial do Cabo ser uma das regiões mais bem estudadas quanto à sua fauna de esponjas, ainda hoje novas espécies são frequentemente descobertas. Por exemplo, duas espécies não descritas de *Darwinella* estão entre as

### ***Aplysina fulva***

Esponja amarela esverdeada ou marron com formato digitiforme ou de ramos achatados, comumente encontrada em costões rasos e bem iluminados. Esta espécie produz substâncias com atividade antibacteriana.



mais abundantes atualmente nos costões rochosos da região. Os trabalhos realizados até o momento em Arraial do Cabo foram baseados principalmente em organismos coletados no interior da Baía de Arraial do Cabo, que é abrigada das ondas e tem costões rasos e bem iluminados. Nessa baía são comumente observadas as espécies *Aplysina fulva*, *Dysidea etheria* e *Guitarra sepia*.

Já os costões rochosos mais fundos da face externa da Ilha do Cabo Frio e do Pontal do Atalaia, expostos às fortes ondulações vindas de sudoeste e às águas frias da ressurgência, foram muito menos estudados até agora. As peculiaridades ambientais

desses costões rochosos restringem a distribuição de muitas esponjas, assim como facilitam o estabelecimento de outras espécies, como *Haliclona vansoesti*, *Pachycalina alcaloidifera* e *Hemimycale sp.*, que em Arraial somente são observadas nessa área. Assim, os levantamentos realizados na região mostram que Arraial do Cabo é um importante ponto de transição biogeográfica da costa brasileira e tem uma espongofauna composta ao mesmo tempo por espécies tropicais e subtropicais. Há ainda muitas lacunas no conhecimento sobre a ocorrência e a distribuição dos poríferos nestas áreas de Arraial do Cabo.

### ***Dysidea etheria***

Espécie muito comum em toda a região de Arraial do Cabo e Cabo Frio.





***Dysidea janiae***

Esponja conhecida por estabelecer uma associação com a alga vermelha *Jania adherens*. Essa esponja é principalmente registrada na Baía de Arraial do Cabo.



***Guitarra sepia***

Porífero de coloração preta na parte externa e amarela em seu interior.



***Haliclona vansoesti***

Esponja registrada, em Arraial do Cabo, somente na parte externa da Ilha do Cabo Frio e na Ilha dos Franceses, áreas com maior influência da ressurgência e da ação das ondas. Foto: Fernando Moraes.



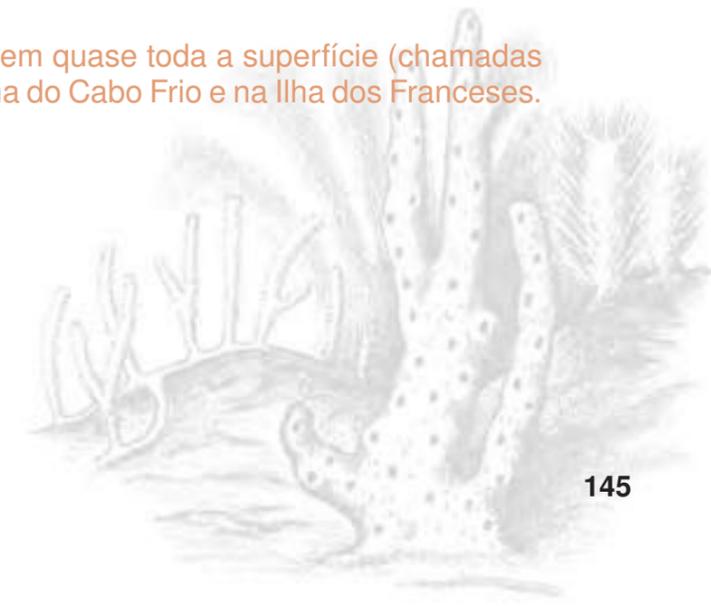
***Pachycalina alcaloidifera***

Porífero registrado em Arraial do Cabo, apenas na parte externa da Ilha do Cabo Frio e na Ilha dos Franceses. Produz substâncias com forte atividade antimicrobiana.



***Hemimycale sp.***

Caracterizada pelas estruturas inalantes que recobrem quase toda a superfície (chamadas de crivos). Registrada apenas na parte externa da Ilha do Cabo Frio e na Ilha dos Franceses. Foto: Fernando Moraes.





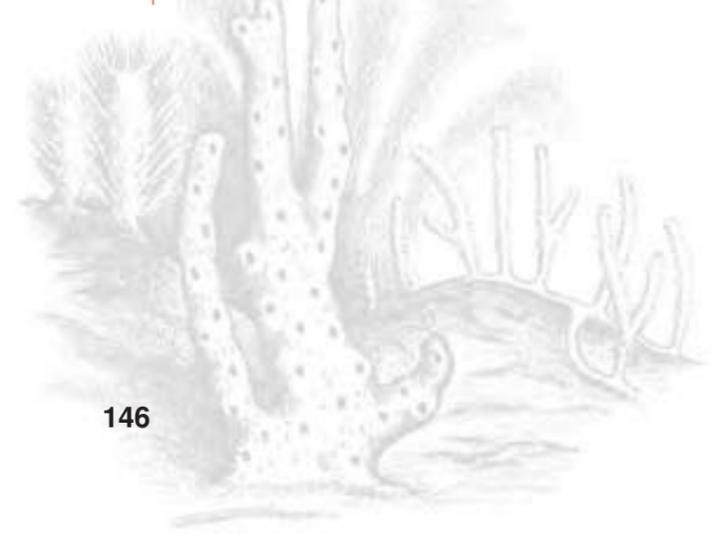
***Cinachyrella alloclada***

Porífero muito comum no recife de arenito na Ilha do Cabo Frio.



***Dragmacidon reticulatum***

Produz um muco abundante e tem substâncias com atividade antibiótica.





Esponja calcária encontrada em fendas e tocas.



***Tedania murdochi***

Esponja amarela registrada pela primeira vez, recentemente, em Arraial do Cabo na Enseada da Camarinha, - lado externo da Ilha do Cabo Frio.

***Sycettusa hastifera***

Esponja calcária exótica. Essa espécie originária do Mar Vermelho mas que atualmente é comum na região.  
Foto: André Padula.



## Classe Calcarea

### Família Amphoriscidae

*Leucilla uter* Poléjaeff, 1883

*Paraleucilla magna* Klautau, Monteiro & Borojevic, 2004 <sup>EXO</sup>

### Família Clathrinidae

*Borojevia aspina* (Klautau, Solé-Cava & Borojevic, 1994)

*Borojevia brasiliensis* (Solé-Cava, Klautau, Boury-Esnault, Borojevic & Thorpe, 1991) <sup>END(BR)</sup>

*Clathrina aurea* Solé-Cava, Klautau, Boury-Esnault, Borojevic & Thorpe, 1991

*Clathrina conifera* Klautau & Borojevic, 2001 <sup>END(BR)</sup>

*Clathrina cylindractina* Klautau, Solé-Cava & Borojevic, 1994 <sup>END(BR)</sup>

*Ernstia quadriradiata* (Klautau & Borojevic, 2001) <sup>END(BR)</sup>

*Ernstia tetractina* (Klautau & Borojevic, 2001)

### Família Grantiidae (Haeckel, 1872)

*Grantia* sp.

*Leucandra rudifera* (Poléjaeff, 1883)

*Leucascus* cf. *simplex* Dendy, 1892

### Família Leucaltidae

*Ascandra ascandroides* (Borojevic, 1971)

### Família Leucosolenidae

*Leucosolenia arachnoides* (Haeckel, 1872)

### Família Heteropiidae

*Sycettusa hastifera* (Row, 1909) <sup>EXO</sup>

*Vosmaeropsis recruta* Cavalcanti, Bastos & Lanna, 2015 <sup>END(BR)</sup>

## Classe Demospongiae

### Família Acarnidae

*Acarnus souriei* (Lévi, 1952)

### Família Ancorinidae

*Asteropus brasiliensis* Hajdu & van Soest, 1992

### Família Aplysinidae

*Aplysina fulva* (Pallas, 1766)

### Família Axinellidae

*Axinella corrugata* (George & Wilson, 1919)

*Dragmacidon reticulatum* (Ridley & Dendy, 1886)

### Família Callyspongiidae

*Callyspongia (Callyspongia) pallida* Hechtel, 1965

*Callyspongia pseudotoxa* Muricy & Ribeiro, 1999

### Família Chalinidae

*Haliclona vansoesti* de Weerdt, de Kluijver & Gomez, 1999

### Família Chondrillidae

*Chondrilla caribensis* Rützler, Duran & Piantoni, 2007

### Família Chondrosiidae

*Chondrosia* sp.

### Família Clionidae

*Cliona dioryssa* (de Laubenfels, 1950)

Complexo *Cliona celata* Grant, 1826

### Família Crambeidae

*Monanchora arbuscula* (Duchassaing & Michelotti, 1864)

### Família Creliidae

*Crella* sp.

### Família Darwinellidae

*Aplysilla rosea* (Barrois, 1876)

*Chelonaplysilla erecta* Tsurumal, 1967

*Darwinella* sp.1

*Darwinella* sp.2

### Família Desmanthidae

*Petromica (Chaladesma) ciocalyptoides* (van Soest & Zea, 1986)

### Família Dysideidae

*Dysidea etheria* de Laubenfels, 1936

*Dysidea janiae* (Duchassaing & Michelotti, 1864)

*Dysidea robusta* Vilanova & Muricy, 2001

### Família Geodiidae

*Geodia corticostylifera* Hajdu, Muricy, Custodio, Russo & Peixinho, 1992

### Família Guitarriidae

*Guitarra sepia* Lerner, Hajdu, Custodio & van Soest, 2004 <sup>END(BR)</sup>

### Família Halichondriidae

*Amorphinopsis atlantica* Carvalho, Hajdu, Mothes & van Soest, 2004

*Halichondria (Halichondria) panicea* (Pallas, 1766)

*Hymeniacion heliophila* (Parker, 1910)

### Família Niphatidae

*Amphimedon viridis* Duchassaing & Michelotti, 1864

*Amphimedon* sp.

*Arenosclera brasiliensis* Muricy & Ribeiro, 1999

### Família Hymedesmiidae

*Hemimycale* sp.

### Família Mycalidae

*Mycale (Carmia) microsigmatosa* Arndt, 1927

*Mycale (Mycale) arenaria* Hajdu & Desqueyroux-Faúndez, 1994

### Família Myxillidae

*Myxilla (Myxilla) mucronata* Pulitzer-Finali, 1986

### Família Microcionidae

*Clathria (Microcionia) campecheae* Hooper, 1996

*Clathria (Thalysias) minuta* (van Soest, 1984)

### Família Phloeodictyidae

*Oceanapia nodosa* (George & Wilson, 1919)

*Pachychalina alcaloidifera* Pinheiro, Berlinck & Hajdu, 2005

### Família Polymastiidae

*Polymastia janeirensis* (Boury-Esnault, 1973) <sup>END(BR)</sup>

### Família Suberitidae

*Terpios* aff. *fugax*

### Família Scopalinidae

*Scopalina ruetzleri* (Wiedenmayer, 1977)

### Família Spongillidae

*Heteromeyenia cristalina* Batista, Volkmer-Ribeiro & Melão, 2007

### Família Tedaniidae

*Tedania (Tedania) ignis* (Duchassaing & Michelotti, 1864)

*Tedania (Tedania) brasiliensis* Mothes, Hajdu & van Soest, 2000 <sup>END(BR)</sup>

*Tedania (Tedania) murdochi* Topsent, 1913 <sup>NO(AR)</sup>

### Família Tetillidae

*Cinachyrella alloclada* (Uliczka, 1929)

### Família Thorectidae

*Cacospongia* sp.

- Batista, D. (2003). Ophiuridea associada as esponjas marinhas de Arraial do Cabo, RJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 60pp.
- Batista, D. & Muricy, G. (2012). High intraspecific variation in the diet of the french angelfish *Pomacanthus paru* in the south-western Atlantic. *Brazilian Journal of Oceanography*, 60: 449 – 454.
- Belmonte T.; Alvim V.; Padula V. & Muricy G (2015). Spongivory by nudibranchs on the coast of Rio de Janeiro state, southeastern Brazil (Mollusca, Gastropoda). *Spixiana* 38, 2: 187-195.
- Borojevic R. & Peixinho S. (1976). Éponges calcaires du Nord-Nord-Est du Brésil. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle* (3A) 402: 987–1036.
- Boury-Esnault, N.; Hajdu E.; Klautau M.; Custódio M.R. & Borojevic R. (1994). The value of cytological criteria in distinguishing sponges at the species level: the example of the genus *Polymastia*. *Canadian Journal of Zoology* 72: 795-804.
- Carvalho, M. de S.; Hajdu E. & Mothes B. (2004). *Amorphinopsis* (Halichondrida: Demospongiae) from the Atlantic Ocean, with the description of a new species. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 84: 925-930.
- Clavico, E.E.G.; Muricy, G.; Da Gama, B. A. P.; Batista, D.; Ventura, C.R.R. & Pereira, R.C. (2006). Ecological roles of natural products from the marine sponge *Geodia corticostylifera*. *Marine Biology*, 148: 479-488.
- Hajdu, E. & Boury-Esnault, N. (1991) Marine Porifera of Cabo Frio (Rio de Janeiro – Brazil). The family Mycalidae Lundbeck, 1905, with the description of a new species. *Revista Brasileira de Biologia*, 51(3): 503–513.
- Hajdu, E. & van Soest, R.W.M. (1992) A revision of Atlantic *Asteropus* Sollas, 1888 (Demospongiae), including a description of three new species, and with a review of the family Coppatiidae Topsent, 1898. *Bijdragen tot de Dierkunde*, 62: 3–19.
- Hajdu, E.; Muricy, G.; Custódio, M.; Russo, C. & Peixinho, S. (1992). *Geodia corticostylifera* (Demospongiae, Porifera) new astrophorid from the Brazilian coast (southwestern Atlantic). *Bulletin of Marine Science*, 51: 204–217.
- Klautau, M. & Borojevic, R. (2001). Calcareous sponges from Arraial do Cabo – Brazil (I: The genus *Clathrina*). *Zoosystema*, 23: 395–410.
- Klautau, M.; Monteiro, L. & Borojevic, R. (2004). First occurrence of the genus *Paraleucilla* (Calcarea, Porifera) in the Atlantic Ocean: *P. magna* sp. nov. *Zootaxa*, 710: 1–8.
- Maggs, C.A.; Milner, A. A.; Watts, W. & Whittle, M. R. (1979). The Oxford diving expedition to Cabo Frio, Brazil. *Bulletin of the Oxford University Exploration Club*, 4: 13–40.

- Mothes de Moraes, B. (1985). Sponges collected by the Oxford Diving Expedition to the Cabo Frio upwelling area (Rio de Janeiro, Brasil). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 20(4): 227–237.
- Muricy G. (1989). Sponges as pollution-biomonitoring at Arraial do Cabo, Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 49(2): 347-354.
- Muricy, G.; Hajdu, E.; Custódio, M.; Klautau, M.; Russo, C. & Peixinho, S. (1991). Sponge distribution at Arraial do Cabo, S. E, Brazil. *Proceedings of VII Symposium Coastal Oceanography Management*, 2: 1183-1196.
- Muricy, G. & Hajdu, E. (2006) Porifera Brasilis: guia de identificação das esponjas mais comuns do Sudeste do Brasil. Série Livros 17, Museu Nacional, Rio de Janeiro.
- Muricy, G., Lopes, D.A., Hajdu, E., Carvalho, M.S., Moraes, F.C., Klautau, M., Menegola, C. & Pinheiro, U. (2011) Catalogue of Brazilian Porifera. Museu Nacional Série Livros 46, Rio de Janeiro, 300 pp.
- Muricy, G. & Silva, O. C. (1999). Esponjas marinhas do Estado do Rio de Janeiro: um recurso renovável inexplorado. In: *Ecologia dos Ambientes Costeiros do Estado do Rio de Janeiro. Série Oecologia Brasiliensis*, 7: 155–178.
- Padua A., Lanna E. & Klautau M. (2013). Macrofauna inhabiting the sponge *Paraleucilla magna* (Porifera: Calcarea) in Rio de Janeiro. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93: 889–898.
- Reis, F.; Moraes, F.; Batista, D.; Villaça, R.; Aguiar, A. & Muricy, G. (2012). angelfish *Holocanthus ciliaris* (Pomacanthidae) in São Pedro e São Paulo Archipelago, Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1-8.
- Ribeiro, S. M.; Omena, E. P. & Muricy, G. (2003). Macrofauna associated to *Mycale microsigmatosa* (Demospongiae, Poecilosclerida) in Rio de Janeiro, SE Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*: 57(5–6): 951–959.
- Ribeiro, S. M.; Rogers, R.; Rubem, A. C.; Da Gama, B. A. P.; Muricy, G. & Pereira, RC. (2012). Antifouling activity of twelve demosponges from Brazil. *Brazilian Journal Biology*, 73(3): 501-506.
- Santos, A. B. Coutinho & Hajdu, E. (2002). Spongivory by *Eucidaris tribuloides* from Salvador, Bahia. (Echinodermata: Echinoidea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 82: (2) 295-297.
- Serejo, C. S. (1998). Gammaridean and caprellidean fauna (Crustacea) associated with the sponge *Dysidea fragilis* Johnston at Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brazil. *Bulletin of Marine Science*, 63(2): 363-385.
- Vilanova, E. & Muricy, G. (2001). Taxonomy and distribution of the sponge genus *Dysidea* Johnston, 1842 (Demospongiae, Dendroceratida) in the extractive reserve of Arraial do Cabo, SE Brazil (SW Atlantic). *Boletim do Museu Nacional*, 453: 1–16.



## Capítulo 6

### Cnidários

### (Cnidaria)

Luciana Altvater & Laís Farias Oliveira Lima

*Cerianthomorpe brasiliensis*

---

## Características gerais

Os representantes do Filo Cnidaria (do grego, *knide*=urtiga) possuem como principal característica a presença de cnidas. As cnidas são organelas intracelulares produzidas pelos cnidócitos, que atuam na captura de presas, na digestão, na defesa, na locomoção e na adesão ao substrato. Os cnidários são animais diploblásticos: o embrião é formado somente por dois folhetos germinativos, a ectoderme e a endoderme. Apresentam simetria radial, ou seja, o seu corpo é cilíndrico com suas

partes corpóreas igualmente distribuídas ao redor de um único eixo.

A única abertura corporal dos cnidários é a boca, rodeada por tentáculos, que se abre para uma cavidade digestiva, denominada celêntero ou cavidade gastrovascular. A parede do corpo é composta externamente pela epiderme, internamente pela gastroderme, e entre esses dois tecidos há uma matriz extracelular, a mesoglêia. Apresentam um ciclo de vida no qual as formas pólipô e medusa se alternam, ocupando os ambientes bentônico e planctônico, respectivamente.

Grande parte das necessidades nutricionais de algumas espécies de cnidários é suprida por microalgas simbióticas que vivem no interior de seus tecidos, como o coral *Mussismilia hispida* e a anêmona *Aiptasia pallida* (página ao lado).

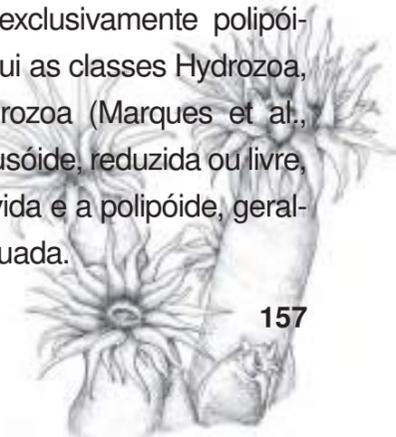


Os cnidários são na grande maioria carnívoros, alimentando-se de ovos, larvas, pequenos crustáceos e peixes, mas podem alimentar-se também da matéria orgânica em suspensão. Muitas espécies de águas rasas possuem zooxantelas em seus tecidos, microalgas simbióticas capazes de produzir compostos orgânicos através da fotossíntese, contribuindo para a nutrição desses organismos.

Entre os cnidários há uma grande variedade de formas e ciclos de vida (Gili et al., 1989; Gili & Hughes, 1995). Os antozoários não apresentam o estágio medusóide, enquanto os hidrozoários podem apresentar desde uma medusa completamente funcional, em algumas espécies, até um estágio vestigial que fica preso ao pólipô, em outras. Os cnidários podem ser monóicos (hermafroditas) ou dióicos (gonocóricos). Em

Anthozoa, os pólipos reproduzem-se tanto sexuadamente como assexuadamente, assim como em Medusozoa, dando origem a outros pólipos e às medusas, que reproduzem-se sexuadamente. O desenvolvimento das colônias ocorre através da reprodução assexuada.

Os cnidários são animais exclusivamente aquáticos, sendo a grande maioria das espécies marinhas. Atualmente existem cerca de 11.000 espécies de cnidários descritas (Daly et al., 2007). Tradicionalmente, o grupo Cnidaria é dividido em dois grandes grupos: (1) Anthozoa com espécies exclusivamente polipóides e (2) Medusozoa, que inclui as classes Hydrozoa, Scyphozoa, Cubozoa e Staurozoa (Marques et al., 2003), nas quais a forma medusóide, reduzida ou livre, é a fase sexuada do ciclo de vida e a polipóide, geralmente colonial, é a fase assexuada.



## Classe Anthozoa

A Classe Anthozoa é o grupo com a maior diversidade, incluindo cerca de um terço das espécies existentes de Cnidaria (aproximadamente 7.500 espécies). Os antozoários são exclusivamente polipóides, com espécies coloniais ou solitárias. Os pólipos apresentam um disco oral, rodeado por tentáculos, com uma boca no centro que conduz a uma faringe. Um sulco ciliado, o sifonóglifo, que direciona a água para

a cavidade gastrovascular ocorre em um ou dois cantos da boca e da faringe. A cavidade gastrovascular é dividida pelos mesentérios, dobras da gastroderme e da mesogléia, que podem ser completos, unindo-se à faringe, ou incompletos. Os antozoários são classificados em duas subclasses, Octocorallia e Hexacorallia, de acordo principalmente com o número e disposição dos mesentérios e dos tentáculos.

Os octocorais são, na sua grande maioria, coloniais. Seus pólipos são pequenos, alongados, de

paredes transparentes e finas. Apresentam oito tentáculos pinados e oito mesentérios completos. Os octocorais possuem escleritos calcários de vários formatos e cores, que lhes confere rigidez e constituem um elemento importante na taxonomia do grupo. A fauna de octocorais do Brasil é muito diversificada e possui várias espécies endêmicas, muitas vezes associadas aos ambientes recifais. A distribuição das espécies se estende desde águas rasas até águas profundas, sendo a maioria habitante de profundidades rasas. Atu-

almente a subclasse Octocorallia está dividida em 3 ordens: Pennatulacea (canetas-do-mar), Helioporacea (coral azul) e Alcyonacea (corais moles e gorgônias).

A Subclasse Hexacorallia apresenta espécies coloniais e solitárias. Os pólipos são robustos e apresentam mesentérios pareados, completos e incompletos, em múltiplos de seis. Os corais-pétreos ou escleractíneos (ordem Scleractinia) formam a maior ordem de Anthozoa e são importantes construtores de recifes biogênicos devido a suas estruturas calcárias. Na cos-

*Carijoa riisei* (A-B); *Heterogorgia uatumani* (C) e *Leptogorgia punicea* (D) são exemplos de espécies de octocorais encontrados na região.

A

B

C

D





***Phyllogorgia dilatata***.

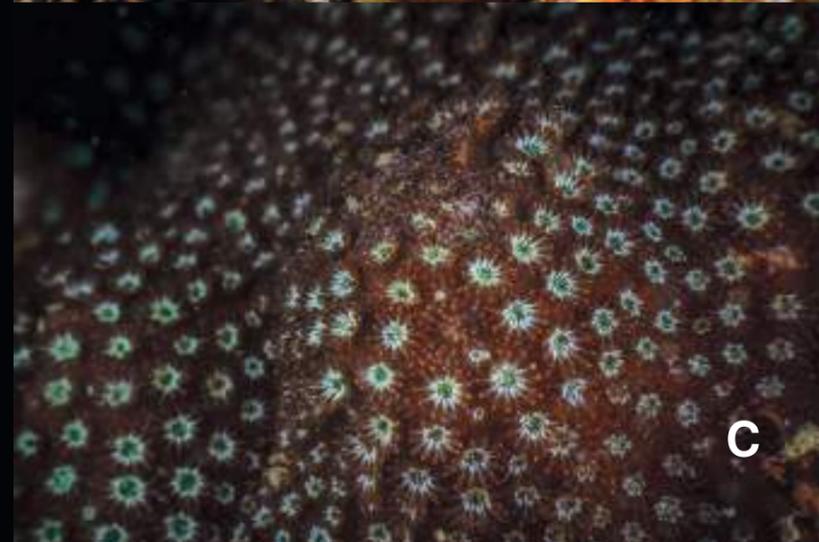
Octocoral endêmico da costa brasileira (acima) e o detalhe de seu pólipo (abaixo). Essa espécie é comercializada ilegalmente em varias partes da costa brasileira.

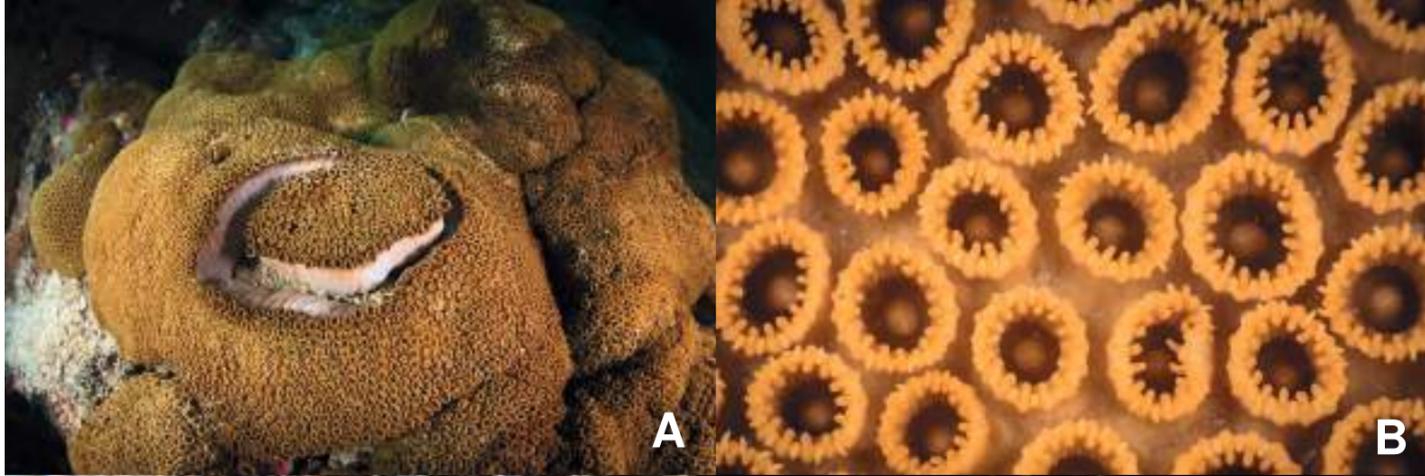


ta brasileira, a diversidade de escleractíneos é reduzida quando comparada a outras zonas recifais e essa riqueza tende a diminuir consideravelmente a partir do sul do Estado da Bahia em direção a maiores latitudes (Castro & Pires, 2001). Os zoantídeos (ordem Zoanthidea) são comuns em águas rasas e em substratos rochosos. Muitos possuem zooxantelas e formam gran-

des extensões de colônias. Apesar de serem popularmente chamados de corais (ex: coral baba-de-boi; *Palythoa caribaeorum*), os zoantídeos não possuem esqueleto calcário. Os exuberantes pólipos solitários ou coloniais da ordem Corallimorpharia também não formam estruturas de carbonato de cálcio e se diferenciam dos zoantídeos pela ausência de sifonóglifo.

Detalhe do esqueleto de espécies de corais escleractíneos encontrado em Arraial do Cabo: ***Astrangia rathbuni*** (A); ***Mussismilia hispida*** (B); ***Porites branneri*** (C) e ***Siderastrea stellata*** (D).





*Palythoa caribaeorum* (A-B), *Zoanthus* sp.1 (C); *Zoanthus* sp. 2 (D) são espécies de zoantídeos encontrados em Arraial do Cabo.



*Corynactis* sp.  
Espécie nos matacões e o detalhe do seu pólipó, comumente registrado no lado externo da Ilha do Cabo Frio.



*Actinostella flosculifera* (A); *Anemonia sargassensis* (B); *Bunodosoma caissarum* (C); *Anthopleura cascaia* (D); *Actinia bermudensis* (E); *Telmatactis* sp. (F); *Aiptasia pallida* (G); *Anthothoe chilensis* (H) são espécies de actinários encontrados na região.

As anêmonas-do-mar (Ordem Actiniaria) apresentam pólipos solitários, de corpo mole, com tentáculos não-pinados. Geralmente são encontradas em substratos rochosos e recifais. Os ceriantos ou anêmonas-de-tubo (Ordem Ceriantharia) são pólipos solitários e bentônicos que vivem no interior de tubos, enterrados na areia ou no substrato lodoso.

## Classe Scyphozoa

A Classe Scyphozoa conta com aproximadamente 200 espécies atualmente descritas. Nos cifozoários, o pólipo e a medusa se alternam, sendo a medusa a fase mais conspícua. Os pólipos de Scyphozoa (cifístomas) são conhecidos em poucas espécies e dificilmente são encontrados no ambiente natural devido ao seu pequeno tamanho.

## Classe Cubozoa

A Classe Cubozoa possui apenas cerca de 43 espécies atualmente descritas. Os pólipos de Cubozoa são solitários e metamorfoseiam-se completamente em medusa. A maioria dos acidentes graves com cnidários envolvem as cubomedusas, que podem causar sérias queimaduras.

## Classe Staurozoa

A Classe Staurozoa foi recentemente descrita e compreende Stauromedusae e o grupo fóssil Conulatæ (Marques & Collins, 2004). A Ordem Stauromedusae possui cerca de 50 espécies descritas. As Stauro-

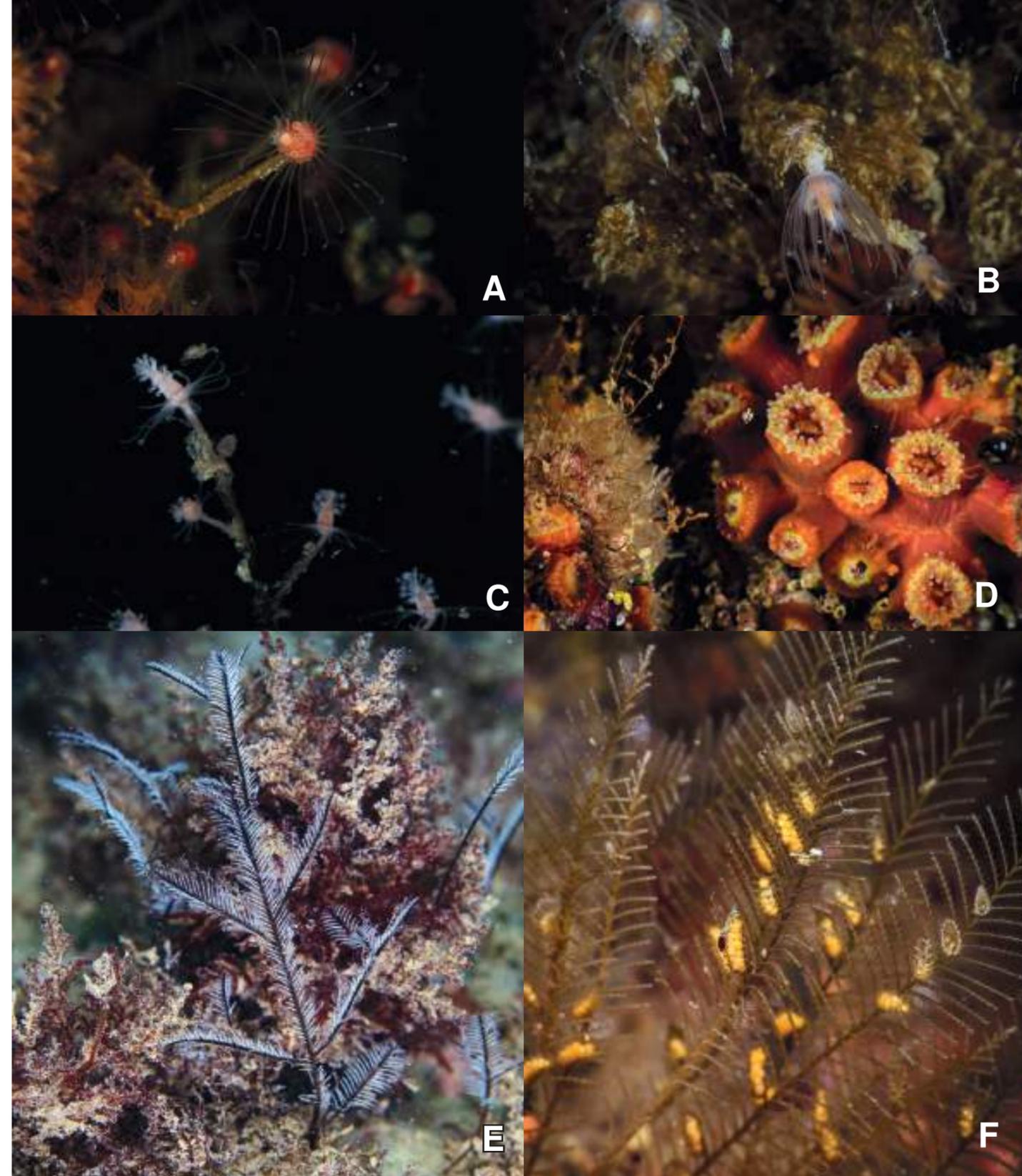
medusae são medusas pequenas que, diferentemente de outras águas-vivas, vivem fixas às algas ou rochas. Possuem uma umbrela rodeada por aglomerados de tentáculos e um pedúnculo que faz a fixação no substrato através de um disco adesivo basal.

## Classe Hydrozoa

A Classe Hydrozoa possui cerca de 3.500 espécies conhecidas. Dessas, a grande maioria é marinha, mas há alguns representantes de água doce. Os hidrozoários apresentam grande diversidade de formas e ciclos de vida. A maioria das espécies apresenta as formas pólipo e medusa, embora algumas sejam exclusivamente polipóides ou medusóides. Os principais representantes bentônicos da Classe Hydrozoa são os hidróides e os hidrocorais.

Os hidróides são hidrozoários polipóides sésseis e geralmente coloniais, muitas vezes revestidos por um exoesqueleto de quitina. Possuem pólipos relativamente simples, sem faringe ou mesentérios. Muitas espécies apresentam pólipos polimórficos, modificados de acordo com a função que exercem. Sua fixação no substrato é feita através da hidrorriza, da qual brota o hidrocaule ou os pólipos diretamente.

Os hidrocorais possuem um esqueleto calcário incrustante ou ramificado capaz de compor estruturas recifais. No Brasil os hidrocorais são representados pela família Milleporidae, com ampla distribuição da espécie *Millepora alcicornis* (Amaral et al., 2008). Os milleporídeos, popularmente chamados de corais-de-fogo, são zooxantelados e possuem pólipos defensivos capazes de provocar lesões na pele (Lewis et al., 2006).

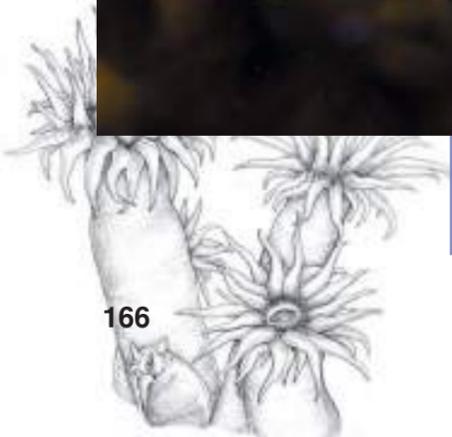


*Ectopleura crocea* (A); *Tubulariidae n.i.* (B); *Pennaria disticha* (C); *Eudendrium carneum* (esq.) e *Astringia rathbuni* (dir.) (D); *Macrorhynchia philipina* (E); *Aglaophenidae n.i.* (F) são algumas espécies de hidrozoários encontradas em Arraial.



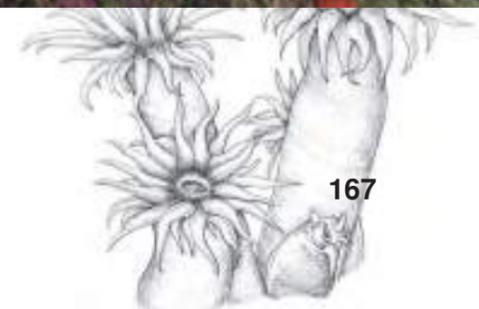
***Millepora alcicornis***

Espécie de hidrocoral conhecida como coral-de-fogo, comumente encontrada na baía.



***Porites branneri***

Coral pétreo que tem seu limite sul de distribuição na região de Arraial do Cabo.



## Importância ecológica e econômica

Os cnidários podem cobrir até 50% do substrato em alguns costões abrigados de Arraial do Cabo (Rogers et al., 2014). O zoantídeo *P. caribaeorum* é a espécie dominante, seguida por *Millepora alcicornis*, *Siderastrea stellata*, *Phyllogorgia dilatata* e *Mussismilia hispida*. A região de Cabo Frio possui uma baixa

riqueza de espécies de corais (aproximadamente 10 espécies) quando comparada aos recifes biogênicos e de arenito no Nordeste (aproximadamente 30 espécies) (Castro & Pires, 2001; Leão et al., 2003). No entanto, devido à abundância inesperadamente alta de corais, a Baía de Arraial do Cabo foi considerada como um oásis coralíneo por Laborel (1969). Além disso, a região de Arraial do Cabo também caracteriza o limite sul de distribuição de formadores de reci-

Os corais pétreos ou escleractíneos são abundantes nos costões da Baía de Arraial do Cabo.



168



O zoantídeo *Palythoa caribaeorum* é uma das espécies de cnidários mais abundantes na região de Arraial do Cabo.



169

fes brasileiros como *Porites branneri*, *M. alcicornis* e *S. stellata* marcando a transição da comunidade de cnidários predominantemente tropical para subtropical (Castro & Pires, 2001; Leão et al., 2003). Segundo Lima & Coutinho (2016), *S. stellata* é o coral-pétreo mais abundante em Arraial do Cabo e forma grandes

colônias, ao contrário do que seria esperado de uma população em seu limite de distribuição geográfica.

A comunidade de cnidários bentônicos pode fornecer alimento e abrigo para outros animais. Peixes recifais, comuns em Arraial do Cabo, como o peixe sargento (*Abudefduf saxatilis*), o peixe frade



O peixe-borboleta (*Chaetodon striatus*) se alimenta de pólipos da gorgônia *Phylogorgia dilatata* na região.



O ofiuróide exótico *Ophiothela mirabilis* é frequentemente encontrado sobre colônias do coral-de-fogo *Millepora alcicornis*.

(*Pomacanthus paru*), o peixe-borboleta (*Chaetodon* spp.) e o peixe-papagaio (*Scarus* spp.) forrageiam pólipos de cnidários, tais como zoantídeos, hidrozoários, e corais-pétreos (Ferreira et al., 2004; Francini-Filho et al., 2008; Francini-Filho & Moura, 2010). Há registros de tartarugas da espécie *Eretmochelys imbricata* (tartaruga de pente) se alimentando do zoantídeo *P. caribaeorum*, na Laje de Santos (Stampar et al., 2007). Esse comportamento também foi observado na região

de Arraial do Cabo (Lima, L., observação pessoal). É muito comum encontrar ofiuróides sobre as colônias da gorgônia *P. dilatata* e do coral-de-fogo *M. alcicornis*. Esses corais fornecem proteção aos ofiuróides contra predadores (Stewart, 1996; Ribeiro, 2010).

Embora não contribuam para a formação de recifes biogênicos nessa latitude, os corais hermatípicos ou formadores de recifes ocupam matacões e encostas rochosas, conferindo maior diversidade e

comple xidade de microhabitats em Arraial do Cabo (Ferreira et al., 2001; Rogers et al., 2014). Destaca-se a capacidade única de *M. alcornis* atuar como um engenheiro ecossistêmico, uma vez que não existem espécies de escleractíneos ramificados no Brasil que provêm habitats para abrigo e berçários de peixes recifais (Lewis, 2006; Coni et al., 2012; Pereira et al., 2012).

A distribuição de cnidários bentônicos nos costões rochosos de Arraial do Cabo varia vertical

e horizontalmente. Em termos de zonação vertical existe uma transição na comunidade que é dominada por zoantídeos, hidrocorais e actiniários nas áreas mais rasas do costão para uma maior cobertura de escleractíneos e gorgonáceos em direção ao fundo arenoso (Granthom-Costa, 2012). Cnidários zooxantelados competem por um aporte ótimo de luz. Desta forma, zoantídeos como o coral baba-de-boi *P. caribaeorum*, geralmente são bem sucedidos

em ambientes com maior luminosidade (Suchanek & Green, 1981; Bastidas & Bones, 1996; Rabelo et al., 2013). Os corais-pétreos ficam mais expostos à sedimentação ao ocuparem as áreas mais planas e próximas à areia, no entanto, espécies brasileiras estão frequentemente expostas a um elevado aporte de sedimento e mostram-se bem estabelecidas nesses locais (Lins-de-Barros & Pires, 2006; Castro et al., 2012, Lima & Coutinho, 2016).

Pouco se conhece sobre a relação entre o ambiente e a comunidade de cnidários bentônicos da região de Arraial do Cabo. Sabe-se que a ocorrência, ainda que eventual, de temperaturas como as da ressurgência de Cabo Frio, costuma criar uma condição de estresse para corais zooxantelados, capaz de provocar branqueamento e outros prejuízos ao crescimento, reprodução e alimentação. Quedas bruscas de temperatura podem, inclusive, causar mortalidade de algumas espécies de corais escleractíneos, levando à uma diminuição de sua diversidade e abundância (Burns, 1985; Muscatine et al., 1991; Birkeland, 1997; Kemp et al., 2011).

Os Octocorallia, especialmente os Alcyonacea, são ricos em metabólitos secundários, os quais apresentam diversas funções ecológicas, tais como defesa contra predação, competição interespecífica por espaço, antiincrustação e reprodução. Dentre as espécies de Arraial do Cabo, várias foram estudadas quanto à ação dos seus metabólitos secundários: o extrato bruto de *P. dilatata* mostrou ser efetivo contra o estabelecimento de balanídeos (Pereira et al., 2002) e contra predadores (Epifânio et al., 1999); *L. violacea* apresentou defesa contra peixes (Epifânio et al., 2000); a espécie exótica *C. braziliensis* apresentou defesa química contra consumidores e

ação alelopática contra a nativa *P. dilatata* (Lages et al., 2006). Os Zoanthidae (Hexacorallia) também são conhecidos por possuir diversas substâncias que agem contra predação e incrustação. Os cnidários, portanto, possuem um grande potencial para aplicação em produtos naturais com ação anti-incrustante.

## Histórico de pesquisas

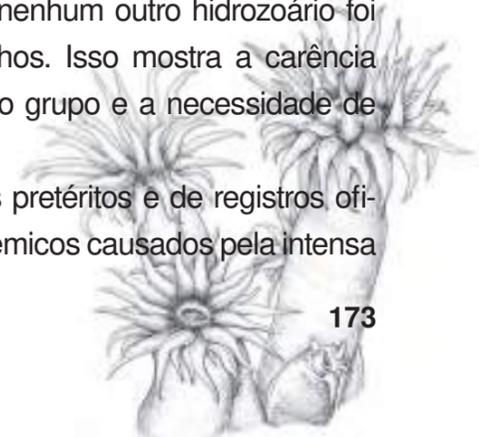
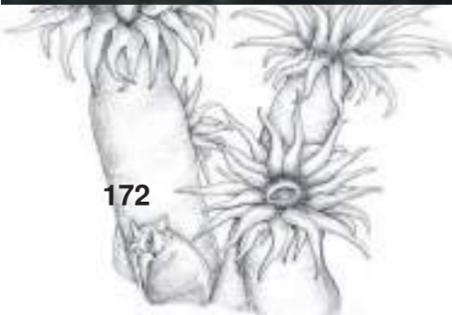
Poucos trabalhos foram realizados em Arraial do Cabo a respeito especificamente da cnidariofauna bentônica. Castro et al. (1995) fizeram uma análise quali-quantitativa das populações no infralitoral de costões rochosos e registraram cerca de dez espécies de cnidários. Ferreira (2003) cita mais seis espécies de antozoários para a região, sendo duas delas consideradas introduzidas, *Tubastraea coccinea* e *Stereonephthya* aff. *curvata*. Dois anos mais tarde, descobriu-se que os espécimes considerados como *S. aff. curvata* eram na verdade pertencentes a uma espécie e um gênero novos, *Chromonephthea braziliensis* (van Ofwegen, 2005). Atualmente, colônias do coral exótico *Tubastraea tagusensis* também têm sido visualizadas na região (Altwater, L., observação pessoal). Epifânio et al. (2000) citam a ocorrência de *Leptogorgia violacea* (determinada como *Lophogorgia violacea*) e Gasparini et al. (2005) da anêmona gigante *Condylactis gigantea*. Com exceção do hidrocoral *M. alcornis*, nenhum outro hidrozoário foi registrado nesses trabalhos. Isso mostra a carência de conhecimento sobre o grupo e a necessidade de novos estudos na área.

A falta de estudos pretéritos e de registros oficiais dos danos ecossistêmicos causados pela intensa



***Siderastrea stellata***

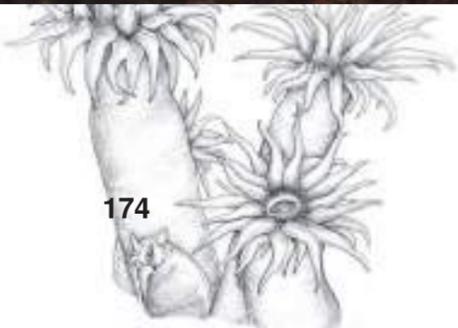
Colônia de coral com área de branqueamento durante o período de ressurgência em Arraial do Cabo.



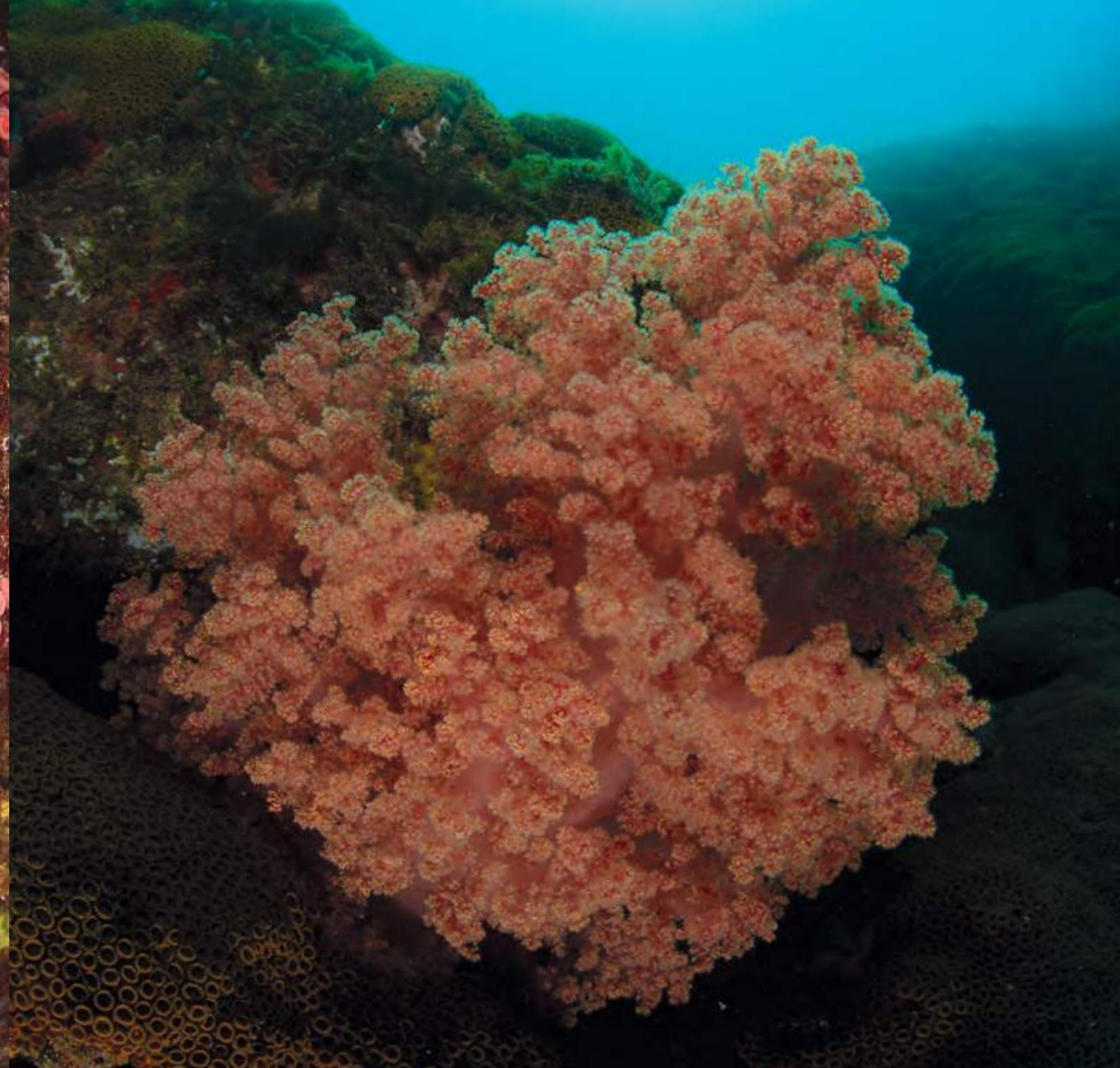


***Tubastraea coccinea***

Coral invasor que é observado em diferentes locais na Baía do Arraial do Cabo.

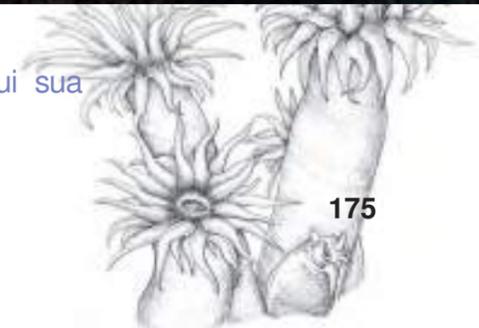


174



***Chromonephtea braziliensis***

Este octocoral exótico é popularmente chamado de “coral mole” e possui sua distribuição restrita ao Saco dos Cardeiros, localizada na baía da região.

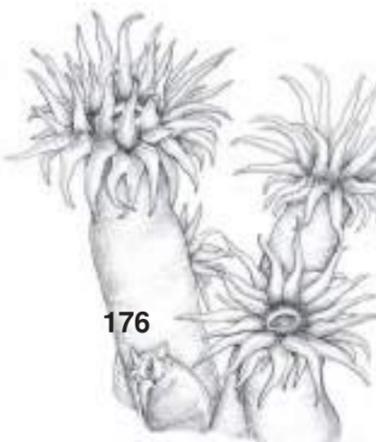


175



***Tubastraea tagusensis***

Coral exótico que também ocorre em Arraial.



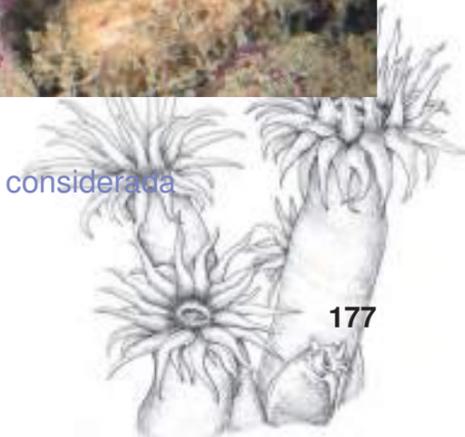
retirada de espécies de corais hermatípicos e anêmonas para aquarofilia na década de 1980, deixa uma grande lacuna para a conservação do grupo (Gasparini et al., 2005; Rogers et al., 2014). Até 1990, a anêmona *C. gigantea* era abundante na região, mas sua população entrou em colapso devido à forte exploração pelo mercado ornamental. Cerca de 100 indivíduos eram coletados diariamente no início dos anos 90 em Arraial do Cabo, de acordo com Gasparini et al. (2005). Atualmente, a espécie é considerada “Em Perigo” no Estado do Rio de Janeiro pelo Ministério do Meio Ambiente (Pires & Castro, 2008a). A anêmona-de-tubo

*Cerianthomorpe braziliensis*, muito explorada mundialmente como recurso ornamental pela indústria da aquarofilia devido à sua beleza, também está ameaçada de extinção segundo o informe do MMA (Pires & Castro, 2008b). Outras duas espécies de cnidários, a gorgônia *Phyllogorgia dilatata* e o coral-de-fogo *M. alcicornis* estão no Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção, consideradas como “Vulneráveis” (Castro & Pires, 2008; Pires & Castro, 2008c). A falta de dados ecológicos contribui para a inexistência de um programa de monitoramento de corais e outros cnidários na RESEX de Arraial do Cabo.



***Cerianthomorpe braziliensis***

A anêmona-de-tubo é explorada pelo mercado ornamental e atualmente é considerada ameaçada de extinção, segundo Livro Vermelho da Fauna Ameaçada.



Taxa registrados em Arraial do Cabo. ESN: Espécie nova; NO: Nova Ocorrência; END: Endêmica; INV: espécie não nativa (exótica); AME: Ameaçada; BR: Brasil; (RJ): Rio de Janeiro; (AR): Arraial do Cabo. Estado de conservacao: LC (menos preocupante); DD (dados insuficientes); NT (quase ameaçada).

## Classe Hydrozoa

### Ordem Leptothecata

#### Família Aglaopheniidae

*Aglaophenia* sp.

*Macrorhynchia philippina* Kirchenpauer, 1872

#### Família Campanulariidae

*Obelia dichotoma* (Linnaeus, 1758)

*Clytia gracilis* (Sars, 1850)

#### Família Plumulariidae

*Plumularia* sp.

### Ordem Anthoathecata

#### Família Eudendriidae

*Eudendrium carneum* Clarke, 1882

#### Família Milleporidae

*Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 <sup>AM (BR)</sup>

#### Família Oceaniidae

*Corydendrium* sp.

#### Família Pennariidae

*Pennaria disticha* Goldfuss, 1820

#### Família Tubulariidae

*Ectopleura crocea* (Agassiz, 1862)

*Zyzyzus warreni* Calder, 1988

## Classe Anthozoa

### Subclasse Octocorallia

#### Ordem Alcyonacea

#### Família Clavulariidae

*Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860) <sup>EXO (BR)</sup>

#### Família Gorgoniidae

*Phyllogorgia dilatata* (Esper, 1806) <sup>END (BR), AM (RJ)</sup>

*Leptogorgia punicea* (Pallas, 1766) <sup>END (BR)</sup>

#### Família Nephtheidae

*Chromonephthea brasiliensis* van Ofwegen, 2005 <sup>EXO (BR)</sup>

#### Família Plexauridae

*Heterogorgia uatumani* Barreira e Castro, 1990

### Subclasse Hexacorallia

#### Ordem Actiniaria

#### Família Actiniidae

*Actinia bermudensis* (McMurrich, 1889)

*Actinostella flosculifera* (Lesueur, 1817)

*Anemonia sargassensis* Hargitt, 1908

*Anthopleura cascaia* Corrêa, 1973

*Bunodosoma caissarum* Corrêa in Belém, 1987 <sup>END (BR)</sup>

#### Família Aiptasiidae

*Aiptasia pallida* (Agassiz in Verrill, 1864)

#### Família Isopheliidae

*Telmatactis* sp.

#### Família Sagartiidae

*Anthothoe chilensis* (Lesson, 1830)

### Ordem Corallimorpharia

#### Família Corallimorphidae

*Corynactis* sp.

### Ordem Scleractinia

#### Família Poritidae

*Porites branneri* Rathbun, 1887 <sup>END (BR)</sup>

#### Família Siderastreidae

*Siderastrea stellata* Verrill, 1868 <sup>END (BR)</sup>

#### Família Dendrophylliidae

*Tubastraea coccinea* Lesson, 1829 <sup>INV</sup>

*Tubastraea tagusensis* Wells, 1982 <sup>INV</sup>

#### Família Mussidae

*Mussismilia hispida* (Verrill, 1902) <sup>END (BR)</sup>

### Ordem Zoantharia

#### Família Sphenopidae

*Palythoa* cf. *brasiliensis* Heider, 1899\*

*Palythoa caribaeorum* (Duchassaing & Michelotti, 1860)

#### Família Zoanthidae

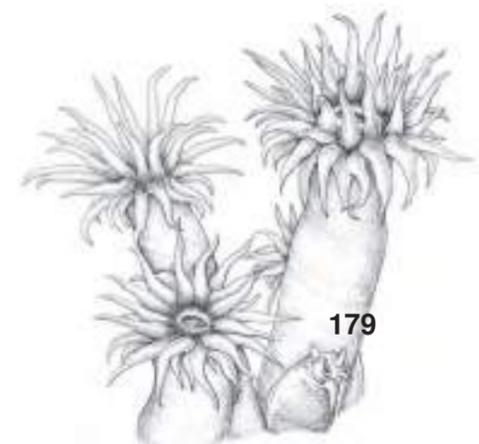
*Zoanthus* sp.

*Zoanthus sociatus* (Ellis, 1786)\*\*

### Ordem Ceriantharia

#### Família Cerianthidae

*Cerianthomorpha brasiliensis* Carlgren, 1931 <sup>AM (BR)</sup>



## Referências Bibliográficas

- Amaral, F. M. D.; Steiner, A. Q.; Broadhurst, M. K. & Cairns, S. D. (2008). An overview of the shallow-water calcified hydroids from Brazil (Hydrozoa: Cnidaria), including the description of a new species. *Zootaxa*, 1930: 56–68.
- Bastidas, C. & Bone, D. (1996). Competitive strategies between *Palythoa caribaeorum* and *Zoanthus sociatus* (Cnidaria: Anthozoa) at a reef flat environment in Venezuela. *Bulletin of Marine Science*, 59: 543–555.
- Birkeland, C. (1997). *Life and death of coral reefs*. Chapman & Hall, New York, 536 p.
- Burns, T. P. (1985). Hard-coral distribution and cold-water disturbances in South Florida: variation with depth and location. *Coral Reefs*, 4: 117–124.
- Castro, C. B.; Echeverria, C. A.; Pires, D. O.; Mascarenhas, B. J. A. & Freitas, S. G. (1995). Distribuição de Cnidaria e Echinodermata no infralitoral de costões rochosos de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 55: 471–480.
- Castro, C. B. & Pires, D. O. (2001). Brazilian coral reefs: what we already know and what is still missing. *Bulletin of Marine Science*, 69: 357–371.
- Castro, C. B. & Pires, D. O. (2008). *Phyllogorgia dilatata* (Esper, 1806). In: Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. (A.B.M. Machado, G.M.M. Drummond & A.P. Paglia, ed.). MMA, Brasília, DF, Belo Horizonte, MG, Fundação Biodiversitas, p.168-169.
- Castro, C. B.; Segal, B.; Negrão, F. & Calderón, E.N. (2012). Four-year monthly sediment deposition on turbid southwestern Atlantic coral reefs, with a comparison of benthic assemblages. *Brazilian Journal of Oceanography*, 60:49-63.
- Coni, E. O. C.; Ferreira, C. M.; Moura, R. L.; Meirelles, P. M.; Kaufman, L. & Francini-Filho, R. B. (2012). An evaluation of the use of branching fire-corals (*Millepora* spp.) as refuge by reef fish in the Abrolhos Bank, eastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 96:45–55.
- Daly, M., Brugler, M. R., Cartwright, P., Collins, A. G., Dawson, M. N., Fautin, D. G., France S. C., McFadden C. S., Opresko D. M., Rodriguez E., Romano S. L. & Stake J. L. (2007). The phylum Cnidaria: a review of phylogenetic patterns and diversity 300 years after Linnaeus. *Zootaxa*, 1668: 127–182.
- Epifânio, R. A.; Martins, D. L.; Villaça, R. & Gabriel, R. (1999). Chemical defenses against fish predation in three brazilian octocorals: 11 $\beta$ ,12 $\beta$ -epoxypukalide as a feeding deterrent in *Phyllogorgia dilatata*. *Journal of Chemical Ecology*, 25: 2255-2265.
- Epifânio, R. A.; Maia, L. F. & Fenical, W. (2000). Chemical defenses of the endemic Brazilian gorgonian *Lophogorgia violacea* Pallas (Octocorallia, Gorgonacea). *Journal of Brazilian Chemical Society*, 11: 584–591.
- Ferreira, C. E. L.; Arruda, J. E. G. & Coutinho, R. (2001). Community structure of fishes and habitat complexity on a

tropical rocky shore. *Environmental Biology of Fishes*, 61:353–69.

- Ferreira, C. E. L. (2003). Non-indigenous corals at marginal sites. *Coral Reefs*, 22: 498.
- Ferreira, C. E. L.; Floeter, S. R.; Gasparini, J. L.; Ferreira, B. P. & Joyeux, J. C. (2004). Trophic structure patterns of Brazilian reef fishes: a latitudinal comparison. *Journal of Biogeography*, 31: 1093–1106.
- Francini-Filho, R. B. & Moura, R. L. (2010). Predation on the toxic zoanthid *Palythoa caribaeorum* by reef fishes in the Abrolhos Bank, Eastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 58: 77–79.
- Francini-Filho, R. B.; Moura, R. L.; Ferreira, C. M. & Coni, E. O. C. (2008). Live coral predation by parrotfishes (Perciformes: Scaridae) in the Abrolhos Bank, eastern Brazil, with comments on the classification of species into functional groups. *Neotropical Ichthyology*, 6: 191–200.
- Gasparini, J. L.; Floeter, S. R.; Ferrreira, C. E. L. & Sazima, I. (2005). Marine ornamental trade in Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 14: 2883–2899.
- Gili, J. M., Murillo, J. & Ros, J. (1989). The distribution pattern of benthic Cnidarians in the Western Mediterranean. *Scientia Marina*, 53: 19-35
- Gili, J. M. & Hughes, R. G. (1995). The ecology of marine benthic hydroids. *Oceanography and Marine Biology*, 33: 351-426.
- Granthom-Costa, L. V. (2012). *Variação espacial da comunidade bentônica do sublitoral consolidado na Baía de Arraial do Cabo, RJ: ênfase no grupo Ascidiacea*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 101 p.
- Kemp, D. W.; Oakley, C. A.; Thornhill, D. J.; Newcomb, L. A.; Schmidt, G. W. & Fitt, W. K. (2011). Catastrophic mortality on inshore coral reefs of the Florida Keys due to severe low-temperature stress. *Global Change Biology*, 17: 3468–3477.
- Laborel, J. (1969). Les peuplements de madréporaires des côtes tropicales du Brésil. *Annales de l'Université d'Abidjan* (Series E), 2: 1–260.
- Lages, B. G.; Fleury, B. G.; Ferreira, C. E. L. & Pereira, R. C. (2006). Chemical defense of an exotic coral as invasion strategy. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 328: 127–135.
- Leão, Z. M. A. N.; Kikuchi, R. K. P. & Testa, V. (2003). Corals and coral reefs of Brazil. *Latin American Coral Reefs*, 50: 9-52.
- Lewis, J. B. (2006). Biology and ecology of the hydrocoral *Millepora* on coral reefs. *Advances in Marine Biology*, 50: 1-55.
- Lins-de-Barros, M. M. & Pires, D. O. (2006). Colony size-frequency distributions among different populations of the scleractinian coral *Siderastrea stellata* in southwestern Atlantic: Implications for life history patterns. *Brazilian Journal of Oceanography*, 54: 213-223.

Lima, L.F.O & Coutinho, R. (2016). The reef coral *Siderastrea stellata* thriving at its range limit: population structure in Arraial do Cabo, southeastern Brazil. *Bulletin of Marine Science*, 92: 107–121.

Marques, A. C.; Morandini, A. C. & Migotto, A. E. (2003). Synopsis of knowledge on Cnidaria Medusozoa from Brazil. *Biota Neotropica*, 3: 1-18.

Marques, A. C. & Collins A. G. (2004). Cladistic analysis of Medusozoa and cnidarian evolution. *Invertebrate Biology*, 123: 23-42.

Muscatine, L.; Grossman, D. & Doiño, J. (1991). Release of symbiotic algae by tropical sea anemones and corals after cold shock. *Marine Ecology Progress Series*, 77: 233–243.

Pereira, R. C.; Carvalho, A. G. V.; Gama, B. A. P. & Coutinho, R. (2002). Field experimental evaluation of secondary metabolites from marine invertebrates as antifoulants. *Brazilian Journal of Biology*, 62: 311–320.

Pereira, P. H. C.; Leal, I. C. S.; Araújo, M. E. & Souza, A. T. (2012). Feeding association between reef fishes and the fire coral *Millepora* spp. (Cnidaria: Hydrozoa). *Marine Biodiversity Records*, 5: 42.

Pires, D. O. & Castro, C. B. (2008a). *Condylactis gigantea* (Weinland, 1860). In: Machado, A. B. M.; Drummond, G. M. M. & Paglia, A. P. (eds.). Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. MMA, Brasília, DF, Belo Horizonte, MG, Fundação Biodiversitas, 166–167 pp.

Pires, D. O. & Castro, C. B. (2008b). *Cerianthomorpha brasiliensis* Carlgren, 1931. In: Machado, A. B. M.; Drummond, G. M. M. & Paglia, A. P. (eds.). Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. MMA, Brasília, DF, Belo Horizonte, MG, Fundação Biodiversitas, 262–263 pp.

Pires, D. O. & Castro, C. B. (2008c). *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758. In: Machado, A. B. M.; Drummond, G. M. M. & Paglia, A. P. (eds.). Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. MMA, Brasília, DF, Belo Horizonte, MG, Fundação Biodiversitas, 262–263 pp.

Rabelo, E. F.; Soares, M. O. & Matthews-Cascon, H. (2013). Competitive interactions among Zoanthids (Cnidaria: Zoanthidae) in an Intertidal Zone of Northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 61: 35–42.

Rogers, R.; Correal, G.; de Oliveira, T. C. & Ferreira, C. E. L. (2014). Coral health rapid assessment in marginal reef sites. *Marine Biology Research*, 10: 612-624.

Stampar, S. N.; Silva, P.F. & Luiz, O.J. (2007). Predation on the Zoanthid *Palythoa caribaeorum* (Anthozoa, Cnidaria) by a Hawksbill Turtle (*Eretmochelys imbricata*) in Southeastern Brazil. *Marine Turtle Newsletter*, 117: 3-4.

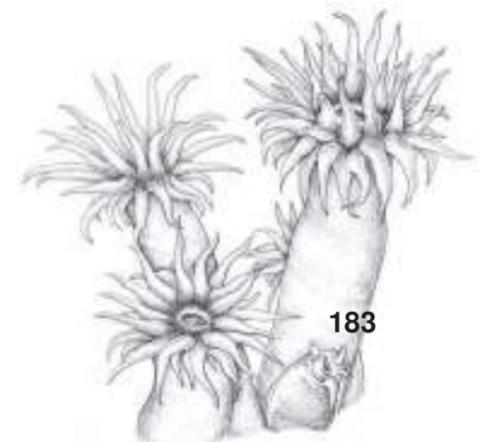
Stewart, B. (1996). Growth dynamics of the radial shields of the euryalid snake star *Astrobrachion constrictum* (Echinodermata: Ophiuroidea). *Invertebrate Biology*, 115: 321-330.

Suchanek, T.H. & Green, D. J. (1981). Interspecific competition between *Palythoa caribaeorum* and other sessile invertebrates

on St Croix reefs, US Virgin islands. *Proceedings of the Fourth International Coral Reef Symposium*, 2: 679-684.

van Ofwegen, L. P. (2005). A new genus of nephtheid soft corals from the Indo-Pacific. *Zoologische Mededelingen Leiden* 79 (4): 1–236.

WoRMS Editorial Board (2016). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2016-09-15. doi:10.14284/170





# Capítulo 7

## Vermes marinhos

### (Annelida: Polychaeta)

Christine Ruta, Alana dos Santos Leitao,  
Marco Antônio B. Gomes, Rômulo Barroso  
Baptista & Paulo Cesar de Paiva

*Polynoidae* sp. 1

Espécie desconhecida da família

---

## Características gerais

Polychaeta (poliquetas) junto com Oligochaeta (minhocas) e Hirudinea (sanguessugas) compõe tradicionalmente o Filo Annelida. Os poliquetas são animais que podem variar de poucos milímetros até mais de um metro de comprimento, possuem o corpo mole formado por uma série de segmentos, e diferenciam-se pela presença de inúmeros pares de cerdas (Polychaeta, do grego: *poly* = muitas; *chaeta* = cerdas) ao longo dos segmentos.

Estima-se que atualmente sejam conhecidas cerca de 16.000 espécies de poliquetas, distribuídas principalmente no ambiente marinho em todas as profundidades. Possuem uma enorme diversidade de formas, cores e estratégias de vida e habitam tanto os substratos consolidados e inconsolidados, sendo um grupo importante do meio e da macrofauna bentônica. Em relação a reprodução, os poliquetas se reproduzem assexuadamente ou sexuadamente. São na maioria dióicos, com poucos casos de espécies hermafroditas. Exibem uma grande diversidade de estratégias reprodutivas como, por exemplo, a epitoquia, um modo reprodutivo onde os espécimes, ou partes destes sofrem uma metamorfose, nadam para a coluna d'água e liberam os gametas pela parede do corpo em um evento sincronizado, conhecido como enxameamento. Uma revisão sobre a reprodução do grupo pode ser encontrada em Rouse & Pleijel (2006).

Existe uma grande diversidade de padrões em relação a distribuição geográfica das espécies de poliquetas. Nas últimas duas décadas, uma série de estudos com dados moleculares tem demonstrado que a ocorrência de espécies crípticas é um fenômeno comum (Nygren, 2014), o que torna as suas

distribuições mais restritas do que eram registradas. Entretanto, alguns poucos estudos confirmaram a existência de espécies com amplas distribuições (Ahrens et al., 2013).

A identificação dos poliquetas em nível específico é uma tarefa difícil e normalmente envolve a consulta de bibliografias específicas e a análise minuciosa de características morfológicas. Dentre as características morfológicas utilizadas para a classificação dos poliquetas, são exemplos: região anterior, órgãos sensoriais e quimiossensoriais como olhos e órgãos nucais, probóscide, apêndices como tentáculos e cirros, cerdas, brânquias entre outras. Alguns exemplos de obras que podem ser usadas para o estudo dos poliquetas incluem Fauchald (1977); Beesley et al. (2000); Rouse & Pleijel (2001); Rouse & Pleijel (2006).

## Importância ecológica e econômica

Os poliquetas são os principais estruturadores de substratos no ambiente bentônico, desempenhando um papel importante no funcionamento das comunidades em termos de reciclagem, reorganização, bioturbação e incorporação de matéria orgânica aos sedimentos (Hutchings, 1998; Lana et al., 2009). Os poliquetas também são reconhecidos pela grande diversidade das suas formas de alimentação (Fauchald & Jumars, 1979) que permite avaliar a estrutura trófica do macrobentos utilizando-se apenas este táxon (Paiva, 1993).

Devido ao papel que desempenham na cadeia trófica, os poliquetas possuem uma importância

econômica indireta relacionada à pesca, podendo representar até 80% da dieta de peixes de interesse comercial (Amaral & Migotto, 1980; Amaral & Morgado, 1994). Em virtude dessa preferência na dieta de alguns peixes, espécies de poliquetas são utilizadas no Brasil e em outros países como isca natural de peixes comerciais, como o Onuphidae *Diopatra cuprea* (Amaral et al., 2010), também encontrada em Arraial do Cabo. Os poliquetas também são utilizados na dieta humana, principalmente em países asiáticos e nas Ilhas da Polinésia; no Brasil o Onuphidae *Australonuphis casamiquelorum* é apreciado como aperitivo pelas comunidades litorâneas do sul de Santa Catarina (Pagliosa, 2014). Apesar da diversidade e da abundância de poliquetas em Arraial do Cabo e da vocação natural desta região para as atividades econômicas do mar, não há nenhum registro sobre o uso direto ou indireto nessas atividades. A prática econômica da maricultura de ostras e outros

organismos é bastante comum Arraial do Cabo. Alguns poliquetas, especialmente da família Spionidae como *Dipolydora*, possuem a capacidade de perfurarem as conchas de ostras, danificando os organismos e, conseqüentemente inviabilizam o produto para comercialização (Maciel et al., 2010). Apesar desta espécie ter sido registrada em Arraial do Cabo não há nenhum registro de infestação nos cultivos.

Arraial do Cabo é um dos melhores locais do país para a prática de mergulho, devido as suas águas transparentes e a riqueza da sua biota, facilitando a visualização dos poliquetas. Várias espécies de poliquetas são fotografadas pela sua beleza por mergulhadores para ilustrar revistas especializadas de mergulho ou para fins de concursos de fotografia subaquática, além de serem comercializadas por aquarofilistas para ornamentação de aquários. Com ocorrência em Arraial do Cabo, os Sabellidae *Branchiommma luctuosum* e *Megalomma bioculatum*, e



### ***Branchiommma luctuosum***

Sabellídeo exótico que se destaca pela beleza de sua coroa de tentáculos com cores vivas, sendo um atrativo aos que praticam mergulho autônomo e turismo ecológico.



Detalhe do poliqueta retraído em seu tubo de carbonato de cálcio. As altas densidades populacionais de *B. luctuosum* pode representar uma ameaça à biodiversidade de poliquetas nativos.



***Hermodice carunculata***

Lindo poliqueta popularmente chamado de “verme-de-fogo” devido às suas cerdas que são conhecidas por causarem irritação na pele. Atualmente estão ameaçados de extinção devido a intensa exploração de aquarofilia no Brasil.

Com ocorrência em Arraial do Cabo, os Sabellidae *Branchiomma luctuosum* e *Megalomma bioculatum*, e do Serpulidae *Spirobranchus tetraceros* são exemplos de poliquetas se destacam por esta característica estética. Outro poliqueta comumente observado em mergulhos autônomos, *Eurythoe complanata*, também conhecido popularmente como “verme-de-fogo”, é uma espécie intensamente explorada no Brasil pela aquarofilia estando mesmo ameaçada de extinção (MMA, 2015).

Os poliquetas são também importantes bioindicadores de qualidade da água e sedimento, sendo algumas espécies das famílias Capitellidae, Cirratulidae, Nereididae, Pilargidae e Spionidae amplamente utilizadas em estudos de impacto ambiental para diagnosticar áreas de estresse (Dean, 2008; Feres et al., 2008). Entretanto somente a ocorrência destas espécies não indica um ambiente impactado, sendo necessários estudos sobre a

variação espaço-temporal dessas populações.

Uma característica dos Polychaeta é a capacidade que algumas espécies têm de ocupar ecossistemas que não constituem seu ambiente natural, causando graves impactos, tais como a perda de biodiversidade e prejuízos para a economia do mar. Na região de Arraial, o Sabellidae *Branchiomma luctuosum*, classificado para a zona costeira brasileira como “exótica estabelecida” (Junqueira et al., 2009), é a única espécie registrada por Costa-Paiva (2006) que demanda monitoramento contínuo sobre o tamanho de suas populações. A alta densidade e dominância de *B. luctuosum* a tornam uma potencial competidora com outras espécies brasileiras (Costa-Paiva, 2006).

O Serpulidae *Spirobranchus tetraceros*, comum em águas tropicais e em outras regiões do Brasil, geralmente ocorre associado aos corais massivos. No entanto, a espécie bioincrustante *S. tetraceros* não foi registrada em associação aos corais em Arraial

do Cabo, mas sim em substratos artificiais da zona portuária (Skinner et al., 2012). No trabalho de Skinner et al. (2012), a espécie foi referida como *Spirobranchus giganteus*, mas deve-se considerar como sendo *S. tetraceros* (com. pess. Ten Hove). Assim, recomenda-se o monitoramento da espécie na região, para avaliação do comportamento da mesma na RESEX. Outras espécies, tais como da família Serpulidae, possuem tubos calcáreos e podem gerar prejuízos nos cascos de navios e demais pela bioincrustação, embora não há registro deste problema em Arraial do Cabo. Alguns poliquetas podem também ser predadores de esponjas e corais, como o também “verme-de-fogo” *Hermodice carunculata*, além de serem um potencial vetor de patógenos associados ao branqueamento de corais (Ott & Lewis, 1972; Vreeland & Lasker, 1989; Sussman et al., 2003).

## Histórico de pesquisas

Os poliquetas, assim como outros grupos da fauna bentônica, possuem sua diversidade ainda subestimada para a plataforma continental brasileira, sendo a maior parte dos estudos concentrada nas regiões Sul e Sudeste (Amaral & Jablonski, 2005; Lana et al., 2009). A escassez de estudos sobre os poliquetas reflete em lacunas de conhecimentos para diversos ambientes como mar profundo, ambientes pelágicos e de água doce (Glasby et al., 2009; Wilmsen & Schüller, 2011; Tovar-Faro et al., 2013). Essas lacunas dificultam a observação de padrões regionais das espécies e o desenvolvimento de estudos relacionados à biologia desses organismos (Lana et al., 2009).

Arraial do Cabo é uma dessas lacunas para o conhecimento dos poliquetas, havendo poucos estudos para este grupo. O conhecimento pretérito

Poliquetas das famílias **Sabellidae** (esquerda) e **Serpulidae** (direita) constroem tubos onde ficam permanentemente alojados, deixando exposto parte da região anterior do corpo, formada por uma coroa de tentáculos, usada para capturar o alimento e para trocas gasosas.



sobre a diversidade de poliquetas em Arraial do Cabo é proveniente principalmente de estudos em fundos inconsolidados na plataforma continental (Bolívar, 1990; Ruta, 1999; Almeida & Ruta, 2000; De Léo, 2003; Ribeiro et al., 2003) e no talude continental (De Léo, 2003). Exceto os trabalhos de Bolívar (1990), não restrito a região de Arraial do Cabo, e Ruta (1999), ambos de cunho taxonômico, todos os estudos supracitados tiveram um enfoque ecológico.

Ruta (1999) é o trabalho mais representativo sobre poliquetas de Arraial do Cabo, uma vez que é o estudo mais amplo conhecido até o momento para a região. Durante dois anos, com amostragens mensais em três faixas batimétricas (30, 45 e 60 m), localizadas ao longo do litoral da restinga da Massambaba, Ruta (1999) abordou os padrões de diversidade específica, distribuição e os grupos funcionais de alimentação dos poliquetas, identificando 115 espécies distribuídas em 38 famílias de poliquetas. Outro trabalho que abordou exclusivamente os poliquetas de Arraial do Cabo, é o de Almeida & Ruta (2000), porém em uma área mais restrita, localizada na praia do Farol na Ilha de Cabo Frio, entre 3 e 6 m de profundidade, em um estudo com apenas duas coletas sobre os efeitos de um banco da alga *Sargassum furcatum*.

Todos os demais estudos supracitados envolvem os poliquetas ou a macrofauna bentônica como um todo, sendo realizados em diferentes domínios da plataforma continental entre as regiões Sul e Sudeste. Apesar destes trabalhos não serem exclusivos para Arraial do Cabo, são trabalhos importantes pelo cunho taxonômico (Bolívar, 1990), pelo registro de espécies em profundidades até 500 metros nesta região (De Léo, 2003) e pelo estudo entre a associação dos poliquetas e as esponjas (Ribeiro et al., 2003). Por fim,

na literatura sobre os poliquetas de Arraial do Cabo, encontra-se ainda dois trabalhos específicos para as espécies *Branchiomma luctuosum* e *Spirobranchus tetraceros*, realizados, respectivamente, por Costa-Paiva (2006) e Skinner et al. (2012).

São conhecidos para Arraial do Cabo 127 espécies, 93 gêneros e 43 famílias de Polychaeta. Esta riqueza de espécies é relativamente alta, quando se compara a área de Arraial do Cabo a estudos que cobrem estados inteiros. Em levantamentos intensivos incluindo todos os tipos de ambientes (consolidados e inconsolidados) do litoral de Santa Catarina foram encontradas 228 espécies (Pagliosa et al., 2012) e para o Paraná, 259 (Lana et al., 2006). A ressurgência que ocorre em Arraial do Cabo é um fenômeno reconhecido por aumentar a produtividade primária e, conseqüentemente, a biodiversidade das regiões sob sua influência, podendo ser o fator explicativo para a elevada diversidade dos poliquetas na região.

Uma estimativa do número esperado de espécies para a região, utilizando-se de estimativas assintóticas baseadas na abundância (Colwell & Coddington, 1994), indica que na região devem ocorrer cerca de 20 espécies ainda não registradas. Esta estimativa foi baseada principalmente com dados provenientes de estudos realizados em fundos inconsolidados, podendo estar sendo subestimado o número de espécies de fundos consolidados.

Durante as expedições de campo ocorridas em março de 2014 para a elaboração desta obra, com coletas realizadas exclusivamente em fundos consolidados, foram identificadas apenas 14 famílias de poliquetas, todas já anteriormente registradas. Tal fato sugere que a diversidade de poliquetas na região não deve ser muito diferente do que já foi



Poliqueta da família *Polynoidae*, sobre esponja *Mycale microsigmatosa*. Uma das características desta família é o conjunto de escamas que reveste o dorso do animal. Estes poliquetas são predadores, atacando outros animais “invertebrados” de pequeno porte.

registrada anteriormente, mesmo que oriunda de trabalhos quase que exclusivamente de fundos inconsolidados. As famílias dominantes neste estudo em substrato consolidado foram Syllidae, Sabellidae e Nereididae. Enquanto que os estudos pretéritos, realizados para substratos inconsolidados (Bolívar, 1990; Ruta, 1999; De Léo, 2003), quando totalizado os números de indivíduos encontrados, indicam as famílias Spionidae, Maldanidae e Lumbrineridae como dominantes deste ambiente.

Como as famílias de poliquetas são normalmente associadas a grupos funcionais de alimentação, estas podem ser um indicador da riqueza funcional de determinadas regiões. Assim, quando se calcula a estimativa total para a riqueza de famílias observa-se que praticamente todas as famílias que devem ocorrer na região já foram encontradas. Apenas para os fundos consolidados deve haver uma ampliação no número de famílias, embora incluindo

provavelmente famílias já referidas para a região, já que a maioria dos poliquetas ocorre em ambos os ambientes, consolidados e inconsolidados.

O litoral de Arraial do Cabo reúne inúmeras características, como suas águas transparentes, diversas atividades econômicas marinhas e o fenômeno da ressurgência, que são altamente propícias para o desenvolvimento de pesquisas básicas ou aplicadas sobre os poliquetas. Contudo, de maneira geral ainda pouco se sabe sobre a diversidade, taxonomia e ecologia das espécies de fundos consolidados da região de Arraial do Cabo. Estudos sobre biologia reprodutiva das espécies, dinâmica populacional, ciclo de vida são praticamente ausentes, embora estes sejam carentes em toda a costa brasileira. O papel da ressurgência nos processos biológicos e respostas fisiológicas das espécies de poliquetas, de grande importância para o ecossistema da região, também é um campo ainda a ser explorado.

Taxa registrados em Arraial do Cabo, RJ. ESN: Espécie nova; NO: Nova Ocorrência; END: Endêmica; INV: Espécie invasora; EXO: Espécie exótica; CRI: Espécie criptogênica; EST: Espécie não nativa (estabelecida); AM: Ameaçada; (BR): Brasil; (RJ): Rio de Janeiro; (AR): Arraial do Cabo..

## Filo Annelida

### Classe Polychaeta

#### Subclasse Palpata

#### Ordem Aciculata

##### Família Amphinomidae

*Linopherus ambigua* (Monro, 1933)

##### Família Eunicidae

*Marphysa* sp.

##### Família Glyceridae

*Glycera americana* Leidy, 1855

##### Família Goniadidae

*Glycinde multicens* Müller in Grube, 1858

*Goniada brunnea* Treadwell, 1906

*Goniada maculata* Örsted, 1843

##### Família Hesionidae

*Podarkeopsis capensis* (Day, 1963)

*Oxydromus* sp.

##### Família Lumbrineridae

*Lumbrineris mucronata* Ehlers, 1908

*Scoletoma atlantica* (Kinberg, 1865)

*Lumbrineris cingulata* Ehlers, 1897

*Ninoe* sp.

*Ninoe brasiliensis* Kinberg, 1865

*Scoletoma tetraura* (Schmarda, 1861)

##### Família Nereididae

*Ceratocephale oculata* Banse, 1977

*Nereis* sp.

##### Família Oeonidae

*Arabella iricolor* (Montagu, 1804)

*Notocirrus lorum* Ehlers, 1897

*Notocirrus* sp.

##### Família Phyllodoceidae

*Hypereteone alba* (Webster, 1879)

*Mystides borealis* Théel, 1879

*Mystides* sp. 2

*Phyllodoce madeirensis* Langerhans, 1880

*Phyllodoce mucosa* Örsted, 1843

*Phyllodoce* sp. 1

##### Família Pilargidae

*Ancistrosyllis jonesi* Pettibone, 1966

*Sigambra grubei* Müller in Grube, 1858 **END(BR)**

##### Família Pholoididae

*Pholoe minuta* (Fabricius, 1780)

##### Família Polynoidae

*Halosydnella australis* (Kinberg, 1856)

*Lepidonotus* sp. 1

##### Família Sigalionidae

*Sigalion cirrifer* Orensanz & Gianuca, 1974 **END(BR)**

*Sthenelais articulata* Kinberg, 1856

*Sthenelanella uniformis* Moore, 1910

##### Família Syllidae

*Exogone arenosa* Perkins, 1981

*Syllis hyalina* Grube, 1863

##### Família Onuphidae

*Diopatra cuprea* (Bosc, 1802)

*Diopatra tridentata* Hartman, 1944

*Kinbergonuphis orensanzi* (Fauchald, 1982)

*Kinbergonuphis tenuis* (Hansen, 1882)

*Mooreonuphis intermedia* (Kinberg, 1865)

*Nothria benthophyla* Lana, 1991 **END(BR)**

*Onuphis* sp. 1

*Onuphis* cf. *eremita* Audouin & Milne Edwards, 1833

*Rhamphobranchium verngreni* (Kinberg, 1865)

#### Ordem Canalipalpata

##### Família Ampharetidae

*Amphicteis* sp. 1

##### Família Chaetopteridae

*Chaetopterus variopedatus* (Renier, 1804)

*Spiochaetopterus costarum* (Claparède, 1869)

##### Família Cirratulidae

*Cauleriella alata* (Southern, 1914)

*Cauleriella* sp. 1

*Chaetozone* sp. 1

*Cirratulus* sp. 1

*Cirriiformia* sp. 1

*Kirkegaardia dorsobranchialis* (Kirkegaard, 1959)

*Tharyx* sp. 1

##### Família Flabelligeridae

*Pherusa* sp. 1

*Piromis roberti* (Hartman, 1951)

*Therochaeta* sp. 1

##### Família Magelonidae

*Magelona crenulata* Bolivar & Lana, 1986 **END(BR)**

*Magelona papillicornis* F. Müller, 1858

*Magelona posterelongata* Bolivar & Lana, 1986 **END(BR)**

*Magelona riojai* Jones, 1963

*Magelona variolamellata* Bolivar & Lana, 1986 **END(BR)**

##### Família Oweniidae

*Myriowenia* sp. 1

*Owenia fusiformis* Delle Chiaje, 1844

##### Família Pectinariae

*Pectinaria* sp.

##### Família Poecilochaetidae

*Poecilochaetus australis* Nonato, 1963

##### Família Sabellidae

*Chone* sp. 1

*Branchiomma luctuosum* (Grube, 1870) **INV**

*Megalomma bioculatum* (Ehlers, 1887)

##### Família Serpulidae

*Hydroides* sp. 1

*Spirobranchus tetraceros* (Schamarda, 1861)

##### Família Spionidae

*Dipolydora socialis* (Schmarda, 1861)

*Dispio* sp. 1

*Dispio* cf. *brachychaeta* Blake, 1983

*Dispio remanei* Friedrich, 1956

*Laonice branchiata* Nonato, Bolivar & Lana, 1986 **END(BR)**

*Laonice cirrata* (M. Sars, 1851)

*Malacoceros* sp. 1

*Microspio pigmentata* (Reish, 1959)

*Microspio* sp. 1

*Paraprionospio pinnata* (Ehlers, 1901)

*Prionospio dayi* (Foster, 1969)

*Prionospio steenstrupi* Malmgren, 1867

*Scolelepis (Scolelepis) squamata* (O.F. Muller, 1806)

*Spiophanes bombyx* (Claparède, 1870)

*Spiophanes duplex* (Chamberlin, 1919)

*Spiophanes kroyeri* Grube, 1860

##### Família Terebellidae

*Artacama benedeni* Kinberg, 1866

*Loimia medusa* (Savigny in Lamarck, 1818)

*Lysilla* sp. 1

*Pista cristata* (Müller, 1776)

*Thelepus setosus* (Quatrefages, 1866)

##### Família Trichobranchidae

*Terebellides anguicomus* Müller in Grube, 1858 <sup>END(BR)</sup>

### Subclasse Scolecida

#### Família Capitellidae

*Capitella capitata* (Fabricius, 1780)

*Leiocapitella* sp. 1

*Mediomastus californiensis* Hartman, 1944

*Notomastus hemipodus* Hartman, 1945

*Notomastus lobatus* Hartman, 1947

#### Família Maldanidae

*Chirimia amoena* (Kinberg, 1866)

*Clymenella brasiliensis* Mangum, 1966 <sup>END(BR)</sup>

*Clymenella dalesi* Mangum, 1966 <sup>END(BR)</sup>

*Clymenella* sp. 1

*Euclymene* sp. 1

*Lumbriclymene noemia* Lana, 1983 <sup>END(BR)</sup>

*Petaloproctus* sp. 1

*Rhodine* sp. 1

*Rhodine loveni* Malmgren, 1865

*Sonatsa* sp. 1

#### Família Opheliidae

*Armandia agilis* (Andrews, 1891)

*Armandia longicaudata* (Caullery, 1944)

*Armandia maculata* (Webster, 1884)

*Ophelina acuminata* Örsted, 1843

*Ophelina cylindricaudata* (Hansen, 1879)

*Thoracophelia* sp. 1

*Travisia forbesii* Johnston, 1840

#### Família Orbiniidae

*Leitoscoloplos kerguelensis* (McIntosh, 1885)

*Leodamas verax* Kinberg, 1866

### Referências Bibliográficas

Ahrens, J. B.; Borda, E.; Barroso, R.; Paiva, P. C., Campbell, A. M., Wolf, A., Nugues, M. M., Rouse, G. & Schulze, A. (2013). The curious case of *Hermodice carunculata* (Annelida: Amphinomidae): evidence for genetic homogeneity throughout the Atlantic Ocean and adjacent basins. *Molecular Ecology*, 22 (8): 2280–2291.

Almeida, T. C. M. & Ruta, C. (2000). Effects of a subtidal macroalgae bed on soft-bottom Polychaete assemblages in Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brazil. *Bulletin of Marine Science*, 67 (1): 199–207.

Amaral, A. C. Z. & Migotto, A. E. (1980). Importância dos anelídeos poliquetas na alimentação da macrofauna demersal e epibentônica da região de Ubatuba. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 19 (2): 31–35.

Amaral, A. C. Z. & Morgado, E. H. (1994). Alteraciones en la fauna de anélidos poliquetos de Araçá, São Sebastião (SP - Brasil). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 19 (72): 147–152.

Amaral, A. C. Z. & Jablonski, S. (2005). Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. *Megadiversidade*, 1 (1): 43–51.

Amaral, A. C. Z.; Migotto, A. E.; Turra, A. & Schaeffer-Novelli, Y. (2010). Araçá: biodiversidade, impactos e ameaças. *Biota Neotropica*, 10 (1): 219–264.

Amaral, A. C. Z.; Rizzo, A. E. & Steiner, T. M. (2008). *Eurithoe complanata*. In: Machado, A. B. M.; Drummond, G. M. & Paglia, A. P. (Org.) *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. 1ed. Brasília (DF): MMA, Belo Horizonte (MG): Fundação Biodiversitas. 2v, 280-281 pp.

Beesley, P. L.; Ross, G. J. B. & Glasby, C. J. (2000). *Polychaetes and Allies: The Southern Synthesis. Fauna of Australia*. Vol. 4A Polychaeta, Myzostomida, Pogonophora, Echiura, Sipuncula. CSIRO Publishing: Melbourne, 465 pp.

Bolívar, G. A. (1990). *Orbiniidae, Paraonidae, Heterospionidae, Cirratulidae, Capitellidae, Maldanidae, Scalibregmididae e Flabelligeridae (Annelida: Polychaeta) da costa sudeste do Brasil (22°57'S - 27°20'S)*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 191 pp.

Costa-Paiva, E. M. S. (2006). *Estudo taxonômico de Branchiomma nigromaculatum (Baird, 1865) Annelida: Polychaeta: Sabellidaena costa brasileira*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 204 pp.

Colwell, R. K. & Coddington, J. A. (1994). Estimating the extent of terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 345 (1311): 101–118.

De Léo, F. C. (2003). *Estrutura e dinâmica da fauna bêntica em regiões da plataforma e talude superior do Atlântico Sudoeste*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 152 pp.

Dean, H. K. (2008). The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution: A review. *Revista Biología Tropical*, 56: 11–38.

Fauchald, K. (1977). The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. *Natural History Museum of Los Angeles County*, 28, 188 pp.

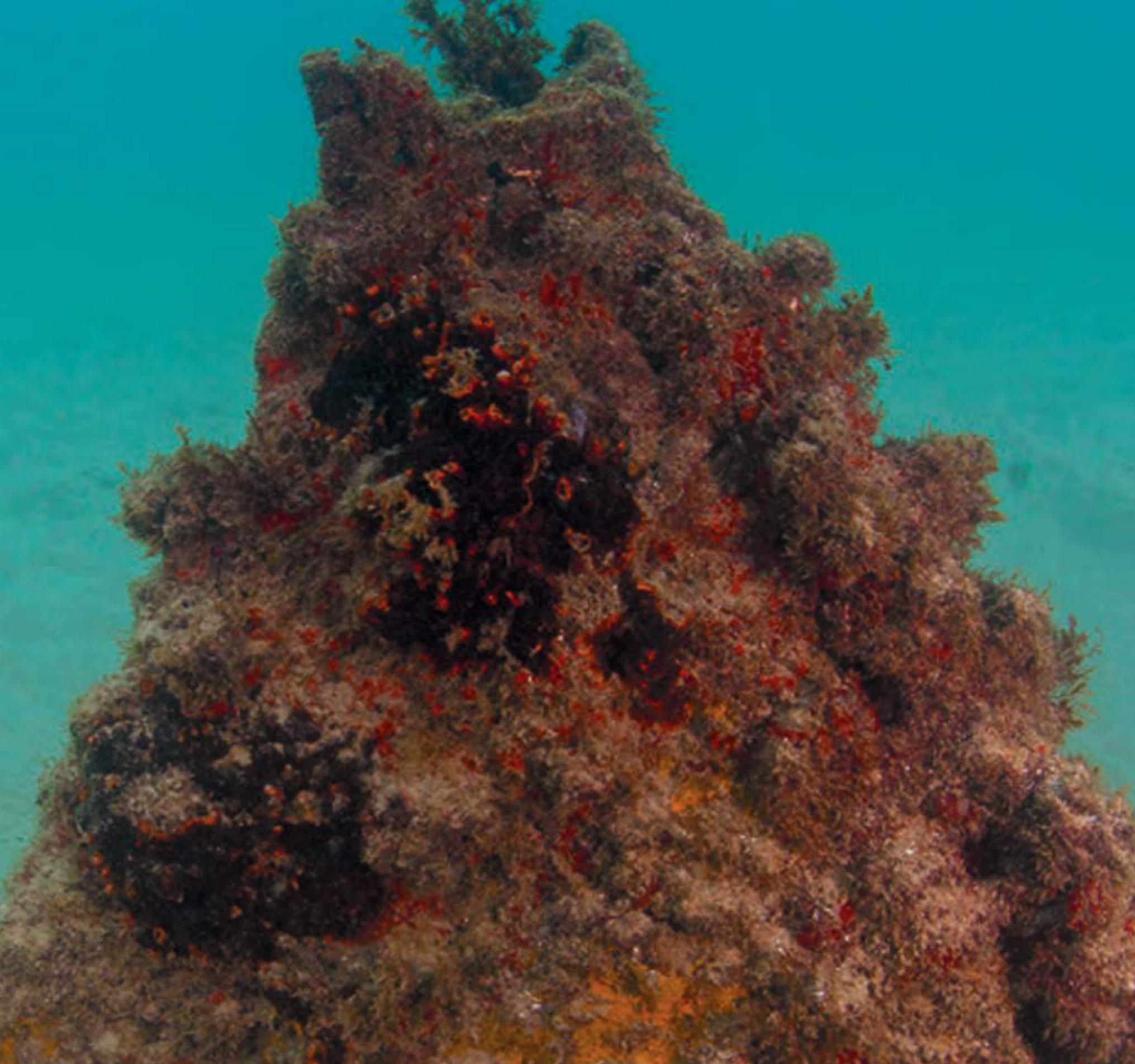
Fauchald, K. & Jumars, P. A. (1979). The diet of worms: A study of polychaete feeding guilds. *Oceanography Marine Biology Annual Review*, 17: 193–284.

Feres, S. J. C.; Santos, L. A. & Tagori-Martins, R. M. C. (2008). Família Nereididae (Polychaeta) como bioindicadora

- de poluição orgânica em praias de São Luís, Maranhão – Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 21: 95–98.
- Glasby, C. J.; Timm, T.; Muir, A. I. & Gil, J. (2009). Catalogue of non-marine Polychaeta (Annelida) of the World. *Zootaxa*, 2070: 1–52.
- Hutchings, P. (1998). Biodiversity and functioning of polychaetes in benthic sediments. *Biodiversity and Conservation*, 7: 1133–1145.
- Junqueira, A. O. R.; Tavares, M. D. S.; Schaeffer-Novelli, Y.; Radashevsky, V. I.; Cirelli, J. O.; Julio, L. M.; Romagnoli, F. C.; Dos Santos, K. C. & Ferreira-Silva, M. A. G. (2009). Zoobentos. In: Lopes, R. M. (Org.). *Informe Sobre as Espécies Exóticas Invasoras Marinhas no Brasil*. MMA - Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 439 pp.
- Lana, P. C.; Santos, C. S. G.; Garraffoni, A. R. S.; Oliveira, V. M. & Radashevsky, V. (2006). Checklist of polychaete species from Paraná State (Southern Brazil). *Check List*, 2: 30–63.
- Lana, P. C.; Amaral, A. C. Z.; Souza, J. R. B.; Ruta, C.; Brasil, A. C. S.; Santos, C. S. G. & Garraffoni, A. R. S. (2009). Polychaeta. In: Rocha, R. M. & Boeger W. A. (Org.). *Estado da Arte e Perspectivas para a Zoologia no Brasil*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 91–100 pp.
- Maciel, M. L. T.; Ibbotson, D. P. & Magalhães, A. R. M. (2010). Polidiariose em ostras *Crassostrea gigas* cultivadas na Praia da Ponta do Sambaqui, Florianópolis, Santa Catarina – Brasil. *Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science*, 47: 337–345.
- Nygren, A. (2014). Cryptic polychaete diversity: a review. *Zoologica Scripta* 43 (2): 172–183.
- Ott, B. & Lewis, J. B. (1972). The importance of the gastropod *Coralliophila abbreviata* (Lamarck) and the polychaete *Hermodice carunculata* (Pallas) as coral reef predators. *Canadian Journal of Zoology*, 50 (12): 1651–1656.
- Pagliosa, P. R. (2014). Poliquetas. In: Lindner, A. (Org.). *Vida Marinha de Santa Catarina*. Florianópolis: Editora da UFSC, 35–37 pp.
- Pagliosa, P. R.; Doria, J. G.; Alves, G. F.; & Almeida, T. C. M.; Lorenzi, L.; Netto, S. A. & Lana, P. C. (2012). Polychaetes from Santa Catarina State (southern Brazil): checklist and remarks on species distribution. *Zootaxa*, 3486: 1–49.
- Paiva, P. C. (1993). Anelídeos poliquetas da plataforma continental norte do Estado de São Paulo: I - Padrões de densidade e diversidade específica. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 43 (1/2): 69–80.
- Ribeiro, S. M.; Omena, E. P. & Muricy, G. (2003). Macrofauna associated to *Mycale microsigmatosa* (Porifera, Demospongiae) in Rio de Janeiro State, SE Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 57 (5): 951–959.
- Rouse, G. & Pleijel, F. (2001). *Polychaetes*. Oxford University Press, Oxford, 354 pp.
- Rouse, G. & Pleijel, F. (2006). *Reproductive Biology and Phylogeny of Annelida*. Vol. 4 of Series: Reproductive Biology and Phylogeny, Science Publisher, Enfield, NH. 667 pp.
- Ruta, C. (1999). *Padrões de distribuição espaço-temporal dos anelídeos poliquetas da plataforma continental ao largo da restinga da Massambaba, RJ*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 109 pp.
- Skinner, L. F.; Tenório, A. A.; Penha, F. L. & Soares, D. C. (2012). First record of *Spirobranchus giganteus* (Pallas, 1766) (Polychaeta, Serpulidae) on Southeastern Brazilian coast: new biofouler and free to live without corals?

*Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 7 (3): 117–124.

- Sussman, M.; Loya, Y.; Fine, M. & Rosenberg, E. (2003). The marine fireworm *Hermodice carunculata* is a winter reservoir and spring-summer vector for the coral-bleaching pathogen *Vibrio shiloi*. *Environmental Microbiology*, 5 (4): 250–255.
- Tovar-Faro, B.; Leocádio, M. & Paiva, P. C. (2013). Distribution of Iospilidae (Annelida) along the eastern Brazilian coast (from Bahia to Rio de Janeiro). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41 (2): 323–334.
- Vreeland, H. V. & Lasker, H. R. (1989). Selective feeding of the polychaete *Hermodice carunculata* Pallas on Caribbean gorgonians. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 129 (3): 265–277.
- Wilmsen, E. & Schüller, M. (2011). Diversity and distribution of Polychaeta in deep Antarctic and Subantarctic waters along the Greenwich meridian. *Deep Sea Research Part II: Tropical Studies in Oceanography*, 58 (19): 2004–2012.



# Capítulo 8

## Briozoários

### (Bryozoa)

Laís V. Ramalho

## Características gerais

Briozoários são animais invertebrados exclusivamente aquáticos (marinhos e de água doce), que podem formar colônias de diferentes portes (de centímetros a metros). Cada colônia pode ser formada por poucos a centenas de indivíduos (autozoóides), que têm em média 0,5 mm de tamanho. Apresentam variadas cores, diferentes níveis de calcificação, formando desde colônias gelatinosas a muito calcificadas que são muitas vezes confundidas com algas, corais e hidrozoários. Os representantes do Filo Bryozoa são caracterizados por possuírem o lofóforo, uma coroa de tentáculos ciliados que circunda a boca e ajuda no processo da alimentação. O sistema digestivo é completo apesar do pequeno tamanho dos indivíduos da colônia e alimentam-se através da filtração da água. As partículas ingeridas (diatomáceas, dinoflagelados, cocolitóforos) dependem do diâmetro da boca, que varia de acordo com cada espécie. Os briozoários não apresentam sistemas respiratórios, excretor e circulatório, dependendo da superfície do corpo para realizar as trocas gasosas e a excreção que é feita através do acúmulo do refugo alimentar.

Os briozoários apresentam duas formas de reprodução: assexuada, onde um indivíduo dá origem a outro, contribuindo para o crescimento da colônia. E a forma sexuada, com produção de larvas que darão origem a novas colônias.

Espécies deste grupo podem ser encontradas em grande abundância e alta diversidade em águas rasas (até 200 m), no entanto, a riqueza e densidade de espécies diminui consideravelmente com o aumento da profundidade (existem registros de ocorrência a 8300

m). O desenvolvimento dos briozoários é influenciado pelo tipo de substrato, correntes, turbidez, temperatura e profundidade da água. A maioria das espécies é sésil, isto é, precisam de um substrato para que as larvas possam se fixar e dar início a formação de novas colônias, que ficam presas ao substrato original toda sua vida. Contudo, algumas espécies conhecidas como Lunulitiformes, se fixam aos grãos de areia ou carapaça de foraminíferos e quando as colônias crescem, elas ficam maiores que seu substrato e se tornam “livres”, podendo se deslocar no ambiente. Os tipos de substratos utilizados pelos briozoários podem variar desde os naturais como rochas, algas, conchas, carapaças e exoesqueleto de outros animais, até substratos artificiais, como píer e outras estruturas portuárias (madeira, concreto, borracha, aço, etc), casco de embarcações, bóias, cabos, redes de pesca e objetos flutuantes (plásticos, vidros, borrachas e madeiras). Desta forma, espécies de briozoários podem ser encontradas em uma infinidade de ambientes e substratos, bastando para isso procurá-los.

## Importância ecológica e econômica

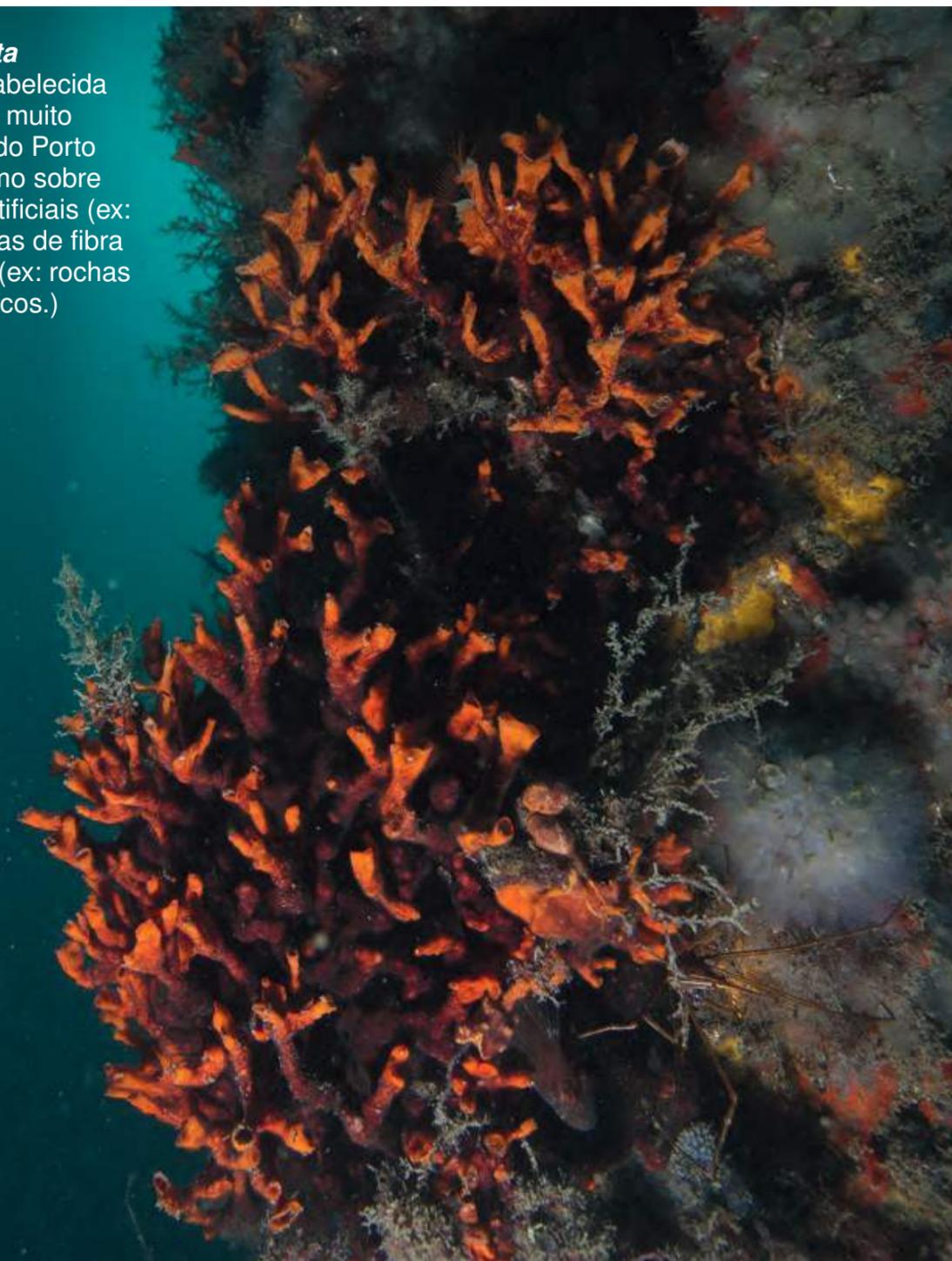
Os briozoários são também conhecidos por causarem sérios prejuízos econômicos para o mercado marítimo, além de causarem danos para a pesca. Aproximadamente 150 espécies de briozoários são citadas na literatura como principais componentes do *fouling*. Sua presença nos ambientes portuários, cascos de embarcações e instalações de água (usinas hidrelétricas e dutos de água de navios e plataformas) traz grande prejuízo a estes setores,

devido aos gastos para manutenção e limpeza, além do aumento no consumo de combustível, no caso das embarcações. Outro problema proveniente destes organismos do *fouling* é a introdução e a posterior dispersão das espécies, já que os briozoários são resistentes às viagens de navios, podendo sobreviver e então colonizar novos ambientes. Em Arraial do Cabo,

por exemplo, a espécie invasora *Licornia diadema* originária do Oceano Indo-Pacífico foi coletada em 2004 em casco de navio que estava atracado no Porto do Forno e após alguns meses diversas colônias já foram encontradas nos pilares das proximidades. Como já haviam sido realizados diversos mergulhos anteriores no Porto do Forno foi possível identificar

### *Schizoporella errata*

Espécie exótica estabelecida em Arraial do Cabo, muito comum nos pilares do Porto do Forno, assim como sobre outros substratos artificiais (ex: bóias náuticas, balsas de fibra de vidro) e naturais (ex: rochas e conchas de moluscos.)





Exemplo de casco de embarcação coberto pelo briozoário exótico *Schizoporella errata* na Praia do Forno.



### **Virididentula dentata**

Espécie exótica para costa brasileira recobrendo uma pedra na Ilha dos Porcos. Este briozoário é atualmente comumente registrado em diferentes costões rochosos da região, assim como também fixada sobre substratos artificiais (píer e cascos de embarcações).



Detalhe de *V. dentata*, com sua forma arborescente, ramificada e de coloração azul.

o momento da introdução desta espécie, que hoje já ocorre também nos costões rochosos de outros pontos da parte interna de Arraial do Cabo. Além de *L. diadema*, outras espécies não nativas também já foram registradas na região, tais como *Schizoporella errata* e *Virididentula dentata*. Ambas espécies são comumente encontradas em diferentes tipos de substratos da região.

## **Histórico de pesquisas**

O estudo taxonômico dos briozoários no Estado do Rio de Janeiro foi negligenciado por muitos anos, como em toda a costa brasileira. A primeira menção as espécies brasileiras de bryozoa foi publicada por d'Orbigny (1839). Neste trabalho foram citadas cinco espécies provenientes da Baía da Guanabara, RJ. Quase um século depois, Canu & Bassler (1928) publicaram um estudo sobre a fauna brasileira, coletada ao longo da costa, incluindo o Estado do Rio de Janeiro. Até 2005, 56 espécies haviam sido descritas para toda a costa do Estado do Rio de Janeiro (d'Orbigny, 1839; Canu & Bassler, 1928; Marcus, 1938; 1941; 1942; 1955; Barbosa, 1964; Braga, 1967, 1968; Buge, 1979; Ramalho et al., 2009). Contudo, nenhum destes trabalhos mencionou espécies de briozoários para o município de Arraial do Cabo. O mais próximo disto foram os dois trabalhos publicados por Braga (1967; 1968), cujo material biológico foi coletado ao longo da costa brasileira e outro na plataforma continental externa (30-120 m) da região de Cabo Frio. Como resultados foram identificadas 20 espécies para a costa fluminense, sendo 19 briozoários provenientes do largo da região

de Cabo Frio. Porém, os estudos taxonômicos do grupo na região se adensaram apenas com a Tese de Doutorado de Ramalho (2006) onde 49 espécies das Ordens Cheilostomata e Cyclostomata foram descritas. Das 49 espécies registradas para o litoral do Estado do Rio de Janeiro, 37 tiveram ocorrência na área costeira de Arraial do Cabo, sendo três espécies novas: *Beania maxilladentata*, *Hippomonavella brasiliensis* e *Parasmittina alba* (Ramalho et al., 2005; 2008; 2009; 2010; 2011; 2014).

Além da taxonomia das espécies, análise da estrutura de comunidade dos briozoários também foi realizada. Os resultados demonstraram que as 37 espécies identificadas estavam distribuídas entre os seis locais amostrados (Porto do Forno, Praia do Forno, Pedra Vermelha, Praia do Farol, Saco do Inglês e Furna das Mulheres). O Porto do Forno foi o local com maior número de espécies (24), equivalente a 65% das espécies da área; na Pedra Vermelha foram encontradas 15 espécies (40%) e na Praia do Farol 11 espécies (30%). Nos outros locais o número de espécies ficou entre duas e cinco (menos de 15%).

A maioria dos pontos de coleta de briozoários se restringiu na Baía dos Anjos e somente dois pontos externos foram amostrados (Furna das Mulheres e Saco do Inglês). Como a área externa de Arraial do Cabo sofre uma influência maior da Ressurgência e das ondas de tempestade, acredita-se que estes locais apresentem uma fauna diferenciada da comunidade encontrada nas áreas internas. Desta forma, novas amostragens deveriam ser feitas para que se possa conhecer de forma mais completa e acurada a fauna de briozoários do Município de Arraial do Cabo.



***Bicellariella ciliata***

Briozoário com padrão corporal arbustivo ramificado, frágil. Colônias encontradas nos costões da Ilha dos Franceses e enseadas do Camarim e Saco do Inglês.



***Caberea glabra***

Briozoário ereto, ramificado com calcificação mediana encontrada sobre costões rochosos do Saco do Inglês, enseada localizada no lado externo da Ilha do Cabo Frio.



***Steginoporella buskii***

Colônia ereta e foliácea encontrada em costões rochosos da Pedra Vermelha (Ilha do Cabo Frio).



***Watersipora subtorquata***

Briozoário com padrão corporal incrustante mas que, algumas vezes, pode tornar-se levemente foliáceo. Registro realizado na Fenda da Nossa Senhora, Ilha do Cabo Frio.

Taxa registrados em Arraial do Cabo, RJ. Observação (ESN: Espécie nova; NO: Nova Ocorrência; END: Endêmica; INV: Espécie não nativa (invasora); EST: Espécie não nativa (estabelecida); BR: Brasil; RJ: Rio de Janeiro).

### Classe Gymnolaemata

#### Família Aeteidae

*Aetea arcuata*

*Aetea ligulata* <sup>NO(RJ)</sup>

*Aetea* sp.

#### Família Beanidae

*Beania klugei*

*Beania maxiladentata* <sup>ESN</sup>

*Beania mirabilis* <sup>NO(RJ)</sup>

#### Família Bicellariellidae

*Bicellariella ciliata* <sup>NO(BR)</sup>

#### Família Bugulidae

*Bugulina carvalhoi* <sup>NO(RJ); END(BR)</sup>

*Virididentula dentata* <sup>NO(BR); EST</sup>

*Bugula neritina*

*Bugulina stolonifera* <sup>NO(RJ)</sup>

*Bugula uniserialis* <sup>NO(RJ)</sup>

#### Família Candidae

*Aspicellaria cornigera*

*Caberea glabra* <sup>NO(RJ)</sup>

*Cradoscrupocellaria atlantica*

*Cradoscrupocellaria bertholletii* <sup>NO(RJ)</sup>

*Licornia diadema* <sup>NO(BR); EST</sup>

#### Família Catenicellidae

*Catenicella conter* <sup>NO(RJ)</sup>

*Catenicella uberrima* <sup>NO(BR)</sup>

#### Família Lepraliellidae

*Celleporaria atlantica* <sup>NO(BR)</sup>

*Celleporina diota* <sup>NO(RJ); END(BR)</sup>

#### Família Hippopodidae

*Hippomonavella brasiliensis* <sup>ESN</sup>

*Hippopodina viriosa* <sup>NO(BR); INV</sup>

#### Família Phidoloporidae

*Rhynchozoon rostratum* <sup>NO(RJ)</sup>

*Reteporellina evelinae* <sup>NO(RJ); END(BR)</sup>

#### Família Savignyellidae

*Savignyella lafontii* <sup>NO(RJ)</sup>

#### Família Smittinidae

*Parasmittina alba* <sup>ESN</sup>

#### Família Schizoporellidae

*Schizoporella errata* <sup>EST</sup>

*Arthropoma cecillii* <sup>NO(RJ)</sup>

#### Família Scrupariidae

*Scruparia ambigua* <sup>NO(RJ)</sup>

#### Família Steginoporellidae

*Steginoporella buskii*

#### Família Epistomidae

*Synnotum aegyptiacum* <sup>NO(RJ)</sup>

#### Família Thalamoporellidae

*Thalamoporella* sp.

#### Família Watersiporidae

*Watersipora subtorquata*

#### Classe Stenolaemata

#### Família Crisiidae

*Crisia pseudosolena*

#### Família Diaperoeciidae

*Nevianipora floridana* <sup>NO(RJ)</sup>

#### Família Lichenoporidae

*Disporella pila* <sup>END(BR)</sup>

### Referências Bibliográficas

- Barbosa, M. M. (1964). Catálogo das espécies atuais de Bryozoa do Brasil com indicações bibliográficas. *Publicações avulsas do Museu Nacional*, 1–50.
- Braga, L. M. (1967). Notas sobre os briozoários marinhos brasileiros coletados pelo Navio Oceanográfico “Almirante Saldanha”. *Instituto de Estudos da Marinha. Notas técnicas*, Rio de Janeiro, 2: 1–16.
- Braga, L. M. (1968). Notas sobre alguns briozoários incrustantes da região de Cabo Frio. *Publicação do Instituto de Pesquisas da Marinha*, 25: 1–23.
- Buge, E. (1979). Bryozoaires Cyclostomes. *Annales de l’Institut Océanographique. Résultats Scientifiques des Campagnes de la Calypso*, 11 (55): 207–252.
- Canu, F. & Bassler, R. S. (1928). Bryozoaires du Brésil. *Bulletin de la Société des Sciences de Seine-et-Oise*, 9 (5): 58–100.
- Marcus, E. (1938). Briozoários marinhos brasileiros II. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras*, Universidade de São Paulo, Zoologia, 2: 1–137.
- Marcus, E. (1941). Sobre os Bryozoa do Brasil. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras*, Universidade de São Paulo, Zoologia, 5: 3–208.
- Marcus, E. (1942). Sobre Bryozoa do Brasil II. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras*, Universidade de São Paulo, Zoologia, 6: 57–105.
- Marcus, E. (1955). Notas sobre Briozoos Marinhos Brasileiros. *Arquivo do Museu Nacional*, 42: 273–324.
- Orbigny, A. D. d’ (1839). Voyage dans l’Amérique Méridionale, V, Part IV. *Zoophytes*. Bertrand & Levrault, Paris, 28 pp.
- Ramalho, L. V.; Muricy, G. & Taylor, P. D. (2005). Taxonomy and distribution of *Bugula* (Cheilostomata, Anasca) from Rio de Janeiro State, Brazil. In: Moyano, H. I. G.; Cancino, J. M. & Wise-Jackson, P. N. (Org.). *Bryozoan Studies 2004*. London: Taylor & Francis Group, 231–243.
- Ramalho, L. V. (2006) Taxonomia, distribuição e introdução de espécies de briozoários marinhos (ordens Cheilostomatida e Cyclostomata) do Estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado – Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. . 450 pp.
- Ramalho, L. V.; Muricy, G. & Taylor, P. D. (2008). Two new species of Bitectiporidae (Bryozoa, Ascophora) from Rio de Janeiro State, Brazil. In: Hageman, S.J.; Key, M. M. Jr & Winston, J. E. (Org.). *Bryozoan Studies 2007*. Virginia Museum of Natural History Special Publication, 15: 235–241.
- Ramalho L. V., Muricy G. & Taylor P. D. (2009). Cyclostomata (Bryozoa, Stenolaemata) from Rio de Janeiro State, Brazil. *Zootaxa*, 2057: 32–52.
- Ramalho, L. V., Muricy, G. & Taylor, P. D. (2010). Taxonomy of *Beania* (Bryozoa, Flustrina) from Arraial do Cabo, Rio de Janeiro state, Brazil. *Boletim do Museu Nacional, Nova Série – Zoologia*, 66 (3-4): 499-508.
- Ramalho, L. V., Muricy, G. & Taylor, P. D. (2011). Taxonomic revision of some lepraliomorph cheilostome bryozoans (Bryozoa: Lepraliomorpha) from Rio de Janeiro State, Brazil. *Journal of Natural History*, 45 (13-16): 767–798.
- Ramalho, L. V.; Taylor, P. D. & Muricy, G. (2014). New records of *Catenicella* de Blainville, 1830 (Catenicellidae: Cheilostomata: Ascophora) in Rio de Janeiro State, Brazil. *Check List*, 10 (1): 170–174.



## Capítulo 9

### Moluscos (Mollusca)

Júlio César Monteiro, Paula Spotorno-Oliveira,  
Vinicius Padula, Juliana Alvim,  
Paulo Márcio S. Costa & Flávio Fernandes

*Felimida clenchi*  
Foto: Vinicius Padula

---

## Características gerais

Os moluscos incluem animais como caramujos, lesmas terrestres e marinhas, quítons, mexilhões, lulas e polvos. Mollusca é o segundo maior filo do reino animal com cerca de 130.000 espécies e estima-se que possam existir mais de 200.000 espécies. Existem aproximadamente 1.700 espécies de moluscos marinhas no Brasil, mas este número é subestimado. Os moluscos tiveram provável origem há cerca de 570 milhões de anos (Período Cambriano) com amplo registro fóssil a partir deste período. Desde então, se diversificaram ocupando diversos nichos marinhas e alguns grupos conquistaram os ambientes dulcícola (água-doce) e terrestre.

Os moluscos apresentam o corpo dividido em uma massa visceral dorsal, protegida ou não por concha calcária; e massa cefalopediosa ventral, com cabeça geralmente provida de tentáculos e olhos (ou ocelos) e um pé muscular. Apesar de ser um grupo com formas muito variadas, os moluscos

compartilham uma série de características em comum, entre elas o manto (revestimento corporal dorsal que pode apresentar espículas, placas ou concha calcária), cavidade do manto (espaço contendo brânquias, a terminação dos sistemas digestório, excretor e reprodutor, e órgãos sensoriais), ctenídios (brânquias típicas dos moluscos), celoma reduzido (correspondendo principalmente à cavidade pericárdica), e a rádula (órgão bucal primordialmente raspador, ausente nos bivalves, alguns Solenogastres e poucos gastrópodes). Apresentam sexos separados ou são hermafroditas, com fecundação externa ou interna. O desenvolvimento é indireto com larva chamada trocófora, mas muitos apresentam uma larva chamada véliger, que é característica exclusiva dos moluscos. Alguns gastrópodes e os cefalópodes não apresentam fase larval, apresentando desenvolvimento direto.

Os moluscos estão divididos em oito classes: Caudofoveata, Solenogastres, Polyplacophora, Monoplacophora, Gastropoda, Cephalopoda, Scaphopoda e Bivalvia. As mais presentes em

ambientes de costão rochoso e recifes de corais são as dos poliplacóforos, gastrópodes, bivalves e cefalópodes. Abaixo, as informações gerais sobre estes grupos.

## Classe Polyplacophora

São exclusivamente marinhas e bentônicas (vivem junto ao fundo); a concha é formada por oito placas dorsais; pé amplo; manto em forma de cinturão espesso que pode cobrir parcial ou totalmente as placas dorsais; cavidade do manto ventral entre pé e cinturão, com 6 a 80 pares de ctenídios. São herbívoros raspadores. Aproximadamente 1.000 espécies viventes descritas.

## Classe Gastropoda

Inclui os caramujos, caracóis e lesmas. São marinhas, dulcícolas (água-doce) ou terrestres. No mar podem viver juntos ao fundo (bentônicos) ou na coluna d'água (planctônicos). Durante o desenvolvimento sofrem torção de 90°-180° da massa visceral em relação ao pé, o que resulta em certa assimetria corporal; as lesmas do mar tradicionalmente chamadas de opistobrânquios, apresentam diferentes níveis de 'destorção'. Concha geralmente enrolada em espiral, mas podendo apresentar outras formas, ser reduzida ou até mesmo ausente; pé e cabeça desenvolvidos. Cavidade do manto com 1-2 ctenídios, ou ausente. Apresentam hábitos alimentares diversificados. Representam cerca de 100.000 espécies viventes.

### *Ischinochiton striolatus*

Os quítons possuem sua concha composta por uma sequência de placas dorsais. Estes moluscos são herbívoros, que usam a rádula para raspar pequenas algas.



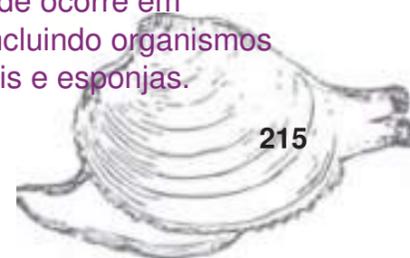
### *Calliostoma*

Caracóis que possuem cores vibrantes e a maioria das espécies é herbívora. Entretanto, algumas espécies são predadoras de animais incrustantes como esponjas e briozoários.



### *Claremontiella nodulosa*

Este gastrópode predador é muito comum em Arraial do Cabo, onde ocorre em fundos consolidados, incluindo organismos incrustantes como corais e esponjas.





***Astralium latispina***

Gastrópode herbívoro em fundo rochoso da Prainha, Arraial do Cabo.

## Classe Bivalvia

Inclui os mariscos, ostras, vieiras e mexilhões. São marinhos ou de água doce e vivem juntos ao fundo (bentônicos). Possuem corpo comprimido lateralmente e concha formada por duas valvas articuladas dorsalmente por ligamento elástico e dentes da charneira. As valvas são fechadas por um

ou dois músculos adutores. Não possuem cabeça destacada e nem rádula. O pé é tipicamente usado na escavação. Cavidade do manto ampla, a maioria das espécies com um par de ctenídios muito desenvolvido, que junto com os palpos labiais atuam na alimentação por filtração, usando correntes ciliares. Cerca de 20.000 espécies viventes descritas.



***Limaria tuberculata***

Assim como os demais representantes da família Eulimidae, este bivalve apresenta a borda do manto com órgãos sensoriais altamente desenvolvidos, como os tentáculos observados no exemplar da foto.

## Classe Cephalopoda

Incluí as lulas, sépias, povos e náutilos. São marinhos, nectônicos ou bentônicos. Concha externa desenvolvida em Nautilus, Argonauta e em espécies fósseis. Nas demais espécies a concha é interna, reduzida ou ausente. Possuem sistema sensorial

bem desenvolvido; mandíbulas em forma de bico; círculo de braços ou tentáculos ao redor da boca e cavidade do manto conectado a um funil muscular. A maioria das espécies é predadora. Há um amplo registro fóssil, com mais de 10.000 espécies descritas; e cerca de 900 espécies viventes.

Massa de ovos (em branco) do polvo *Octopus vulgaris*, em costão rochoso da Praia do Forno. Esta é uma espécie predadora e territorialista que usa buracos ou fendas nas rochas como abrigo.



## Importância ecológica e econômica

Os moluscos apresentam papel importante nos ambientes marinhos costeiros ou profundos, atuando em diferentes níveis das teias tróficas. Ocupam grande variedade de habitats, com espécies bentônicas (sésseis, rastejantes, perfurantes, cavadoras) ou pelágicas (planctônicas ou nectônicas), e quanto ao hábito alimentar há espécies herbívoras, detritívoras, carnívoras, filtradoras e parasitas. Além do destaque quanto à diversidade e irradiação adaptativa, os moluscos podem formar altas densidades populacionais nos biomas marinhos e serem importantes estruturadores ambientais.

Muitos gastrópodes herbívoros ocorrem nos costões rochosos de Arraial do Cabo, por exemplo, *Lottia subrugosa*, *Fissurella clenchi*, *Tegula viridula*, *Calliostoma* spp., *Astraliu* *latispina*, *Lithopoma tectum*, *Echinolittorina lineolata* e *Aplysia* spp. Estas espécies obtêm o alimento por raspagem, usando a rádula diretamente no talo das algas, ou no biofilme sobre a superfície rochosa. *Echinolittorina lineolata* é uma espécie controladora da abundância de microalgas no mediolitoral em costões rochosos de

Arraial do Cabo (Apolinário et al., 1999). Na faixa do entremarés dos costões rochosos, influenciado pelas águas frias típicas da região de Cabo Frio, várias espécies efêmeras de algas (ex. *Pyropia acanthophora* e *Petalonia fascia*) apresentam talos mais desenvolvidos no inverno, pois os moluscos herbívoros (e outros organismos pastadores, como os ouriços) são mais ativos no verão, sendo a pressão por herbivoria um dos fatores que interferem em seus ciclos de vida (Yoneshigue-Valentin, 2009).

*Fissurellidea megatrema* é um gastrópode herbívoro encontrado entre 50 a 200 metros de profundidade, vivendo em fundos rochosos, agregações calcárias ou areia (Rios, 2009). Ao largo da Ilha de Cabo Frio, esta espécie já foi coletada a 140 metros de profundidade em conglomerado calcário (P.M.S. Costa, comunicação pessoal). Em excursão realizada para a elaboração deste catálogo, esta espécie foi encontrada a 30 metros de profundidade, no lado de fora da Ilha de Cabo Frio (Camarinha). Este registro demonstra a condição peculiar do lado externo da Ilha, sob influência das águas oriundas da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) que proporcionam baixa temperatura em áreas mais rasas.

### *Fissurellidea megatrema*

Gastrópode herbívoro relativamente raro, que vive em águas mais frias, normalmente abaixo de 50 metros de profundidade.



Nas espécies de gastrópodes carnívoras, existe uma certa especificidade quanto ao tipo de presa. Os búzios (Família Cypraeidae) se alimentam de pólipos de gorgônias ou de corais, e restos de animais (Domaneschi, 1983). As espécies de búzios já registradas nos costões rochosos e coralinos de Arraial do Cabo são *Macrocypraea zebra*, *Luria cinerea* e *Erosaria acicularis*. Já as lesmas-do-mar (gastrópodes nudibrânquios), se alimentam de diferentes invertebrados marinhos: doridáceos como *Felimare lajensis* e *Felimida paulomarcioi* se alimentam de esponjas; espécies como *Tambja stegosauriformis* e *Polycera* sp. se alimentam de briozoários arborescentes; aeolidáceos como *Flabellina engeli* e *Spurilla braziliana* predam hidrozoários e anêmonas, respectivamente; e dentre

os Dendronotida, a família Tritoniidae é conhecida por se alimentar de corais moles ou gorgônias, assim como foi observado em Arraial do Cabo para *Tritonia* cf. *eriosi*, que se alimenta de gorgônias.

Espécies da família Ovulidae ocorrem em ambientes coralinos, vivendo associadas à gorgônias e outros octocorais dos quais se alimentam. Em Arraial do Cabo, *Cyphoma gibbosum* está geralmente associada ao octocoral *Phyllogorgia dilatata*, ambos ocorrendo na baía do Arraial do Cabo; enquanto *Simnialena uniplicata* frequentemente apresenta associação com *Leptogorgia* sp., sendo estas duas espécies típicas representantes da fauna bêntica do lado e fora da Ilha de Cabo Frio.

As espécies dos gêneros *Stramonita*, *Pisania*, *Gemophos*, *Claremontiella* e *Leucozonia*

são exemplos de predadores presentes desde a zona do mediolitoral até o infralitoral no costão rochoso, dependendo do batimento das ondas ou da disponibilidade de alimentos (Coutinho & Zalmon, 2009). *Stramonita brasiliensis*, típico de ambientes rochosos, é predador de bivalves e outros gastrópodes, podendo ser encontrada temporariamente sobre areia (Salvador et al., 1998).

Alguns gastrópodes predadores mais especializados apresentam glândulas secretoras de toxinas associadas a um dente radular em forma de arpão, como é o caso dos representantes da família Conidae. *Conus regius* ocorre em fundos rochosos, mas raramente é encontrado em Arraial do Cabo, tendo sido encontrado na Prainha.

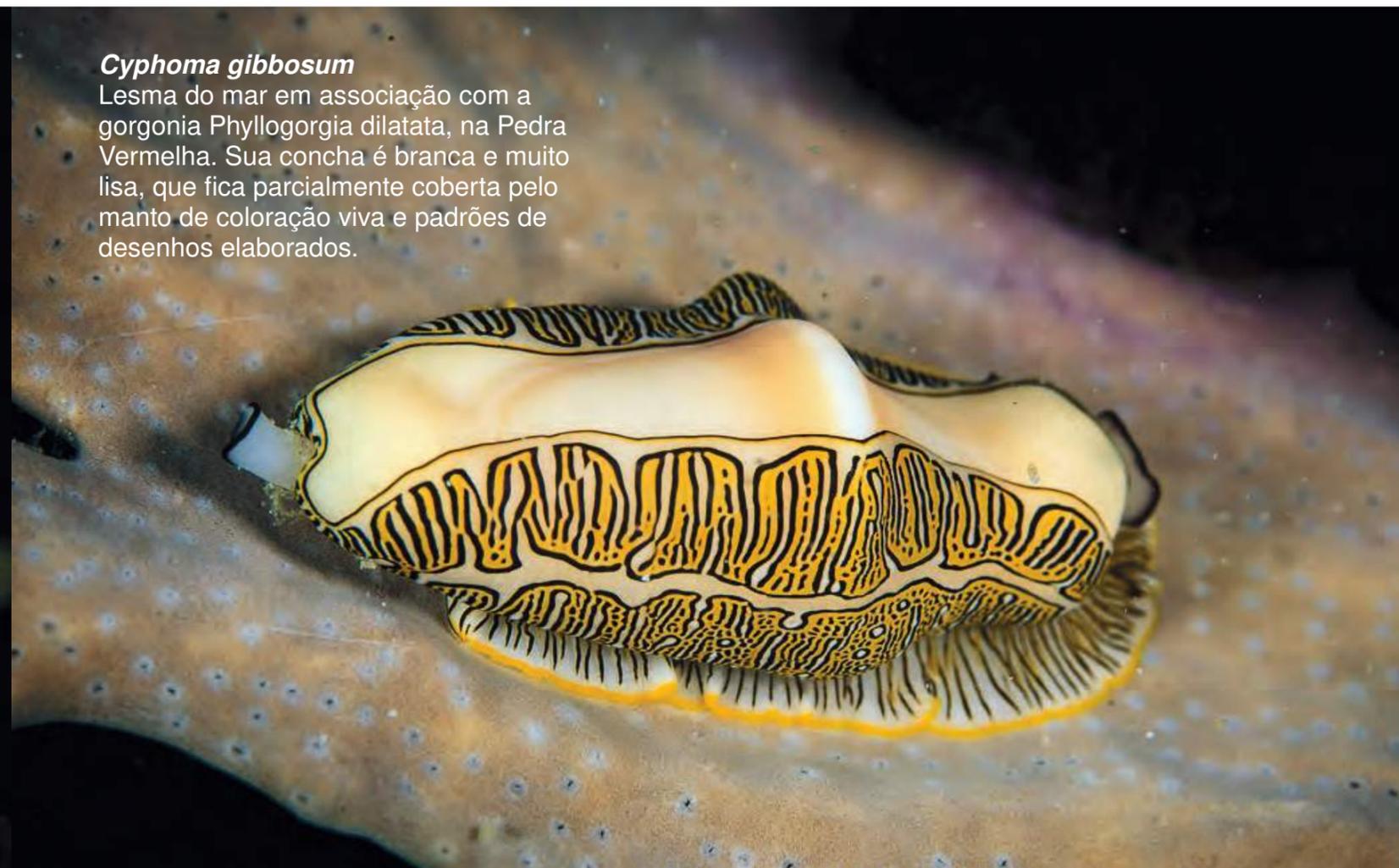
Os moluscos podem viver associados a

diversos representantes da fauna e flora sésil, tais como esponjas, cnidários, briozoários e algas calcárias. O bivalve *Pteria colymbus* do infralitoral vive sobre octocorais, alcionáceos e gorgonáceos, ocasionalmente em cascalho (Domaneshi & Lopes, 1986). *P. colymbus* frequentemente está associado ao octocoral *Phyllogorgia dilatata*, ocorrendo no lado de dentro da Ilha de Cabo Frio e Ilha dos Porcos. Gastrópodes vermetídeos (Vermetidae) são frequentemente associados às algas calcárias e esponjas, ocorrendo no infralitoral dos costões rochosos na enseada de Arraial do Cabo.

Os moluscos são importantes organismos estruturadores, colaborando na bioconstrução de estruturas recifais através da sedimentação das conchas mortas junto a diferentes matrizes. Podem

***Tritonia* cf. *eriosi***  
Espécie de lesma-do-mar que se alimenta de gorgônia do gênero *Leptogorgia*, registrada na Camarinha.

***Cyphoma gibbosum***  
Lesma do mar em associação com a gorgonia *Phyllogorgia dilatata*, na Pedra Vermelha. Sua concha é branca e muito lisa, que fica parcialmente coberta pelo manto de coloração viva e padrões de desenhos elaborados.





***Stramonita brasiliensis***

Agregado do gastrópode em fundo rochoso no Saco dos Ingleses (lado de fora da Ilha de Cabo Frio). Em períodos de reprodução, as fêmeas liberam grandes quantidades de capsulas de ovos, como observado na parte superior da foto, em amarelo.

***Gemophos auritulus***

Este gastrópode é uma espécie de caramujo predador, registrado entre briozoários em banco de arenito (próximo à Praia do Farol).

também ser o principal organismo bioconstrutor, como os bancos de ostras em ambientes eurialhalinos (Villaça, 2009). Os mexilhões (Mytilidae) são outro exemplo de organismo estruturador, formando bancos compactos complexos e podendo abrigar uma grande biota associada (Lawrie & McQuaid, 2001).

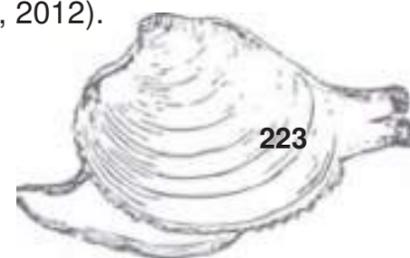
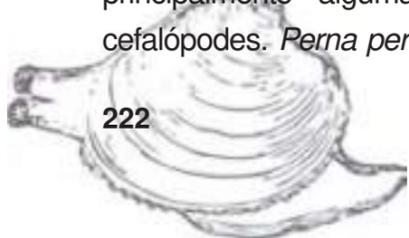
A importância dos moluscos na alimentação humana é notória desde os períodos pré-históricos do Brasil, como evidenciado pelo grande acúmulo de conchas em sítios arqueológicos litorâneos de sambaquis (Lima et al., 2002; 2003; Souza et al., 2010). Nos dias atuais, os moluscos continuam sendo amplamente utilizados como fonte de alimento, principalmente algumas espécies de bivalves e cefalópodes. *Perna perna* forma grandes populações

no mediolitoral rochoso desde o Estado do Espírito Santo ao Uruguai, sendo utilizado na alimentação e explorado por extrativismo (ou cultivado em alguns estados, principalmente em Santa Catarina), tendo boa aceitação no mercado (Ihering, 1900; Lana et al., 1996; Lopes & Fonseca, 2008). Este bivalve é um dos recursos utilizados por comunidades tradicionais de Arraial do Cabo, sendo fundamental o manejo para garantir a exploração sustentável e a conservação dos recursos naturais renováveis (Fonseca-Kruel & Peixoto, 2004; Rodrigues, 2007).

Os moluscos também se destacam no âmbito da saúde humana, onde as lesmas do mar são aplicadas em vários tipos de estudos neuronais realizados por Eric Kandel na espécie *Aplysia*

*californica*, que resultou na premiação do Nobel de medicina em 2000 (Wägele & Klussmann-Kolb, 2005). Um dos temas que têm atraído atenção de pesquisas na área química é o isolamento de metabólitos produzidos por organismos marinhos, com potencial propriedade farmacológica. Animais marinhos como esponjas, ascídias, octocorais e moluscos se destacam devido à riqueza e à complexidade de metabólitos secundários que produzem (Pereira, 2009). Muitos moluscos nudibrânquios conseguem acumular as toxinas obtidas de suas presas, utilizando-as em sua própria defesa contra um eventual predador. Em alguns casos, o nudibrânquio produz uma nova toxina a partir do composto obtido de sua presa, em

um processo chamado síntese ‘*de novo*’. Algumas espécies que ocorrem no Brasil, e especificamente em Arraial do Cabo, foram recentemente estudadas (Padula, 2014). Os nudibrânquios *Felimare lajensis*, *Tambja stegosauriformis* e *Okenia zoobotryon* acumulam substâncias ativas de suas presas, como esponjas e briozoários (Pereira et al., 2012). Entre as substâncias identificadas em *T. stegosauriformis* estão as tambjamins, das quais derivados sintéticos apresentam potente atividade antifúngica contra *Malassezia furfur*, um fungo que pode causar infecções humanas, além de atividade citotóxica e antiproliferativa contra células de câncer em laboratório (Pereira et al., 2012).





***Perna perna***

Mexilhão muito comum em Arraial do Cabo e que forma bancos com grande numero de indivíduos agregados, tal como este na Enseada dos Ingleses.

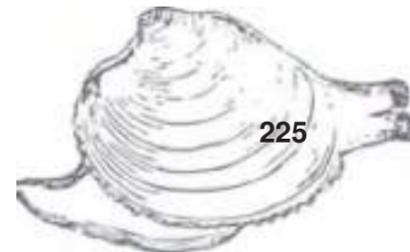


224

***Tambja stegosauriformis***

Este nudibrânquio é comum em Arraial do Cabo e apresenta compostos com propriedades antifúngica e citotóxica de interesse farmacológico.

Foto: Vinicius Padula.



225

## Histórico de pesquisas

Embora Arraial do Cabo seja nacionalmente reconhecido como um local de relevante biodiversidade existe uma carência em trabalhos sobre a diversidade dos moluscos na região. Os estudos realizados foram relativamente poucos e pontuais, com abordagem predominantemente ecológica e sobre extrativismo, como os trabalhos já referidos no tópico anterior (por exemplo: Apolinário et al., 1999; Fonseca-Kruel & Peixoto, 2004; Rodrigues, 2007; Yoneshigue-Valentin, 2009), e somente parte deste conhecimento foi publicado em periódicos científicos de ampla circulação.

Entretanto, existem exceções, como o levantamento de nudibrânquios realizado na Praia do Forno e arredores nos últimos anos, resultando em diversas novas ocorrências para a região (Alvim, 2008; Alvim & Pimenta, 2013). Alvim et al. (2011) descreveram uma nova espécie de nudibrânquio descoberta em Arraial do Cabo, *Onchidoris brasiliensis*, que representou também o primeiro registro do gênero para o Atlântico Sul. Arraial do Cabo é também a localidade-tipo de duas outras espécies de nudibrânquios: *Tambja divae* e *Hoplodoris hansrosaorum* descritas para a Praia do Forno e Ilha de Cabo Frio, respectivamente. As pesquisas recentes sobre nudibrânquios revelaram a ocorrência de outras novas espécies em Arraial do Cabo, ilustrando a grande biodiversidade, em parte ainda desconhecida, da região.

Em trabalhos de abordagem ecológica, os bivalves exóticos *Isognomon bicolor* e *Perna perna* foram estudados na região de Arraial do Cabo. Rocha (2002) estudou o potencial de recrutamento de *I. bicolor*

e Rodrigues (2007) o recrutamento e abundância de *P. perna*. López (2003) avaliou importância destes bivalves na ecologia trófica do gastrópode *Stramonita brasiliensis*. López et al. (2014), avaliaram o impacto da invasão do bivalve *I. bicolor* em costões rochosos da baía de Arraial do Cabo, antes e após a chegada desta espécie não nativa, e destacaram que a espécie pode atuar como bioengenheiros do ecossistema, modificando as zonas invadidas em comparação com a sua distribuição nativa. O mesmo papel ecológico será avaliado para *Eualetes tulipa*, uma espécie de vermetídeo invasor recentemente introduzida na costa brasileira, sendo registrada em Arraial do Cabo em 2009 (Spotorno-Oliveira et al., 2017)

Os recém-descobertos bancos de algas calcárias geniculadas de vida livre na Baía de Arraial do Cabo (Tâmega et al., 2016) – foi um dos primeiros registrados em todo o mundo - demonstrou ter relevância para a biodiversidade pois promove espaço, refúgio e recursos alimentares para diversos organismos. Estes fatores podem influenciar diretamente na abundância e riqueza dos moluscos observados nesses novos ambientes, como espécimes juvenis e adultos de *Lobatus costatus*, posturas de massas ovígeras de gastrópodes naticídeos (Naticidae), o nudibrânquio *Felimare lajensis*, o bivalve *Megapitaria maculata* e polvo da espécie *Octopus vulgaris*. Apesar do amplo conhecimento sobre aspectos ecológicos de espécies comumente encontradas em costões rochosos, a descoberta de novos ambientes e novas espécies de nudibrânquios corrobora a necessidade de novos estudos no sentido de se conhecer melhor a diversidade atual dos moluscos de Arraial do Cabo.



*Berthella agassizii*. Foto: Vinícius Padula



*Pleurobranchus reticulatus*. Foto: Vinícius Padula



*Spurilla braziliana*. Foto: Vinícius Padula



*Navanax gemmatus*. Foto: Vinícius Padula



*Aplysia brasiliana*



*Aplysia dactylomela*. Foto: Vinícius Padula





*Pleurobranchus iouspi*. Foto: Julio C. Monteiro



*Goniodoris mimula*. Foto: Vinícius Padula



*Onchidoris brasiliensis*. Foto: Vinícius Padula



*Felimare lajensis*. Foto: Vinícius Padula



*Polycera* sp.



*Limacia* sp.



*Felimare marci*. Foto: Vinícius Padula



*Felimare* sp. 1. Foto: Vinícius Padula



*Tambja brasiliensis*. Foto: Vinícius Padula



*Roboastra ernsti*. Foto: Vinícius Padula



*Felimare* sp. 2. Foto: Vinícius Padula



*Felimare* sp. 3. Foto: Juliana Alvim





*Felimida clenchi*. Foto: Vinícius Padula



*Felimida paulomarcioi*



*Platydorís angustipes*



*Dendrodoris krebsii*. Foto: Vinícius Padula



*Tyrinna evelinae*. Foto: Vinícius Padula



*Cadlina rumia*. Foto: Vinícius Padula



*Flabellina engeli*. Foto: Vinícius Padula



*Babakina anadoni*. Foto: Vinícius Padula



*Doris januarii*. Foto: Vinícius Padula



*Hoplodorís hansrosaorum*. Foto: Vinícius Padula



*Phidiana lynceus*. Foto: Vinícius Padula



*Cuthona cf. iris*. Foto: Vinícius Padula

Taxa registrados em Arraial do Cabo. ESN: Espécie nova; NO: Nova Ocorrência; END: Endêmica; INV: espécie não nativa (exótica); AME: Ameaçada; BR: Brasil; (RJ): Rio de Janeiro; (AR): Arraial do Cabo.

## Classe Polyplacophora

### Família Callistoplacidae

*Rhysoplax janeirensis* (Gray, 1828)

*Ischnoplax pectinata* (G.B.Sowerby II, 1840)

### Família Ischnochitonidae

*Ischnochiton striolatus* (Gray, 1828)

### Família Chaetopleuridae

*Chaetopleura spinulosa* (Gray, 1828)

## Classe Gastropoda

Subclasse Patellogastropoda

### Família Lottiidae

*Lottia subrugosa* (d'Orbigny, 1846)

Subclasse Vetigastropoda

### Família Fissurellidae

*Fissurella clenchi* Farfante, 1943

*Lucapina philippina* (Finlay, 1930)

*Fissurellidea megatrema* d'Orbigny, 1841

### Família Tegulidae

*Tegula viridula* (Gmelin, 1791)

### Família Calliostomatidae

*Calliostoma hassler* Clench & Aguayo, 1939

*Calliostoma viscardii* Quinn, 1992

*Calliostoma depictum* Dall, 1927

*Calliostoma militare* Ihering, 1907

*Calliostoma jujubinum* (Gmelin, 1791)

### Família Turbidae

*Astralium latispina* (Philippi, 1844)

*Lithopoma tectum* (Lightfoot, 1786)

### Família Phasianellidae

*Eulithidium affine* (C. B. Adams, 1850)

## Subclasse Caenogastropoda

### Família Cerithiopsidae

*Seila adamsii* (H. Lea, 1845)

### Família Triphoridae

*Cosmotriphora ornata* (Deshayes, 1832)

### Família Modulidae

*Modulus modulus* (Linnaeus, 1758)

### Família Cerithiidae

*Cerithium atratum* (Born, 1778)

### Família Planaxidae

*Fossarus orbignyi* Fischer, 1854

## Ordem Littorinimorpha

### Família Littorinidae

*Echinolittorina lineolata* (d'Orbigny, 1840)

*Littoraria flava* (King & Broderip, 1832)

### Família Rissoidae

*Schwartziella bryerea* (Montagu, 1803)

### Família Caecidae

*Caecum brasiliicum* Folin, 1874

*Caecum ryssotitum* Folin, 1867

### Família Vermetidae

*Petalconchus varians* (d'Orbigny, 1839)

*Thylacodes decussates* (Gmelin, 1791)

*Eualetes tulipa* (Rousseau in Chenu, 1843) <sup>INV</sup>

*Cupolaconcha* sp. <sup>NO</sup>

*Thylaeodus* sp. <sup>NO</sup>

## Família Calyptraeidae

*Bostrycapulus odites* Collin, 2005

*Crepidula protea* d'Orbigny, 1835

*Crepidula carioca* Simone, 2006

## Família Strombidae

*Lobatus costatus* (Gmelin, 1791)

## Família Cypraeidae

*Naria acicularis* (Gmelin, 1791)

*Macrocypraea zebra* (Linnaeus, 1758)

*Luria cinerea* (Gmelin, 1791)

## Família Ovulidae

*Cyphoma gibbosum* (Linnaeus, 1758)

*Simnialena uniplicata* (Sowerby II, 1849)

## Família Triviidae

*Pusula pediculus* (Linnaeus, 1758)

*Niveria suffusa* (Gray, 1832)

*Cleotrivia candidula* (Gaskoin, 1836)

## Família Velutinidae

*Lamellaria mopsicolor* E. Marcus, 1958

## Família Ranellidae

*Ranella gemmifera* (Euthyme, 1889)

*Hespererato maugeriae* (Gray, 1832)

*Monoplex parthenopeus* (Salis Marschlins, 1793)

*Monoplex pilearis* (Linnaeus, 1758)

*Charonia lampas* (Linnaeus, 1758)

*Charonia variegata* (Lamarck, 1816)

## Ordem Neogastropoda

## Família Muricidae

*Chicoreus spectrum* (Reeve, 1846)

*Siratus senegalensis* (Gmelin, 1790)

*Phyllonotus oculatus* (Reeve, 1845)

*Muricopsis necocheana* (Pilsbry, 1900)

*Favartia cellulosa* (Conrad, 1846)

*Favartia glypta* (M. Smith, 1938)

*Trachypollia turricula* (von Maltzan, 1884)

*Claremontiella nodulosa* (C. B. Adams, 1845)

*Urosalpinx haneti* (Petit, 1856)

*Stramonita brasiliensis* Claremont & D.G. Reid, 2011

*Coralliophila caribaea* Abbott, 1958

## Família Buccinidae

*Gemophos auritulus* (Link, 1807)

*Pisania pusio* (Linnaeus, 1758)

*Hesperisternia karinae* Usticke, 1959

*Engina turbinella* (Kiener, 1835)

*Engina melleri* Ustichke, 1959

*Engina janowskyi* Coltro, 2005

## Família Columbelloidea

*Columbella mercatoria* (Linnaeus, 1758)

*Zafrona idalina* (Duclos, 1840)

*Aesopus stearnsi* (Tryon, 1883)

*Anachis aff. sparsa* (Reeve, 1859)

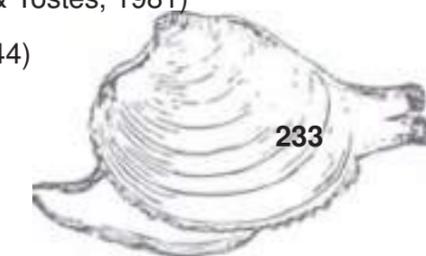
*Anachis fenneli* Radwin, 1968

*Anachis sertulariarum* (d'Orbigny, 1841)

*Anachis isabellei* (d'Orbigny, 1839)

*Eurypyrene ledaluciae* (Rios & Tostes, 1981)

*Mitrella dichroa* (Sowerby, 1844)



*Mitrella pusilla* (Sowerby, 1844)

### Família Nassariidae

*Nassarius albus* (Say, 1826)

*Nassarius karinae* Nowell-Usticke, 1971

*Nassarius vibex*, (Say, 1822)

### Família Harpidae

*Morum oniscus* (Linnaeus, 1767)

### Família Fascioliariidae

*Fusinus marmoratus* (Philippi, 1846)

*Leucozonia nassa* (Gmelin, 1791)

*Leucozonia ocellata* (Gmelin, 1791)

### Família Costellariidae

*Vexillum moniliferum* (C.B. Adams, 1850)

*Vexillum sykesi* (Melvill, 1925)

### Família Cancellariidae

*Tritonoharpa leali* Harasewysh, Petit & Verhecken, 1992

### Família Conidae

*Conus regius* Gmelin, 1791

### Família Turridae

*Crassispira fuscescens* (Reeve, 1843)

*Pyrgocythara albovittata* (C. B. Adams, 1845)

*Pilsbryspira albocincta* (C.B. Adams, 1845)

### Subclasse Heterobranchia

#### Família Architectonicidae

*Heliacus bisulcatus* (d'Orbigny, 1842)

### “Opisthobranchia”

#### Ordem Pleurobranchomorpha

##### Família Pleurobranchaeidae

*Pleurobranchaea inconspicua* Bergh, 1897 <sup>NO (AR)</sup>

#### Família Pleurobranchidae

*Berthella agassizii* (MacFarland, 1909) <sup>NO (AR)</sup>

*Berthella stellata* (Risso, 1826) <sup>NO (AR)</sup>

*Pleurobranchus reticulatus* Rang, 1832 <sup>NO (AR)</sup>

*Pleurobranchus iouspi* Ev. Marcus, 1984 <sup>NO (RJ)</sup>

#### Ordem Nudibranchia

##### Família Goniodorididae

*Goniodoris mimula* Er. Marcus, 1955 <sup>NO (AR)</sup>

*Okenia evelinae* Marcus, 1957 <sup>NO (AR)</sup>

*Okenia zoobotryon* (Smallwood, 1910) <sup>NO (AR)</sup>

##### Família Polyceridae

*Polycera* sp. <sup>ESN?</sup>

*Limacia* sp. <sup>ESN</sup>

*Tambja brasiliensis* Pola, Padula, Gosliner & Cervera, 2014 <sup>END (BR)</sup>

*Tambja divae* (Marcus, 1958)

*Tambja stegosauriformis* Pola, Cervera & Gosliner, 2005

*Roboastra ernsti* Pola, Padula, Gosliner & Cervera, 2014

##### Família Onchidorididae

*Onchidoris brasiliensis* Alvim, Padula & Pimenta, 2011 <sup>END (BR); Localidade-tipo (AR)</sup>

##### Família Chromodorididae

*Felimare lajensis* (Troncoso, García & Urgorri, 1998) <sup>END (BR)</sup>

*Felimare marci* (Ev. Marcus, 1971)

*Felimare* sp. 1

*Felimare* sp. 2

*Felimare* sp. 3

*Felimida clenchi* (Russell, 1935)

*Felimida paulomarcioi* (Domínguez, García & Troncoso, 2006)

*Doris januarii* (Bergh, 1878)

#### Família Discodorididae

*Diaulula greeleyi* (MacFarland, 1909)

*Discodoris branneri* MacFarland, 1909

*Geitodoris pusae* (Er. Marcus, 1955)

*Hoplodoris hansrosaorum* Domínguez, García & Troncoso, 2006 <sup>ESN Localidade-tipo (AR)</sup>

*Jorunna spazzola* (Er. Marcus, 1955)

*Platydorid angustipes* (Mörch, 1863)

*Rostanga byga* Marcus, 1958

*Taringa telopia* Marcus, 1955

*Thordisa diuda* Marcus, 1955

#### Família Dendrodorididae

*Dendrodoris krebsii* (Mörch, 1863)

#### Família Tritoniidae

*Tritonia cf. eriosi* Marcus, 1983 <sup>NO (RJ)</sup>

#### Família Flabellinidae

*Flabellina dushia* (Marcus & Marcus, 1963) <sup>NO (AR)</sup>

*Flabellina engeli* Ev. Marcus & Er. Marcus, 1968

#### Família Babakinidae

*Babakina anadoni* (Ortea, 1979) <sup>NO (AR)</sup>

#### Família Facelinidae

*Favorinus auritulus* Marcus, 1955

*Phidiana lynceus* Bergh, 1867 <sup>NO (AR)</sup>

#### Família Tergipedidae

*Cuthona cf. iris* Edmunds & Just, 1983

#### Família Aeolidiidae

*Anteaeolidiella lurana* (Marcus & Marcus, 1967) <sup>NO (AR)</sup>

*Bulbaeolidia* sp.

*Spurilla braziliana* MacFarland, 1909

### “Ordem Cephalaspidea”str.s.

#### Família Bullidae

*Bulla occidentalis* A. Adams, 1850

#### Família Aglajidae

*Navanax gemmatus* (Mörch, 1863)

#### Ordem Anaspidea

##### Família Aplysiidae

*Aplysia brasiliiana* Rang, 1828

*Aplysia dactylomela* Rang, 1828

*Aplysia parvula* Mörch, 1863 <sup>NO (RJ)</sup>

*Aplysia juliana* Quoy & Gaimard, 1832

*Aplysia cervina* (Dall & Simpson, 1901)

#### Infraclasse Pulmonata

##### Família Siphonariidae

*Siphonaria hispida* Hubendick, 1946

*Siphonaria pectinada* (Linnaeus, 1758)

#### Ordem Systellommatophora

##### Família Onchidellidae

*Onchidella indolens* (Gould, 1852)

#### Classe Bivalvia

##### Subclasse Pteriomorphia

##### Ordem Arcoida

##### Família Arcidae

*Arca imbricata* Bruguière, 1789

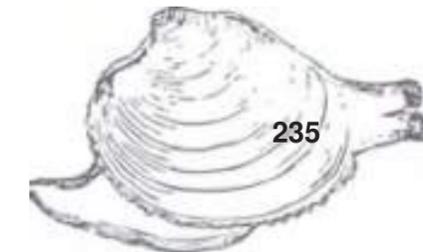
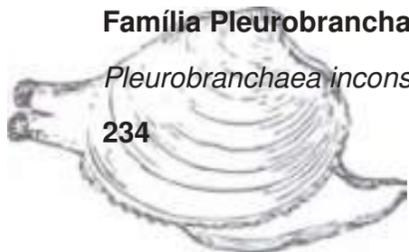
*Barbatia candida* (Helbling, 1779)

*Acar domingensis* (Lamarck, 1819)

##### Família Noetiidae

*Arcopsis adamsi* (Dall, 1886)

##### Ordem Mytiloida



## Família Mytilidae

*Mystilaster solesianus* (d'Orbigny, 1846)

*Arca imbricata* Bruguière, 1789

*Barbatia candida* (Helbling, 1779)

*Acar domingensis* (Lamarck, 1819)

## Família Noetiidae

*Arcopsis adamsi* (Dall, 1886)

## Ordem Mytiloidea

### Família Mytilidae

*Brachidontes exustus* (Linnaeus, 1758)

*Perna perna* (Linnaeus, 1758) <sup>INV</sup>

*Modiolus carvalhoi* Klappenbach, 1966

*Botula fusca* (Gmelin, 1791)

*Lithophaga bisulcata* (d'Orbigny, 1846)

*Lithophaga aristata* (Dillwyn, 1817)

## Ordem Ostreoida

### Família Ostreidae

*Ostrea* sp.

*Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819)

*Lopha frons* (Linnaeus, 1758)

## Ordem Pectinoida

### Família Pectinidae

*Caribachlamys sentis* (Reeve, 1853)

*Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758)

## Família Spondylidae

*Spondylus ictericus* Reeve, 1856

## Família Plicatulidae

*Plicatula gibbosa* Lamarck, 1801

## Ordem Pteroida

## Família Pteriidae

*Pteria colymbulus* (Röding, 1798)

*Pinctada imbricata* Röding, 1798

*Isognomon bicolor* (C.B. Adams, 1845) <sup>EST</sup>

## Ordem Limoida

### Família Limidae

*Limaria tuberculata* (Olivi, 1792)

*Limaria pellucida* (C. B. Adams, 1848)

## Subclasse Heterodonta

## Ordem Veneroida

### Família Chamidae

*Pseudochama cristella* (Lamarck, 1819)

*Chama macerophylla* Gmelin, 1791

### Família Veneridae

*Choristodon robustus* (Sowerby I, 1834)

*Megapitaria maculata* (Linnaeus, 1758)

### Família Lasaeidae

*Lasaea adansoni* (Gmelin, 1791)

### Família Hiattellidae

*Hiattella arctica* (Linnaeus, 1767)

## Ordem Myoidea

### Família Myidae

*Sphenia fragilis* (H. & A. Adams, 1854)

## Classe Cephalopoda

## Subclasse Coleoidea

## Ordem Octopoda

### Família Octopodidae

*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797

## Referências Bibliográficas

Alvim, J. (2008). Levantamento taxonômico dos nudibrânquios doridáceos (Mollusca: Gastropoda) da Praia do Forno, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. Monografia de Bacharelado - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. 93 pp.

Alvim, J.; Padula, V. & Pimenta, A. D. (2011). First record of the genus *Onchidoris* (Gastropoda: Nudibranchia: Onchidorididae) from the South Atlantic Ocean, with the description of a new species from Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 91: 505–511.

Alvim, J. & Pimenta, A. D. (2013). Taxonomic review of the family Discodorididae (Mollusca: Gastropoda: Nudibranchia) from Brazil, with descriptions of two new species. *Zootaxa*, 3745 (2): 152–198.

Apolinário, M., Coutinho, R., Baeta-Neves, M. H. (1999). Periwinkle (Gastropoda: Littorinidae) habitat selection and its impact upon microalgal populations. *Brazilian Journal of Biology*, 59 (2): 211–218.

Coutinho, R. & Zalmon, I. R. (2009). O Bentos de Costões Rochosos. In: Pereira, R. C. & Soares-Gomes, A. (Orgs.). *Biologia Marinha*. Interciência, Rio de Janeiro. 631 pp.

Domaneschi, O. (1983). Família Cypraeidae Rafinesque, 1815. *Informativo da Sociedade Brasileira de Malacologia*, 25: 9–13.

Domaneshi, O. & Lopes, S. (1986). Família Pteriidae Gray, 1847. *Informativo da Sociedade Brasileira de Malacologia*, 57-58.

Fonseca-Kruel, V. S. & Peixoto, A. L. (2004). Ethnobotany of Arraial do Cabo marine extractive reserve, Rio de Janeiro, Brazil. *Acta Botanica Brasileira*, 18 (1): 177–190.

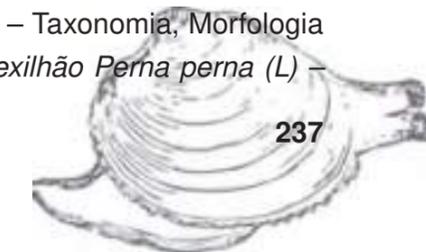
Ihering, H. (1900). On the south American Species of Mytilidae. *Proceedings of the Malacological Society of London*, 4: 84-98.

Lana, P. C.; Camargo, M. G.; Brogim, R. A. & Isaac, V. J. (1996). *O Bentos da Costa Brasileira: avaliação crítica e levantamento bibliográfico (1858–1996)*. Fundação de Estudos do Mar (FEMAR)/Marinha do Brasil. 432 pp.

Lawrie, T. A. & McQuaid, C. D. (2001). Scales of mussel bed complexity: structure, associated biota and recruitment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 257: 135–161.

Lima, T. A.; Macário, K. D.; Anjos, R. M.; Gomes, P. R. S.; Coimbra, M. M. & Elmore, E. (2002). The antiquity of the prehistoric settlement of the central-south Brazilian coast. *Radiocarbon*, 44(3): 733–738. Lima, T. A.; Macário, K. D.; Anjos, R. M.; Gomes, P. R. S.; Coimbra, M. M. & Elmore, E. (2003). AMS dating of early shellmounds of the southeastern Brazilian coast. *Brazilian Journal of Physics*, 33(2): 276–279.

Lopes, S. G. B. C. & Fonseca, M. L. (2008). O Mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) – Taxonomia, Morfologia e Anatomia Funcional. In: Resgalla, Jr, C.; Weber, L. I. & Conceição, M. B.. *O Mexilhão Perna perna (L)* –



*Biologia, Ecologia e Aplicações*. Editora Interciência, Rio de Janeiro, RJ. 324 pp.

López, M. S. (2003). *Efecto de la potencial presa exótica Isognomon bicolor (Adams, 1845) sobre la ecología frófi ca de Stramonita haemastoma en el intermareal rocoso de Arraial do Cabo, RJ. Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidad Internacional de Andalucía, Baeza, Espanha. 115 p.

López, M. S.; Lavrado, H. P. & Coutinho, R. (2014). Structure of intertidal sessile communities before and after the invasion of *Isognomon bicolor* (CB Adams, 1845) (Bivalvia, Isognomonidae) in southeastern Brazil. *Aquatic Invasions*, 9(4): 457–465.

Padula, V. (2014). Nudibrânquios: taxonomia e diversidade na costa brasileira. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Zoologia*, 109: 5–6.

Pereira, R. C. (2009). *Ecologia Química Marinha*. In: Pereira, R. C. & Soares-Gomes, A. (Orgs.). *Biologia Marinha*. Editora Interciência, Rio de Janeiro. 631 pp.

Pereira, F. R.; Berlinck, R. G. S.; Rodrigues Filho, E.; Veloso, K.; Ferreira, A. G.; Padula, V. (2012). Metabólitos secundários dos nudibrânquios *Tambja stegosauriformis*, *Hypselodoris lajensis* e *Okenia zoobotryon* e dos briozoários *Zoobotryon verticillatum* e *Bugula dentata* da Costa do Brasil. *Química Nova*, 35 (11): 2194–2201

Rios, E. (2009). *Compendium of Brazilian Sea Shells*. Rio Grande: Evangraf. 668 pp.

Rocha, F. M. (2002). Recrutamento de sucessão de uma comunidade bentônica de mesolitoral dominada pela espécie invasora *Isognomon bicolor* (Bivalvia: Isognomonidae) C. B. Adams, 1748 em dois costões rochosos submetidos a diferentes condições de batimento de ondas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. 82 pp.

Rodrigues, S. S. F. (2007). Recrutamento do mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758). Dissertação de mestrado. Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. 59 pp. Salvador, L. B.; Domaneschi, O.; Amaral, A. C. Z.; Morgado, E. H. & Henriques, S. A. (1998). Malacofauna da região entremarés de praias da Ilha de São Sebastião (São Paulo, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 15 (4): 1013–1035.

Souza, R.C.C.L.; Lima, T.A. & Silva, E.P. (2010). Holocene molluscs from Rio de Janeiro state coast, Brazil. *Journal of species lists and distribution*, 6 (2): 301–308.

Spotorno-Oliveira, P.; Coutinho, R. & Tâmega, F.T.S. (2017). Recent introduction of non-indigenous vermetid species (Mollusca, Vermetidae) to the Brazilian coast. *Marine Biodiversity*, DOI: 10.1007/s12526-017-0702-7

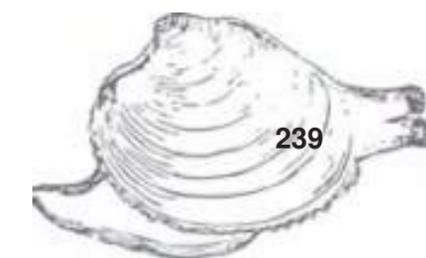
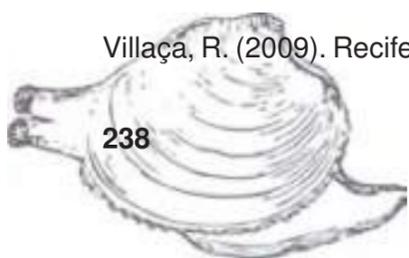
Tâmega, F. T. S.; Perna, G. H. H.; Spotorno-Oliveira, P.; Riosmena-Rodriguez, R.; Gonçalves, J. E. A. (2016). A unique free-living geniculate coralline algal bed formation. *Marine Biodiversity*, DOI: 10.1007/s1252601604870.

Villaça, R. (2009). *Recifes Biológicos*. In: Pereira, R. C. & Soares-Gomes, A. (Orgs.). *Biologia Marinha*. Interciência,

Rio de Janeiro. 631 pp.

Yoneshigue-Valentin, Y. (2009). Ciclos de Vida de Algas Marinhas Pluricelulares. In: Pereira, R. C. & Soares-Gomes, A. (Orgs.). *Biologia Marinha*. Interciência, Rio de Janeiro. 631 pp.

Wägele, H. & Klussmann-Kolb, A. (2005). Opisthobranchia (Mollusca, Gastropoda) - more than just slimy slugs. Shell reduction and its implications on defence and foraging. *Frontiers in Zoology*, 2 (3): 1–18.





# Capítulo 10

## Cirripédios e decapódas (Arthropoda: Crustacea)

Alexandre D. Kassuga, Tarso M. M. Costa,  
Maria Cristina Ostrovski de Matos, Tereza C. G.  
Silva-Ferreira & Júlio C. Monteiro

*Stenorhynchus seticornis*

---

## Características gerais

Os crustáceos formam um dos grupos taxonômicos mais diversificados no ambiente marinho, com mais de 70 mil de espécies descritas. O subfilo Crustacea está inserido no Filo Arthropoda (do grego *Arthros* = articula-do, *podos* = pernas), animais que se originaram nos oceanos há cerca de 530 milhões de anos atrás, durante o Pré-Cambriano. A relação de ancestralidade dos artrópodes é controversa e remete a uma origem comum com os anelídeos ou com os nematódeos. Atualmente, os artrópodes possuem mais de um milhão de espécies descritas. São caracterizados como animais bilateralmente simétricos

e com o corpo dividido em três regiões distintas: cabeça, tórax e abdômen; ou devido a fusão de regiões, apresentar a divisão corporal de cefalotórax e abdômen ou prossoma e opistossoma. Os artrópodes possuem o plano corporal metamérico, no qual há uma sequência de segmentos distintos ou totalmente fusionados. Cada segmento corporal apresenta um par de apêndices (ex.: antenas, pernas, mandíbulas e quelíceras), cada qual desempenhando funções específicas. O corpo dos artrópodes é revestido por um esqueleto externo composto por quitina, que necessita ser trocado frequentemente durante seu crescimento, através de um processo conhecido como muda (ou ecdise). A sequência de mudas possibilita

### ***Cronius ruber***

Este siri é um típico crustáceo decápode. Os siris apresentam o último par de pernas (5º par de pereopódos) achatado feito remos. Estas duas últimas pernas modificadas são uma adaptação que permite aos siris nadarem quando se sentem ameaçados.



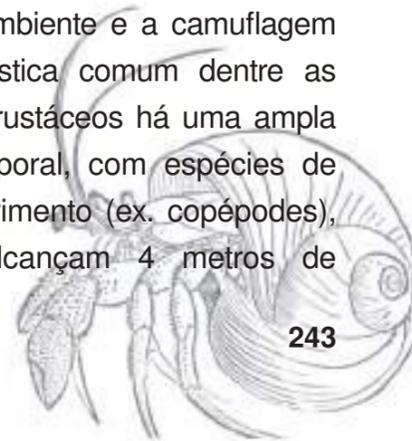
um crescimento com incrementos escalonados, onde, a cada nova muda o animal apresenta um porte maior. O padrão de crescimento por mudas, juntamente com a especialização de seus apêndices, garantiu aos artrópodes a conquista de uma ampla variedade de habitats e uma grande diversificação de seus modos de vida. Representantes dos artrópodes podem ser encontrados nos ambientes aquáticos (marinhos e dulcícolas) e terrestres. Além dos crustáceos, o Filo Arthropoda também inclui os quelicerados (ácaros, aranhas e escorpiões), os miriápodes (gongolos e lacraias) e os insetos (formigas, moscas, besouros, borboletas, etc).

O Subfilo Crustacea (do latim *crusta* = crosta) possui esta denominação devido ao seu rígido esqueleto externo, ou carapaça, constituído por carbonato de cálcio e que está presente em grande parte de seus representantes. Os crustáceos se distinguem dos demais artrópodes não somente pela constituição de seu esqueleto externo, mas também pela presença de dois pares de antenas, apêndices birramados e larva do tipo náuplio no desenvolvimento. As espécies de crustáceos são essencialmente marinhas com variada dependência do meio aquático. Muitas espécies possuem adaptações para a respiração atmosférica e contra a dessecação. Tais adaptações permitiram que muitos crustáceos colonizassem ambientes semiterrestres e terrestres. Os apêndices dos crustáceos apresentam variada morfologia para o exercício de funções locomotoras, alimentares, reprodutivas, de defesa e de percepção sensorial.

O ciclo de vida dos crustáceos é bastante complexo e, geralmente, compreende uma fase larval planctônica, que é crucial para a sua dispersão. Após a eclosão, as larvas passam por diversos estágios que

podem durar de poucos dias a meses, dependendo da espécie e das condições de temperatura e de salinidade. Espécies de crustáceos dulcícolas e terrestres normalmente apresentam a fase larval abreviada e com número de estágios reduzidos, podendo ser observado também o desenvolvimento direto. A fecundidade dos crustáceos está intimamente relacionada ao porte destes animais e pode chegar a centenas de milhares de ovos em uma única fêmea (ex. caranguejos e lagostas). A reprodução nos crustáceos é influenciada por fatores ambientais, como temperatura e fotoperíodo. Portanto, nas espécies que vivem em baixas latitudes, a estação reprodutiva é longa enquanto que, em altas latitudes, os crustáceos apresentam uma estação reprodutiva com menor duração. Em muitos representantes de Crustacea observam-se migrações em massa para a postura dos ovos que, por sua vez, são estimuladas pelo ciclo lunar e pela variação de marés.

A plasticidade morfológica observada em Crustacea permitiu que seus representantes ocupassem diversos nichos ecológicos. Esta diversidade estrutural pode ser observada na variedade de formas de vida e de alimentação. Existem espécies filtradoras, que vivem permanentemente aderidas ao substrato (ex. cracas), parasitas de peixes e de outros crustáceos (ex. alguns isópodes) e espécies vágéis que se locomovem em busca de seu alimento (ex. siris). Muitos crustáceos são hábeis em se confundir com o ambiente e a camuflagem também é uma característica comum dentre as suas espécies. Entre os crustáceos há uma ampla variação de tamanho corporal, com espécies de apenas 0,1 mm de comprimento (ex. copépodes), enquanto que outras alcançam 4 metros de





***Stenopus hispidus***

O camarão-palhaço é altamente comercializado no mercado ornamental devido à beleza de suas cores. Na foto, há uma massa de ovos de coloração azulada no camarão.

***Pachycheles monolifer***

Falso-caranguejo é um pequeno crustáceo muito semelhante aos caranguejos verdadeiros, entretanto, apresenta diferenças marcantes: último par de pernas (pereopódes) reduzido, além das antenas longas e laterais aos pedúnculos oculares.



envergadura, como é o caso do caranguejo gigante japonês *Macrocheira kaempferi*, o maior artrópode da atualidade. Espécies de pequeno porte são mais efêmeras e possuem uma taxa de crescimento elevada e uma longevidade curta. Por outro lado, espécies de grande porte costumam crescer lentamente, atingindo a maturidade tardiamente e com longevidade de muitos anos. Esta discrepância se deve a um conjunto de variáveis, como seu próprio plano genotípico, mas que também é influenciada pela temperatura, pelo tipo de dieta e por demais

fatores que interferem diretamente no metabolismo destes animais (Vogt, 2011).

No Brasil já foram descritas mais de duas mil espécies de crustáceos. A Classe Malacostraca é a mais representativa com 566 espécies descritas pertencentes à Ordem Decapoda (siris, caranguejos, lagostas e lagostins) e a Classe Maxillopoda possui cerca de 70 espécies descritas pertencentes à Ordem Thoracica (popularmente conhecidos como cracas) (Young, 1998; Amaral & Jablonski, 2005).

***Petrochirus diogenes***

Os paguros (também chamados de eremitas ou ermitões) apresentam a região posterior do corpo (abdome) mole, pelo fato do exoesqueleto não ser calcificado nesta área. Por isso, necessitam de conchas vazias de caramujos para abrigar o corpo para evitar serem predados. Conforme eles crescem, precisam de outra concha adequada ao tamanho do corpo.



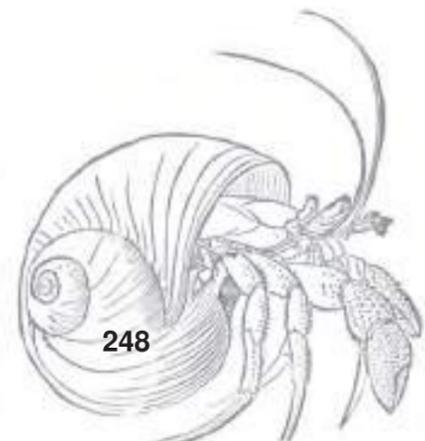


### ***Porcellana sayana***

Este colorido do falso-caranguejo serve de camuflagem, pois vivem associados a outros animais (esponjas, cnidários, briozoários) que também apresentam cores vivas.

## **Classe Malacostraca**

A classe Malacostraca, com cerca de 23 mil espécies descritas, compreende uma grande variedade de crustáceos, desde baratinhas-da-praia até lagostas e caranguejos. Este grupo se caracteriza por ter o corpo com 19 segmentos, sendo cinco cefálicos, oito torácicos e seis abdominais; as antênulas são birremes, o escafocerito das antenas em forma de escama ou lâmina; a carapaça cobre parte ou todo o tórax.



## **Ordem Decapoda**

Grupo taxonômico que reúne os crustáceos mais populares. A Ordem Decapoda subdivide-se nas Subordens Dendrobranchiata e Pleocyemata. A Subordem Dendrobranchiata compreende camarões que possuem brânquias do tipo dendrobrânquias e que não incubam ovos. São os camarões mais representativos na pesca comercial mundial (ex. camarão-rosa, *Penaeus* sp.). A Subordem Pleocyemata subdivide-se em sete Infraordens:

1- Infraordem Brachyura: Representada por caranguejos verdadeiros e siris. Seus representantes apresentam carapaça achatada dorsoventralmente, abdômen reduzido e dobrado sob a carapaça e geralmente não possuem urópodes;

2- Infraordem Anomura: Compostas pelos falsos caranguejos (Familia Porcellanidae), tatuís, ermitões e demais espécies de decápodes que possuem o último par de pereiópodes reduzido e modificado;

3- Infraordem Caridea: Composta pelos camarões-pitús e similares que, diferente dos Dendrobranchiata, incubam ovos. A pleura do segundo segmento abdominal se estende, cobrindo parte do primeiro e terceiro segmentos. Na maioria das famílias, os dois primeiros pares de pereiópodes são quelados e bem desenvolvidos;

4- Infraordem Astacidea: Seus representantes são os lagostins, os quais possuem os três primeiros pereiópodes quelados;

5- Infraordem Achelata: São as lagostas verdadeiras e as cavaquinhas. Todos os seus pereiópos.

Os decápodes possuem carapaça expandida lateralmente formando um par de câmaras branquiais. Seus apêndices cefálicos dividem-se em dois pares sensoriais (antênulas e antenas)

e três pares especializados para alimentação (mandíbula, maxílula e maxila). Seus três primeiros pares de apêndices torácicos são modificados para alimentação (maxilípedes). Os cinco pares de apêndices torácicos que assumem função locomotora são denominados pereiópodes, e quando provido de pinças (quelas) são chamados quelípodos. Seus apêndices abdominais são conhecidos como pleiópodes e assumem funções reprodutivas na transferência de gametas (gonópodos masculinos) e na incubação de ovos em fêmeas da Subordem Pleocyemata. O último par de apêndices abdominais são os urópodes, que junto com o télson formam o leque caudal, que desempenha função locomotora. A Infra-Ordem Brachyura não apresenta leque caudal pois o abdome é reduzido e dobrado ventralmente à carapaça, e juntamente com esta característica, ocorreu grande especialização dos apêndices torácicos (20 ao 50 pereiópodes) para a marcha, em um processo conhecido como braquiurização. Tais características, além da especialização de seus quelípodos em variadas funções, contribuíram para que Brachyura fosse a Infra-Ordem mais diversificada tanto em número de espécies quanto na variedade de habitats conquistados.

## **Subclasse Thecostraca**

A subclasse Thecostraca é composta por crustáceos extremamente modificados. Morfologicamente, estes organismos se distinguem, principalmente, pela presença de tronco curto (menos de 10 segmentos).



## Infraclasse Cirripedia

Os cirripédios são crustáceos essencialmente sésseis, mais conhecidos como cracas, comuns nos costões rochosos. Este grupo é considerado o mais modificado dentre os crustáceos, embora a grande maioria seja sésstil, alguns são altamente especializados para o parasitismo como é o caso da espécie *Saculina carcini*, parasita de caranguejos. Indivíduos deste grupo não apresentam cefalização e, em muitas espécies, não há presença de abdômen. Os cirripédios são hermafroditas, ao contrário da maioria dos outros crustáceos.

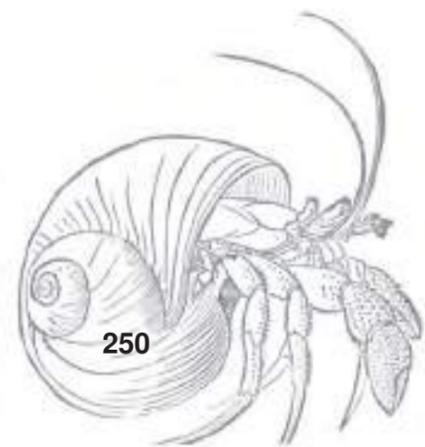
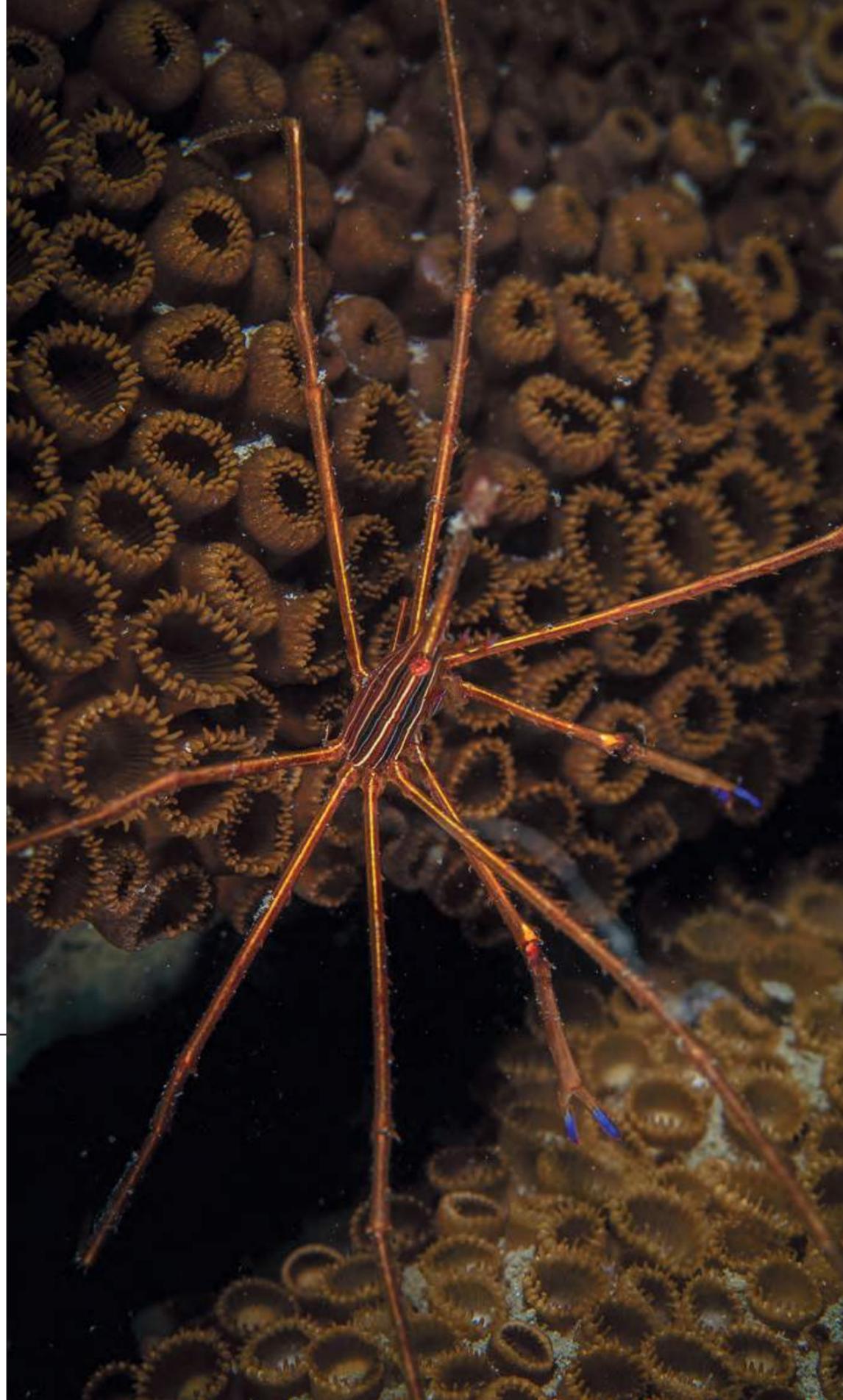
A ordem Thoracica compreende as cracas pedunculadas (subordem Lepodomorpha), as cracas comuns (subordem Balanomorpha), e um pequeno grupo de cracas assimétricas (subordem Verrucomorpha). Os apêndices torácicos são modificados em cirros, utilizados para capturar alimentos em suspensão. Os representantes de Balanomorpha apresentam o corpo revestido por um grupo de placas fixas (formando a testa) e dois pares de placas móveis (tergo e escudo). As larvas de cracas (cipris) fixam-se inicialmente ao substrato pelas antênulas, após a fixação formam um disco delgado de fixação na região pré-oral.

### *Megabalanus coccopoma* e *Megabalanus tintinabulum*

As cracas vivem fixas aos substratos (sésseis) que podem ser naturais (costões rochosos, cascalhos, sobre outros organismos) ou artificiais (cascos de embarcações, pilares de cais, etc.). Estas espécies são comuns nos costões rochosos e em sistemas de cultivo de mexilhões na Praia do Forno.

### *Sternorhynchus seticornis*

Crustáceos popularmente conhecidos como “caranguejo-aranha” devido as pernas longas e finas, que lhes dão uma aparência de aracnídeo. Diferente de um típico caranguejo, estes decápodes apresentam pinças muito finas e delicadas, o quê facilita pegar alimentos em fendas e outros espaços estreitos.





**A**



**B**

Estes organismos têm a tendência de assentar formando grandes agregados, como pode ser observado nos costões rochosos.

## Importância ecológica e econômica

Em ambientes marinhos, os crustáceos apresentam grande diversidade e riqueza de espécies e elevada biomassa. Os representantes do subfilo Crustacea exploram uma grande variedade de nichos por constituírem um grupo ecologicamente versátil. A evolução dos crustáceos permitiu o forrageio sobre diferentes fontes alimentares presentes no meio marinho podendo seus representantes ser tanto macrófagos (carnívoros, herbívoros e necrófagos) quanto micrófagos (forrageio sobre partículas em suspensão ou no sedimento). Portanto, os crustáceos possuem um papel relevante na teia trófica das comunidades marinhas e são um importante elo na transferência de energia entre os domínios bentônico e pelágico, além de manter interações ecológicas espécie específicas com inúmeros outros grupos taxonômicos.

Os crustáceos estão entre os principais invertebrados utilizados no consumo alimentar da população humana. Camarões são conhecidos por apresentarem várias espécies que constituem importantes recursos pesqueiros. Os representantes da Família Penaeidae representam a maioria das capturas mundiais, que são estimadas em torno de 700 mil toneladas/ano. No Estado do Rio de Janeiro, o camarão-rosa (*Penaeus paulensis*

e *Penaeus brasiliensis*) é capturado com ganchos (redes fixas com currais) e arrasto de fundo com portas (redes de cerco móveis). Em Arraial do Cabo e arredores (Região dos Lagos), o camarão-rosa totalizou uma produção pesqueira de 209 toneladas na pesca industrial de arrasto, durante o ano de 2006. Em relação à pesca artesanal em Arraial do Cabo, segundo a FIPAC (Fundação Instituto de Pesca de Arraial do Cabo), a captura de crustáceos no ano de 2009, representada pela pesca de camarões e de lagostas cavaquinhas, totalizou 178 kg (0,01 % de todo o pescado) e gerou uma receita de 1.114,00 reais (0,03 % de toda a receita gerada pela pesca artesanal no município).

O grupo é também altamente comercializado no mercado internacional de espécies marinhas ornamentais. No Brasil, 17 crustáceos decápodos marinhos são coletados para aquarofilia, sendo que seis espécies ocorrem em Arraial do Cabo: o camarão-palhaço (*Stenopus hispidus*), o camarão "stenopus golden" (*Stenopus spinosus*), o camarão bailarino (*Lysmata bahia*), o camarão corcunda (*Cinetorhynchus rigens*), *Brachycarpus* cf. *biunguiculatus* e o caranguejo-aranha (*Stenorhynchus seticornis*).

Antes da criação da RESEXMAR de Arraial do Cabo em 1997, a pressão da pesca ornamental foi muito forte na região, com mais de duas décadas de atuação. Um dos poucos relatos conhecidos apresenta a pesca e extinção local da anêmona gigante *Condylactis gigantea* na região (Gasparini et al., 2005). Muitas espécies de camarão são conhecidas por manterem-se intimamente associados a anêmonas, sendo algumas somente encontradas neste tipo de associação (Chace, 1958; Limbaugh et al., 1961; Williams & Williams, 1982;

As cracas se alimentam por filtragem, e é utilizando os cirros (que são apêndices torácicos modificados) que conseguem reter o plâncton que está suspenso na coluna d'água. Cada cirro contém um grande número de cerdas que aprisionam o plâncton. **A**: Cirros contraídos; **B**: Cirros estendidos.

***Panulirus sp.***

A lagosta trata-se de um crustáceo de grande porte e muito apreciado para o consumo alimentar da população humana. Sua captura é realizada principalmente por pesca artesanal.



254



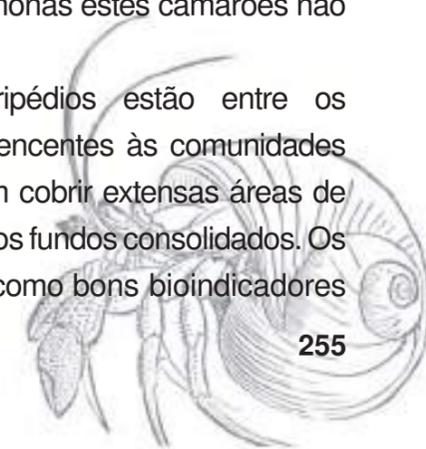
***Scyllarides deceptor***

A cavaquinho também é muito utilizada para consumo alimentar humano e, atualmente, é bastante rara na região. Foto: Alexandre Kassuga.

Wirtz et al., 2009). Cada indivíduo de *Condylactis gigantea* pode abrigar até 10 camarões entre seus tentáculos, sendo provável que os efeitos de sua coleta tenham conseqüências drásticas na população de camarões na região. Em Arraial do Cabo, estas anêmonas eram conhecidas por abrigar diversos camarões do gênero *Periclimenes*, entretanto, após o

desaparecimento das anêmonas estes camarões não são mais vistos na região.

Os crustáceos cirripédios estão entre os principais organismos pertencentes às comunidades bioincrustantes, que podem cobrir extensas áreas de sub-tratos rochosos ou outros fundos consolidados. Os cirripédios são apontados como bons bioindicadores



255

### ***Stenopus spinosus***

O camarão “golden shrimp” também é um crustáceo ornamental muito procurado para o aquarofilismo devido à beleza de suas cores.

Foto: Alexandre Kassuga.



de alterações ambientais, tais como salinidade e matéria orgânica. A craca do gênero *Tetraclita* é apontada, por exemplo, como sensível a poluição doméstica e industrial; enquanto que *Amphibalanus* (particularmente *A. amphitrite*) pode ocorrer em áreas muito poluídas (La-combe & Monteiro, 1974; Farrapeira, 2008).

## **Histórico de pesquisas**

A Reserva Extrativista de Arraial do Cabo carece de conhecimento sobre a sua fauna carcinológica, em especial a associada aos costões rochosos. Dentre os poucos estudos realizados na região, Serejo (1998) registrou 22 espécies de Amphipoda associados a

esponja *Dysidea fragilis* em Arraial do Cabo. Ribeiro et al. (2003) lista 31 espécies de Crustacea associados a esponja *Mycale microsigmatosa*, sendo duas espécies de Cirripedia, 20 espécies de Amphipoda, quatro espécies de Isopoda e quatro espécies de Decapoda. Entre os Cirripedia, seis espécies já foram citadas para região: *Cththamalus bisinuatus*, *Tetraclita stalactifera*, *Balanus trigonus*, *Amphibalanus amphitrite*, *Megabalanus coccopoma* e *M. tintinabulum*, (Skinner Coutinho, 2005; Salomão & Coutinho, 2007; Skinner et al., 2007; Masi, 2012). Estudos sobre Decapoda são ainda mais escassos. Em um levantamento preliminar para esta obra já foram detectadas novas ocorrências de espécies na região, a exemplo do camarão “golden” *Stenopus spinosus*.

Taxa registrados em Arraial do Cabo, RJ. NO: Nova Ocorrência; EST: Espécie não nativa (estabelecida); (BR): Brasil; (RJ): Rio de Janeiro; (AR): Arraial do Cabo. Estado de conservação: LC (menos preocupante); DD (dados insuficientes); NT (quase ameaçada).

### **Classe Malacostraca**

#### **Ordem Decapoda**

##### **Família Alpheidae**

*Alpheus candeii* Guérin-Méneville, 1855

*Alpheus formosus* Gibbes, 1850 <sup>LC</sup>

*Alpheus heterochaelis* Say, 1818

*Alpheus intrinsecus* Spence Bate, 1888

*Synalpheus apioceros* Coutière, 1909

*Synalpheus brevicarpus* (Herrick, 1891)

*Synalpheus fritzmulleri* Coutière, 1909

*Synalpheus minus* (Say, 1818) <sup>LC</sup>

##### **Família Diogenidae**

*Dardanus venosus* (H. Milne Edwards, 1848)

*Isocheles sawayai* Forest & de Saint, 1968

*Petrochirus diogenes* (Linnaeus, 1758)

##### **Família Enoplometopidae**

*Enoplometopus antillensis* Lütken, 1865 <sup>DD</sup>

##### **Família Epiplatidae**

*Acanthonyx dissimulatus* Coelho & Torres, 1993

*Epiplatys brasiliensis* Dana, 1852

*Libinia* sp.

*Macrocoeloma trispinosum* (Latreille, 1825)

##### **Família Grapsidae**

*Pachygrapsus transversus* (Gibbes, 1850)

##### **Família Inachoididae**

*Stenorhynchus seticornis* (Herbst, 1788) <sup>LC</sup>

##### **Família Lysmatidae**

*Lysmata* sp.

*Lysmata bahia* Rhyne & Lin, 2006

##### **Família Menippidae**

*Menippe nodifrons* Stimpson, 1859

##### **Família Mithracidae**

*Damithrax hispidus* (Herbst, 1790)

*Damithrax tortugae* (Rathbun, 1920)

*Mithraculus coryphe* (Herbst, 1801)

*Mithraculus forceps* A. Milne-Edwards, 1875

*Mithraculus* sp.

*Pitho lherminieri* (Desbonne in Desbonne & Schramm, 1867)

##### **Família Munididae**

*Munida spinifrons* Henderson, 1885

##### **Família Palaemonidae**

*Brachycarpus biunguiculatus* (Lucas, 1846)

##### **Família Palinuridae**

*Panulirus* sp.

##### **Família Panopeidae**

*Panopeus americanus* Saussure, 1857 <sup>LC</sup>

##### **Família Penaeidae**

*Metapenaeopsis goodei* (Smith, 1885)

##### **Família Pilumnidae**

*Pilumnus caribaeus* Desbonne in Desbonne & Schramm, 1867

*Pilumnus dasypodus* Kingsley, 1879

##### **Família Porcellanidae**

*Pachycheles chubutensis* Boschi, 1963

*Pachycheles laevidactylus* Ortmann, 1892

*Pachycheles monilifer* (Dana, 1852)

*Petrolisthes galathinus* (Bosc, 1802)

---

*Porcellana sayana* (Leash, 1820)

**Família Portunidae**

*Cronius ruber* (Lamarck, 1818)

**Família Rhynchocinetidae**

*Cinetorhynchus rigens* (Gordon, 1936)

**Família Scyllaridae**

*Scyllarides deceptor* Holthuis, 1963 <sup>DD</sup>

**Família Sicyoniidae**

*Sicyonia typica* (Boeck, 1864) <sup>LC</sup>

**Família Stenopodidae**

*Stenopus hispidus* (Olivier, 1811)

---

*Stenopus spinosus* Risso, 1827 <sup>NO;RJ</sup>

**Ordem Sessilia**

**Família Balanidae**

*Amphibalanus amphitrite* (Darwin, 1854) <sup>EST</sup>

*Balanus trigonus* Darwin, 1854 <sup>EST</sup>

*Megabalanus coccopoma* (Darwin, 1854) <sup>EST</sup>

*Megabalanus tintinnabulum* (Linnaeus, 1758)

**Família Chthamalidae**

*Chthamalus bisinuatus* (Pilsbry, 1916)

**Família Tetracitidae**

*Tetracita stalactifera* (Lamarck, 1818)

---



*Munida spinifrons*



*Synalpheus apioceros*



*Macrocoeloma trispinosus*



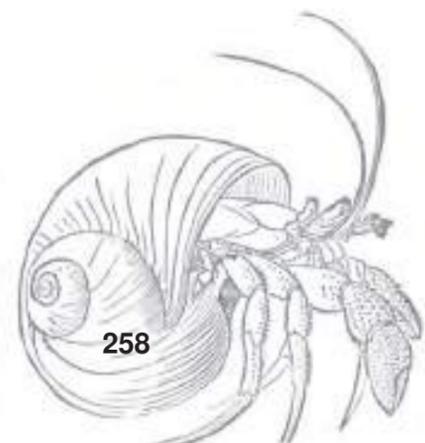
*Synalpheus brevicarpus*



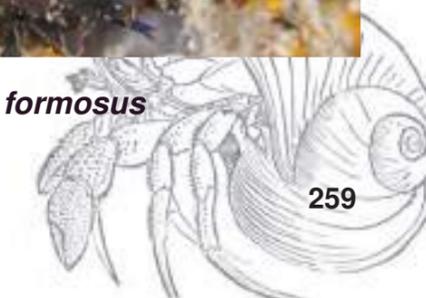
*Alpheus candei*



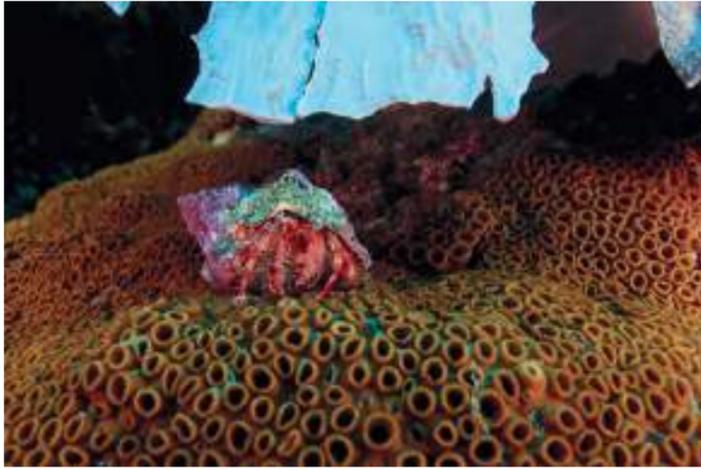
*Alpheus formosus*



258



259



*Dardanus venosus*



*Petrolisthes galathinus*



*Petrochirus diogenes*



*Isocheles sawayai*



*Libinia sp.*



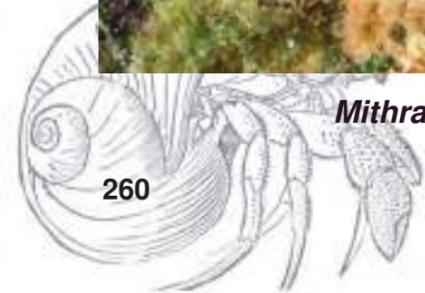
*Mithraculus forceps*



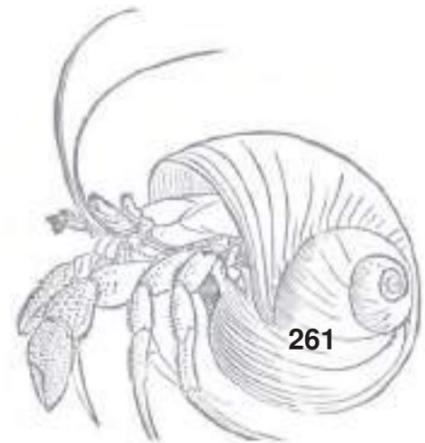
*Mithraculus sp.*



*Cronius ruber*



260

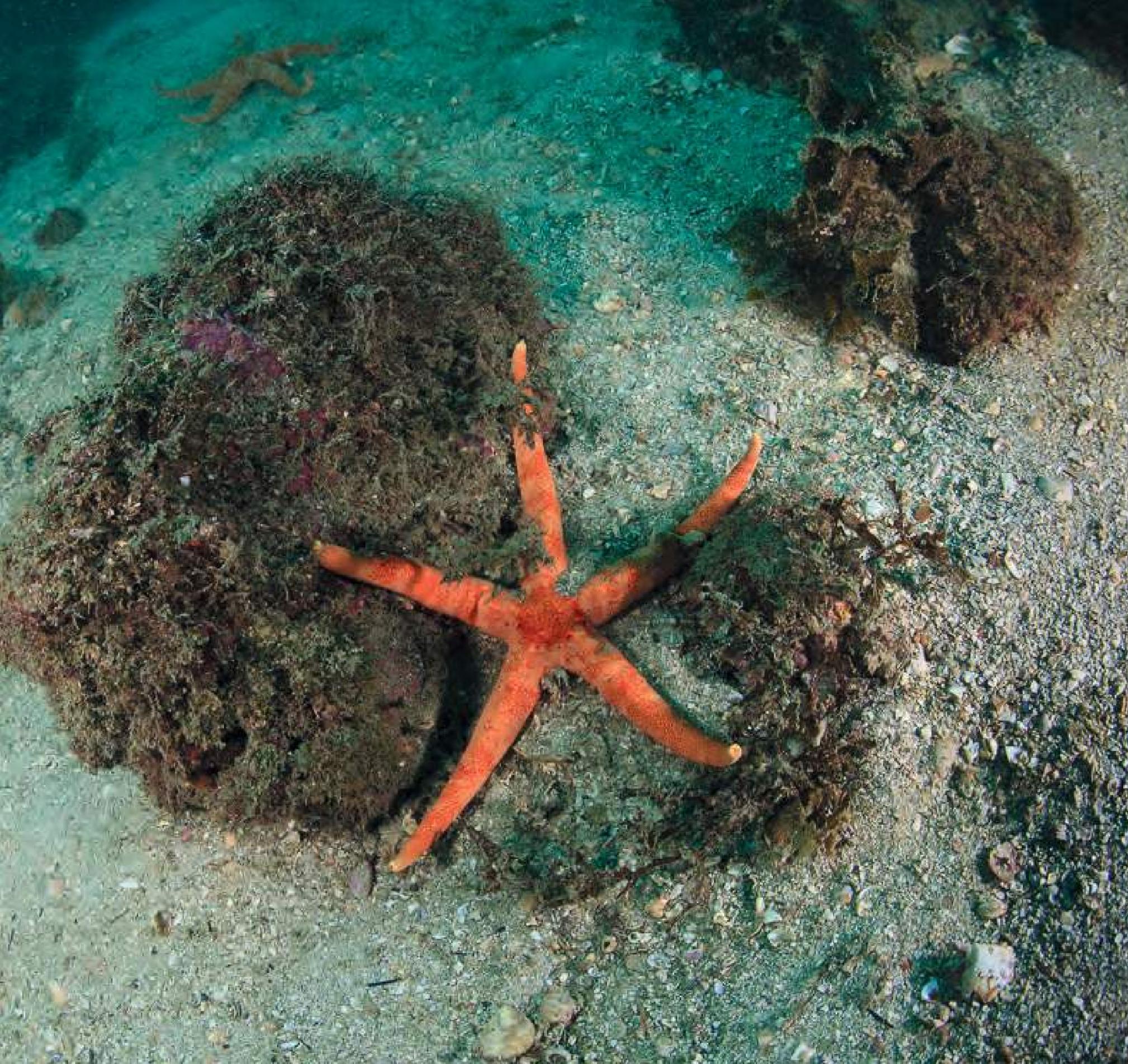


261

## Referências Bibliográficas

---

- Amaral, A. C. Z. & Jablonski, S. (2005). Conservation of marine and coastal biodiversity in Brazil. *Conservation Biology*, 19 (3): 625–631.
- Chace, F.A. (1958). A new shrimp of the genus *Periclimenes* from the West Indies. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 71: 125–132.
- Farrapeira, C. M. R. (2008). Cirripedia Balanomorpha del estuario del Río Paripe (Isla de Itamaracá, Pernambuco, Brasil). *Biota Neotropica*, 8(3): 31–39.
- Gasparini, J.L.; Floeter, S.R.; Ferreira, C.E.L.; Sazima, I.(2005). Marine ornamental trade in Brazil. *Biodiversity and Conservation*. 14: 2883–2899.
- Lacombe, D. & Monteiro, W. (1974). Balanídeos como indicadores de poluição na Baía de Guanabara. *Revista Brasileira de Biologia*, 34(4): 633–644.
- Limbaugh, C.; Pederson, H.; & Chace, F.A. (1961). Shrimps that clean fishes. *Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean*, 11: 237–257.
- Masi, B. P. (2012). *A influência de características oceanográficas na trajetória sucessional das incrustações biológicas na região de ressurgência de Cabo Frio, Rio de Janeiro*. Tese de doutorado. Universidade Federal do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ. 90 pp.
- Ribeiro, S.M.; Omena, E. P. & Muricy, G. (2003). Macrofauna associated to *Mycale microsigmatosa* (Porifera, Demospongiae) in Rio de Janeiro State, SE Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 57: 951–959.
- Salomão, V. P. & Coutinho, R (2007). O batimento de ondas na distribuição e abundância dos organismos bentônicos da zona entre-marés dos costões rochosos de arraial do cabo, RJ. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG.
- Schmidt, A.J.; Bemvenuti, C.E. & Diele, K. (2012). Effects of geophysical cycles on the rhythm of mass mate searching of a harvested mangrove crab. *Animal Behaviour*, 84: 333–340.
- Serejo, C.S. (1998). Gammaridean and caprellidean fauna (Crustacea) associated with the sponge *Dysidea fragilis* Johnston at Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brazil. *Bulletin of Marine Science*, 63(2): 363–385.
- Skinner, L. F. & Coutinho, R. (2005). Effect of microhabitat distribution and substrate roughness on barnacle *Tetraclita stalactifera* (Lamarck, 1818) settlement. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(1):109–113.
- Skinner, L.; Siviero, F. & Coutinho R. (2007). Comparative growth of the intertidal barnacle *Tetraclita stalactifera* (Thoracica: Tetraclitidae) in sites influenced by upwelling and tropical conditions at the Cabo. *Revista de Biología Tropical*, 55: 71–78.
- Vogt, G. (2011). Ageing and longevity in the Decapoda (Crustacea): A review. *Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology*, 251(1): 1–25.
- Williams, E.H. & Williams, L.B. (1982). First report of *Periclimenes yucatanicus* (Ives) (Decapoda, Palaemonidae) in association with a Corallimorpharian Anemone. *Crustaceana*, 42: 318–319.
- Wirtz, P.; Melo, G. & De Grave, S.(2009) Symbioses of decapod crustaceans along the coast of Espírito Santo, Brazil. *Marine Biodiversity Records*, 2; e162.
- Young, P.S. (1998). *Catalogue of Crustacea of Brazil*. Rio de Janeiro, Museu Nacional, 717pp.



# Capítulo 11

## Equinodermos

### (Equinodermata)

Carlos Renato Rezende Ventura  
& Marcela Rosa Tavares

*Narcissia trigonaria*

## Características gerais

Os equinodermos são animais marinhos comuns em regiões litorâneas e profundas, com características muito peculiares, especialmente, pela forma e estrutura de seus corpos. Os representantes mais populares são as estrelas-do-mar (Classe Asteroidea), que despertam a curiosidade das pessoas pela forma estrelada de seu corpo, composto por cinco braços unidos a um disco central. Entretanto, há outros equinodermos que também possuem um arranjo corporal

semelhante àquele das estrelas-do-mar, porém não tão evidente, como os lírios-do-mar ou crinoides (Classe Crinoidea), as “serpentes-do-mar” ou ofiuroides (Classe Ophiuroidea), os ouriços-do-mar e bolachas-da-praia ou equinoides (Classe Echinoidea) e os pepinos-do-mar ou holoturoides (Classe Holothuroidea). Os ofiuroides são os que mais se aproximam da forma corporal das estrelas-do-mar (com cinco eixos de simetria), porém este arranjo pode ser percebido após observação mais detalhada em partes externas e internas do corpo dos representantes das outras classes.

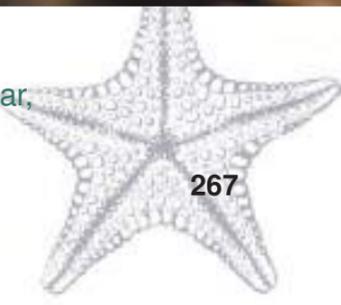
### *Narcissia trigonaria*

Estrela-do-mar muito admirada por mergulhadores que frequentam a região. Esta espécie está classificada como ameaçada de extinção na costa brasileira (MMA, 2004), porém a estrela é observada com frequência em alguns costões da região.



### *Ophionereis reticulata*

Formato corporal estrelado dos ofiuroides é o mais semelhante ao das estrelas-do-mar, com cinco eixos de simetria.





***Tropiometra carinata***

O lírio-do-mar também faz parte do filo, embora o seu corpo possua uma forma estrelada evidente. Esta espécie é comumente registrada nos costões rochosos junto ao cnidário baba-de-boi *Palythoa caribaeorum*.



***Isostichopus badionotus***

Pepino-do-mar muito comum em Arraial do Cabo, conhecidos por possuírem a parede do corpo mais flexível que os demais representantes do filo. Isso se deve a maior quantidade de colágeno do que cristais de calcita em sua estrutura. Foto: Fernando Moraes.

Outra característica importante dos equinodermos está relacionada a sua estrutura corporal. Todos os representantes deste grupo de animais possuem espinhos na parede do corpo. Seu nome provém do grego (*echino* = espinho; *derme* = pele) que expressa exatamente esta característica. A composição da parede corporal também é exclusiva dos equinodermos e lhes traz vantagens. Internamente, há um esqueleto composto por estruturas calcárias rígidas (cristais de calcita), que estão associadas a proteínas (principalmente, ao colágeno). A proporção de cada um desses componentes (cristais de calcita e colágeno) na parede corporal varia entre as classes e ambos são responsáveis pela rigidez e flexibilidade do corpo dos equinodermos. Por exemplo, os ouriços-do-mar possuem mais cristais de calcita do que colágeno em seu esqueleto interno, o que lhes garante rigidez em suas

carapaças. Ao contrário, a parede do corpo dos pepinos-do-mar é mais flexível, justamente por possuir mais colágeno do que cristais de calcita. As fibras de colágenos reunidas formam um tecido com características mutáveis (tecido conectivo mutável), que é exclusivo dos equinodermos. Este tecido ocorre entre várias estruturas corporais, como espinhos, placas calcárias e pedúnculos (dos crinoides). A sua grande vantagem é permitir que haja, em algumas ocasiões, rigidez e, em outras, flexibilidade, sem gasto excessivo de energia, como ocorre quando apenas fibras musculares são utilizadas. Assim, um espinho de ouriço-do-mar, por exemplo, pode estar mais flexível na base e se movimentar de um lado para outro quando o animal está relaxado, porém, em poucos segundos, pode se enrijecer para fornecer proteção contra alguma ameaça.



*Echinometra lucunter*

Ouriço-do-mar mais comum no litoral do Brasil e em Arraial do Cabo.



A maior parte dos representantes deste grupo de animais possui espinhos na parede do corpo. Nesta foto, detalhe de espinhos rodeados por pedicelárias (estruturas em forma de pinça) na estrela-do-mar *Coscinasterias tenuispina*.

Outra característica exclusiva dos equinodermos e muito importante para suas atividades vitais é o sistema interno de canais conhecido por sistema hidrovacular. Apesar de ocorrer variações neste sistema entre os representantes de cada classe, um padrão básico é reconhecido. Este consiste em um anel em torno da boca e esôfago e cinco canais (chamados canais radiais) que partem deste anel central e ocupam a parte interna dos braços (no caso das estrelas-do-mar, ofiuroides e crinoides) ou se distribuem na cavidade corporal (no caso dos ouriços-do-mar e pepinos-do-mar). Há uma ligação entre o anel central e o exterior do corpo, formado por um fino canal (canal pétreo)

e um orifício (hidróporo) coberto por uma placa esquelética porosa (madrepórto). Apenas os crinoides não possuem hidróporo e madrepórto. O funcionamento do sistema hidrovacular está intimamente relacionado com a locomoção, obtenção de alimento e trocas gasosas dos equinodermos. É possível notar partes deste sistema quando se observa a superfície inferior de uma estrela-do-mar ou entre os espinhos de um ouriço-do-mar. Projeções tubulares, com extremidades achatadas em forma de ventosas, se esticam e retraem constantemente. Estas projeções são chamadas de pés ambulacrais ou pódios. Estes pés são os responsáveis pela locomoção do animal, pois realizam a

fixação pontual e o deslocamento do corpo por intermédio de movimentos coordenados. Apenas nos crinoides, o sistema hidrovacular não está associado à locomoção. Os pés também funcionam como uma ligação direta entre o interior e exterior do corpo, pois transpassam a

parede corporal. Isto permite que haja transporte passivo de oxigênio dissolvido na água do mar para dentro do corpo dos animais. Da mesma forma, o gás carbônico é transportado para o exterior do corpo.



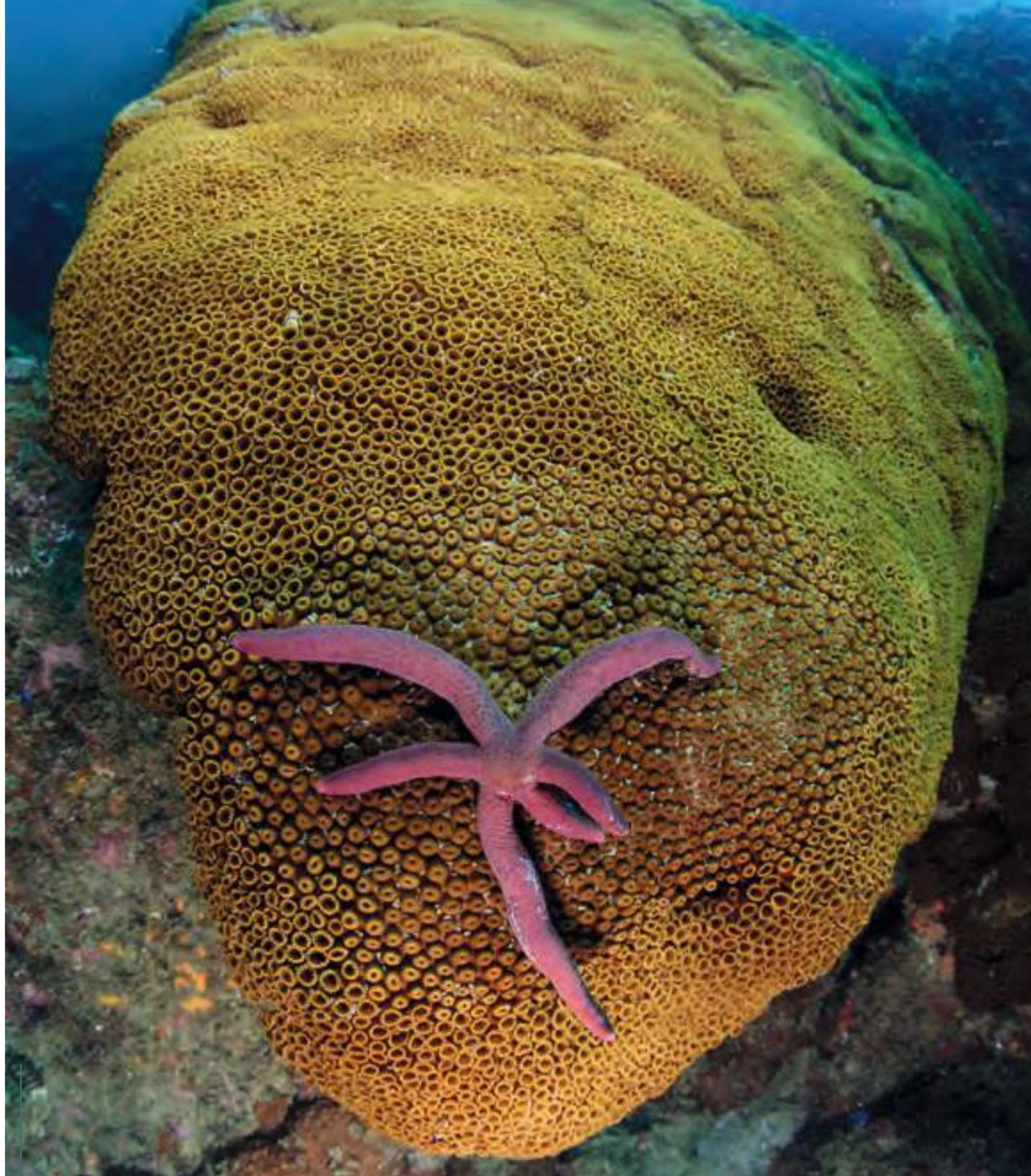
Madreporito é uma placa calcária porosa e achatada que permite a comunicação do sistema hidrovacular com o exterior do corpo.



Detalhe do braço da estrela-do-mar *Linckia guildingi* Gray, 1840 com vários poros reunidos por onde se projetam as pápulas (finos tecidos que ultrapassam a parede corporal e permitem a troca gasosa entre o interior e o exterior do corpo). Cada conjunto destes poros é denominado papulária.

Detalhe da superfície corporal do ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus* com espinhos e pedicelárias globíferas (estruturas em forma de pinça) evidentes.





*Linckia guildingi*

Espécie observada na Enseada dos Cardeiros com alguns braços em regeneração.

Os equinodermos estão presentes desde regiões litorâneas até aquelas profundas de todos os oceanos, em todas as latitudes. Apesar desta ampla distribuição, os equinodermos não possuem nomes populares específicos no Brasil, como ocorre para outros invertebrados marinhos, como crustáceos e moluscos, por exemplo. Há, atualmente, cerca de 7.000 espécies descritas de equinodermos, sendo os ofiuroides aqueles mais diversos (com cerca de 2.000 espécies). Cerca de 700 espécies de crinoides estão descritas atualmente e, dentre estas, 16 já foram reportadas para as águas brasileiras. Da mesma forma, das 1.800 espécies de asteroides existentes, 77 têm registros no Brasil, assim como, 153 espécies de ofiuroides (dentre as 2.000 espécies atuais), 52 espécies de equinoides (dentre as 900 espécies) e 49 espécies de holoturoides (dentre 1250 espécies descritas). São divididos em cinco classes:

## Classe Crinoidea

Os crinoides formam a classe mais antiga dentre as atuais. O seu corpo pode ser dividido em pedúnculo (haste que sustenta o corpo das espécies de águas profundas), cirros (projeções articuladas), cálice (porção principal do corpo) e braços (apêndices que partem do cálice). As espécies que habitam ambientes rasos não possuem pedúnculos, apenas aquelas que ocorrem em regiões mais profundas. Os cirros das espécies litorâneas (sem pedúnculo) projetam-se de uma placa na base do cálice (chamada centro-dorsal) e têm as funções de ancoragem e locomoção do animal. A principal massa corporal está no cálice, onde se localizam a boca e o ânus. Este está no alto de uma pequena projeção (chamada cone anal). Os braços possuem muitas projeções (chamadas pínulas) que sustentam pequenos pódios, capazes de reter alimentos em suspensão na coluna d'água e os conduzir até a boca, no centro do corpo (cálice).



**Crinoidea sp.1**  
Crinóide pouco comum na região, registrado no costão da Pedra Vermelha.



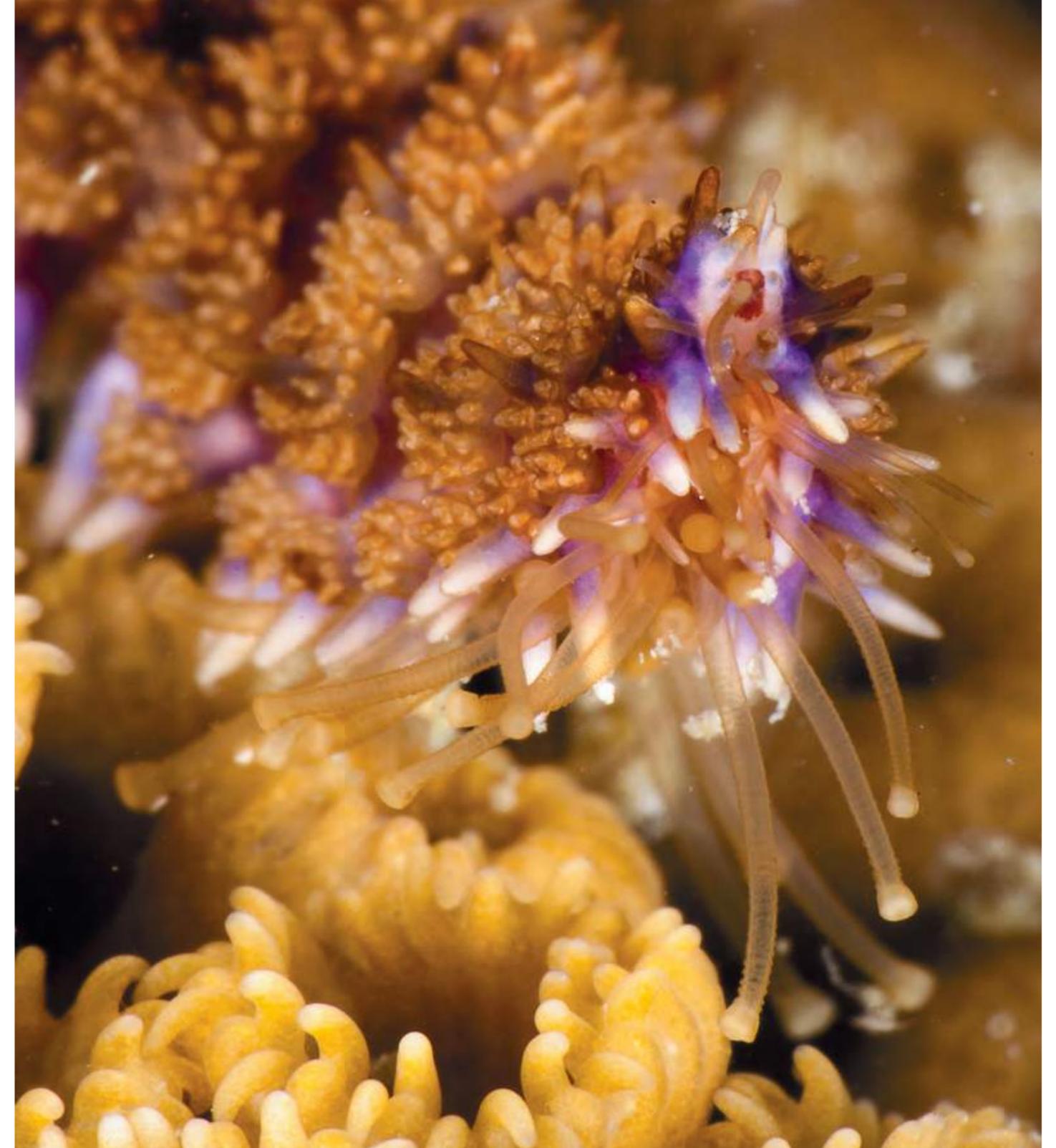


Detalhe da boca do **Crinoidea sp1**.

## Classe Asteroidea

O corpo das estrelas-do-mar é composto por um disco (porção central) e braços (cinco ou mais) que crescem a partir deste disco. Assim, possuem a aparência estrelada tão incomum dentre os animais. Ao longo de todo o corpo, há placas calcárias com ou sem espinhos que constituem o esqueleto das estrelas-do-mar. Estas placas não são evidentes ao olho nu, pois estão cobertas por tecidos de revestimento (epiderme e derme) que variam em espessura de acordo com as espécies. A boca se localiza na superfície inferior do corpo que fica voltada para o substrato. O ânus

está na superfície oposta à boca. Desta forma, a superfície que contém a boca é denominada superfície oral e a outra oposta que contém o ânus é chamada superfície aboral. Ao longo de cada braço, na superfície oral, há um sulco de onde se projetam os pés ambulacrais, arranjados em fileiras (duas a quatro). Na extremidade de cada braço, há pés mais delgados e uma mancha pigmentada capazes de perceber variações químicas e luminosas do ambiente. Na superfície aboral do disco encontra-se uma placa calcária diferente das demais, chamada madreporito. Esta está conectada ao sistema hidrovascular interno por um orifício (o hidróporo).



Na extremidade de cada braço das estrelas-do-mar **Coscinasterias tenuispina**, há pés mais delgados e uma mancha pigmentada capazes de perceber variações químicas e luminosas do ambiente.



***Asterina stellifera***

Estrela rara que foi registrada na Camarinha, lado de fora da Ilha de Cabo Frio.

***Echinaster (Othilia) brasiliensis***

Esta estrela-do-mar é a espécie mais comum da região e encontra-se na lista de espécies ameaçadas de extinção.



***Coscinasterias tenuispina***

Espécie comumente registrada com seus braços em regeneração.

## Classe Ophiuroidea

Os ofiuroides possuem o arranjo corporal semelhante ao das estrelas-do-mar, com cinco braços que se unem a um disco central. Entretanto, o disco é mais comprimido, com limites evidentes, os braços são mais finos, individualizados e, geralmente, cilíndricos. O disco pode ser revestido externamente por escamas, grânulos, espinhos ou por tecidos grossos (epiderme e derme). A boca se localiza na superfície inferior (oral) como nas estrelas-do-mar, porém os ofiuroides não possuem ânus e, portanto,

seu sistema digestório é considerado incompleto. O madreporito dos ofiuroides está localizado na superfície oral, ou seja, diferente de onde ocorre nas estrelas-do-mar. Os braços são compostos internamente por uma série de ossículos articulados, chamados vértebras. Cada vértebra é revestida externamente por um conjunto de placas calcárias (uma na superfície oral, duas laterais e uma na superfície aboral). Ao contrário das estrelas-do-mar, os ofiuroides não possuem sulcos na superfície oral dos braços e seus pódios se projetam a partir de dois orifícios em cada placa ventral.



Detalhe do disco dos ofiuróides revestido externamente por escamas.

*Ophioderma cinerea*



*Ophiothrix (Ophiothrix) angulata*  
Ofiuróide que vive comumente associado às esponjas marinhas.

*Ophiolepis* sp.





***Ophiothela mirabilis***

Espécie introduzida e que aparece muito em associação com o hidrozoário nativo *Millepora alcicornis*.

**Classe Echinoidea**

Os ouriços-do-mar e as bolachas-da-praia possuem o corpo formado por placas calcárias bem unidas que conferem rigidez e, praticamente, nenhuma flexibilidade. Além disto, a forma do corpo é globular, ovoide ou achatada, sem projeções como os braços dos crinoides, estrelas-do-mar e ofiuroides. O arranjo “estrelado” (ou pentarradial), entretanto, é percebido em outras partes do corpo, tanto externamente como internamente. Na carapaça dos ouriços-do-mar existem cinco regiões perfuradas, arranjadas simetricamente

como gomos que se estendem desde a superfície superior (aboral) até a inferior (oral). Por estas placas perfuradas se projetam pares de pés ambulacrais enfileirados. Por este motivo, estas regiões da carapaça são chamadas regiões ambulacrais. Os pés promovem a locomoção do animal e a troca gasosa entre o interior do corpo e o ambiente. Entre as regiões ambulacrais, há cinco regiões mais largas, formadas por placas maiores, sem perfurações e com mais espinhos. Estas regiões são chamadas inter-ambulacrais. Este arranjo de cinco regiões com placas perfuradas (regiões ambulacrais) e cinco com placas não perfuradas

(regiões inter-ambulacrais) evidencia os cinco eixos de simetria (petarradial) da estrutura corporal dos ouriços-do-mar. Já nas bolachas-da-praia, esta simetria é evidente externamente pelo desenho de cinco elipses arranjadas como “pétalas de flor” na superfície superior da carapaça (chamadas petaloides). Estas regiões também possuem placas calcárias perfuradas, por onde se projetam pés ambulacrais achatados, assim modificados para aumentar a superfície de contato com a água do mar. Estes pés são adaptados para a troca gasosa entre o interior do corpo e o ambiente e, ao contrário dos outros, não auxiliam na locomoção.

A boca dos ouriços-do-mar e das bolachas-da-praia se localiza na superfície inferior do corpo. No caso dos ouriços-do-mar, o ânus está posicionado na superfície oposta (aboral). Já nas bolachas-da-praia, o ânus se localiza na mesma superfície oral, porém deslocado para a porção mais periférica. Tanto nos ouriços-do-mar como nas bolachas-da-praia, há espinhos por toda a superfície do corpo. O tamanho dos espinhos, assim como sua forma e função, varia em um mesmo animal, de acordo com a posição na carapaça e, também, de acordo com as espécies.

***Eucidaris tribuloides***

Ouriço-do-mar conhecido como ouriço lápis e que, atualmente, encontra-se na lista de espécies ameaçadas.





***Tripneustes ventricosus***

Espécie muito rara na região, registrada do lado externo da Ilha de Cabo Frio.

***Paracentrotus gaimardi***

Ouriço de espinhos branco comum nos costões rochosos do lado de fora Baía do Arraial do Cabo. Foto: Fernando Moraes.

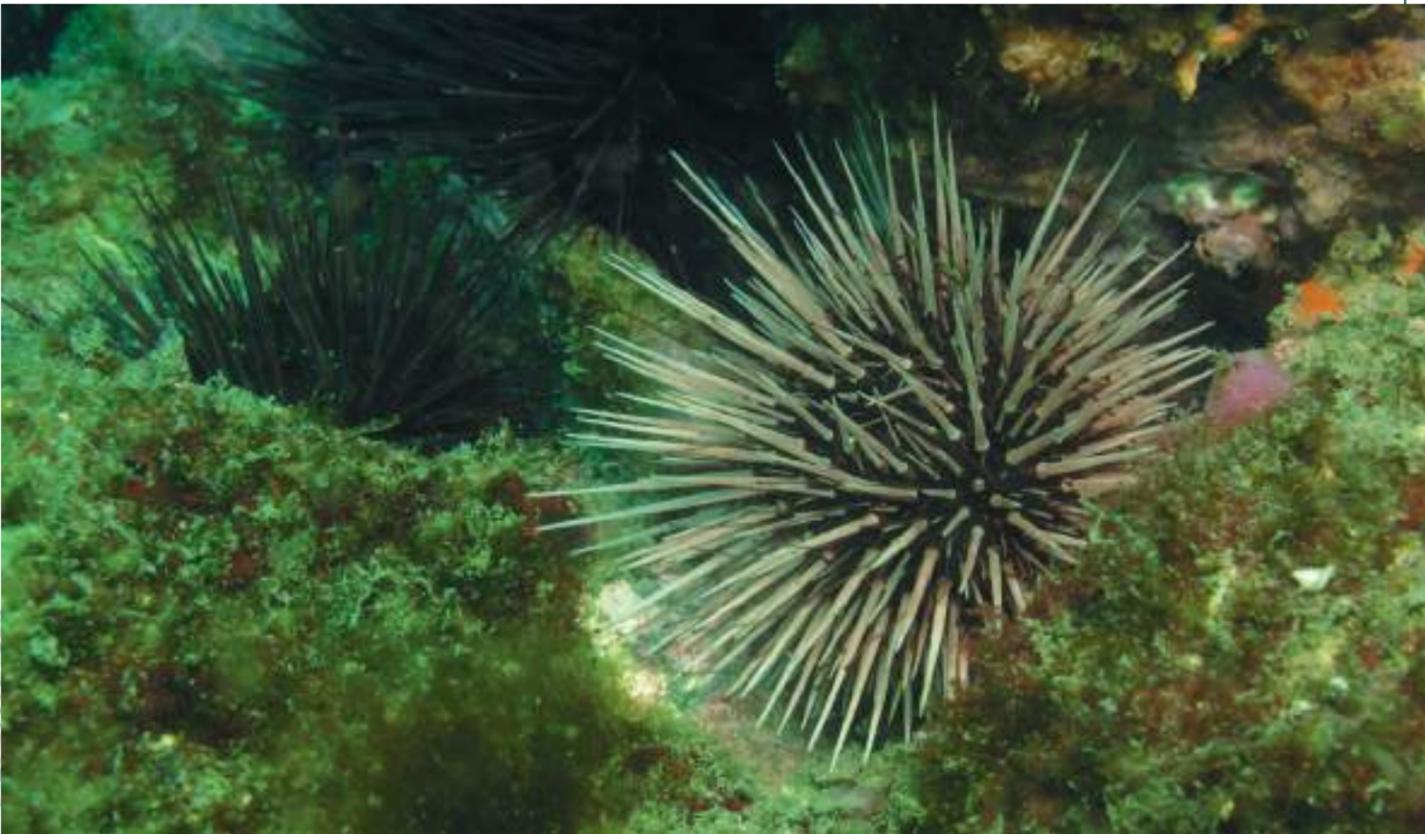


***Lytechinus variegatus***

Ouriço-do-mar que também se encontra na lista de espécies ameaçadas, porém, é bastante comum nos fundos arenosos de Arraial do Cabo.

***Pseudoboletia maculata***

Ouriço originário do Pacífico e que foi registrado pela primeira vez na região.





***Arbacia lixula***

Comumente observados em aglomerados nos costões rochosos na Enseada dos Ingleses.



***Holothuria (Halodeima) grisea***

***Isostichopus badionotus***

Pepino do mar muito comum em Arraial, encontrando com diferentes padrões de coloração.

## Classe Holoturoidea

Os pepinos-do-mar, ao contrário de todos os outros equinodermos, possuem o corpo mais flexível, formado por maior quantidade de proteínas e menor quantidade de estruturas calcárias. Estas, de fato, são pequenos ossículos de formato variado que se distribuem na parede corporal, inseridos na matriz de tecidos (conjuntivo, muscular e nervoso). Estes animais

possuem o corpo alongado, como um pepino. A boca se localiza em uma das extremidades e o ânus na outra. Ao redor da boca, há uma coroa de tentáculos que variam em forma e funções de acordo com as espécies. Estes são chamados tentáculos orais e atuam na captura de alimentos no sedimento ou em suspensão na coluna d'água. Há, na maioria das espécies, pés ambulacrais distribuídos pelo corpo responsáveis pela locomoção e também pela troca gasosa com o ambiente.



## Importância ecológica e econômica

Os equinodermos exercem importantes papéis ecológicos nas comunidades marinhas, pois ocupam vários níveis tróficos como herbívoros, carnívoros,

detritívoros e onívoros. Eles podem influenciar diretamente ou indiretamente as populações de espécies de importância comercial e ecológica, como caranguejos, siris, moluscos e corais, pois os utilizam como alimento ou são predados por eles (no caso de peixes bentônicos) (Lawrence, 1987).



Ouriço-do-mar *L. variegatus* é comumente observado usando conchas e outros tipos de materiais como camuflagem. Foto: Fernando Moraes.

Além disto, muitas espécies de equinodermos são capazes de controlar as densidades de presas mais abundantes no ambiente, exercendo, assim, um papel relevante nas comunidades marinhas. Dessa forma, garantem a alta diversidade no ambiente, seja como consumidores primários, que mantêm a diversidade das macroalgas e impedem a dominância de espécies de rápido crescimento (espécies oportunistas), seja como predadores generalistas, que mantêm a diversidade entre vários grupos de invertebrados marinhos. Flutuações acentuadas na densidade populacional de algumas espécies-chave de equinodermos (especialmente ouriços-do-mar e estrelas-do-mar) podem causar desequilíbrios consideráveis no ambiente marinho, tanto pela diminuição do número de indivíduos como pelo aumento excessivo na

densidade populacional.

Portanto, os equinodermos são animais com características ecológicas importantes em todas as comunidades marinhas bentônicas. Suas interações com espécies competidoras, predadoras e presas são complexas. Também são animais muito sensíveis às alterações das condições ambientais e, por isso, são considerados bons bioindicadores. Várias espécies de ouriços-do-mar, por exemplo, são acumuladores de poluentes. Devido à pequena taxa de deslocamento (vida sedentária) possibilitam a investigação de contaminação em uma determinada localidade ao longo do tempo. Desta forma, são utilizados na identificação e quantificação dos poluentes existentes no ambiente que habitam (Guillou et al., 2000).

### *Diadema antillarum*

Ouriço-do-mar que possui espinhos compridos e finos, que o distingue da espécie *E. lucunter* comum da costa brasileira.





Distribuição da espécie herbívora *E. lucunter* nos costões rochosos da Ilha dos Porcos.

Os equinodermos têm importância econômica direta, seja por serem consumidos como alimentos ou por serem utilizados como matéria-prima para a fabricação de medicamentos ou substâncias inibidoras de incrustação biológica.

Em outras partes do mundo, como vários países asiáticos, Chile, Espanha e França, espécies de ouriços-do-mar e pepinos-do-mar são amplamente consumidos diretamente. Especialmente pelo alto consumo na Ásia, este mercado gera muitas divisas para os países exportadores, como EUA, Canadá e Chile. No

Brasil, o consumo ocorre em pequena escala e ainda é muito regional, restrito apenas para as populações de pescadores e alguns restaurantes sofisticados dos maiores centros urbanos.

Na região do Arraial do Cabo, ocorrem algumas espécies de ouriços-do-mar e de pepinos-do-mar que possuem potencial para o consumo humano, pois são consumidas em outras localidades ou têm características muito próximas daquelas espécies exploradas comercialmente. Entretanto, são necessários estudos populacionais básicos antes de qualquer

exploração comercial destas espécies, seja por extrativismo ou por cultivo. Inicialmente, devemos saber sobre o ciclo reprodutivo, a taxa de crescimento, a dinâmica e o tamanho populacional destas espécies no ambiente natural para podermos traçar políticas racionais de exploração comercial destes recursos marinhos.

Da mesma forma, há espécies com potencial para a exploração bioquímica de fármacos e outras substâncias de interesse industrial. Os mesmos procedimentos de pesquisa básica devem anteceder quaisquer iniciativas de extrativismo ou cultivo para tais fins.

## Histórico de pesquisas

Até o momento, poucos trabalhos foram realizados com o Filo Echinodermata em Arraial do Cabo. O primeiro estudo sobre equinodermos na região data de 1994. Neste, Ventura *et al.* verificaram a relação entre o tamanho corporal e o número de presas nas estrelas-do-mar *Astropecten cingulatus*, *A. brasiliensis* e *Luidia ludwigi scotti* coletadas através de arrastos ao longo da Praia de Massambaba. Em 1995, Ventura & Fernandes analisaram a distribuição batimétrica e a estrutura de tamanho populacional de estrelas do mar da Ordem Paxillosida na área de influência direta da ressurgência. Para isto, as espécies *A. cingulatus*, *A. brasiliensis*, *L. ludwigi scotti*, *Tethyaster vestitus* e *Luidia alternata* também foram coletadas através de arrastos no mesmo local que o estudo anterior em profundidades de 30, 45 e 60m. Castro *et al.* (1995) verificaram que as populações de equinodermos e corais que ocorriam na região apresentavam

um padrão de distribuição distinto entre a Baía de Arraial do Cabo quando comparadas com o lado externo com maior influência da ressurgência. No estudo de Carvalho & Ventura (2002) foi analisado o ciclo reprodutivo da estrela-do-mar *Asterina stellifera* na região de Cabo Frio, onde uma das áreas de coleta se localizava nas Praias do Pontal em Arraial do Cabo. Em 2004, Ventura *et al.* verificaram a existência de diferenças dimensionais morfológicas em duas populações de *Encope emarginata* geograficamente separadas na costa do Brasil, sendo uma delas amostrada em Salvador (BA) e outra em Arraial do Cabo (RJ). Em 2007, Valverde & Meurer fizeram uma análise espacial de três espécies de ouriços-do-mar (*Echinometra lucunter*, *Lytechinus variegatus* e *Paracentrotus gaimardi*) em costões rochosos de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Armação de Búzios e Angra dos Reis. Enquanto, no mesmo ano, Calderon *et al.* investigaram o possível papel de *E. lucunter* na distribuição de *Darwinella* sp. (Porifera) na Ilha dos Porcos e no Saco do Cherne. Os autores sugeriram que a presença de *E. lucunter* provavelmente interfere na competição por espaço entre *Darwinella* sp. e espécies de algas, diminuindo a cobertura das algas através da herbivoria. Em 2010, Almeida *et al.* analisaram a relação de *E. lucunter* com o peixe *Elacatinus figaro*, o qual utiliza os espinhos do ouriço como refúgio. Apenas quatro anos depois, em 2014, foram publicados dois trabalhos sobre equinodermos da região. Em um deles, Cagnin & Meurer utilizaram a Praia do Forno como uma das regiões de análise da densidade e hábito alimentar de *Oreaster reitculatus* em áreas rasas de recifes rochosos. No outro, Cordeiro *et al.* verificaram o padrão de distribuição e a composição

de agrupamentos de ouriços do mar em oitos pontos de coleta em Arraial do Cabo em diferentes profundidades. Foram registradas as espécies *L. variegatus*, *Eucidaris tribuloides*, *Tripneustes ventricosus*, *Diadema antillarum*, *Arbacia lixula*, *E. lucunter* e *P. gaimardi*, sendo as três últimas, as espécies dominantes.

Alguns estudos realizados com outros grupos de animais na região de destaque analisaram espécies de Echinodermata de maneira indireta. Batista (2000) estudou a fauna de ofiuroides associados a cinco espécies de esponjas e observou que *Ophiactis savignyi* era o equinodermo mais abundante. Em 2003, Ribeiro *et al.* analisaram a macrofauna associada a esponja *Mycale microsigmatosa* em três pontos do estado do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, Niterói e Arraial do Cabo) e verificaram que duas espécies de ofiuróides (*Amphipholis squamata* e *O. savignyi*) viviam associadas a esta esponja. No mesmo ano, Waters & Roy utilizaram três espécimes da estrela-do-mar *Coscinasterias tenuispina* coletados em Arraial do Cabo para realizarem um estudo sobre filogeografia global das espécies fissíparas do gênero *Coscinasterias*. No estudo de Klautau *et al.* (2004) foi registrada a primeira ocorrência do gênero de *Paraleucilla* (Porifera) para o Oceano Atlântico, o qual foi coletado em Arraial do Cabo e outras duas localidades. No mesmo, foi registrada a associação

de esponjas deste gênero com diversos organismos, inclusive equinodermos. Além disso, estrelas-do-mar da espécie *Echinaster (Othilia) brasiliensis* foram observadas se alimentando dessas esponjas. Em 2006, Clavico *et al.* analisaram os papéis ecológicos dos produtos naturais da esponja *Geodia corticostylifera* e verificaram uma íntima associação desta com o ofiuoide *O. savignyi*. Os autores verificaram que esta associação é mediada quimicamente por produtos orgânicos liberados pela esponja, a qual fornece proteção para este ofiuoide e inibe a presença de outros epibiontes sobre a mesma. Em 2012, Diniz *et al.* realizaram um estudo sobre o perfil químico de organismos marinhos de ambientes subtropicais costeiros, analisando a composição bruta e fatores de conversão nitrogênio-proteína. Neste, duas espécies de Echinodermata, *E. (Othilia) brasiliensis* e *E. lucunter*, foram utilizadas para as análises, sendo a última coletada em Arraial do Cabo. Em 2016, Martins *et al.* mencionaram que um espécime de *Tripneustes ventricosus* foi coletado na região e usado para auxiliar a identificação de outros indivíduos da mesma espécie coletados no Arquipélago de Trindade e Martin Vaz.

Através deste breve histórico, nota-se que ainda é necessário um maior investimento em pesquisa para que seja possível compreender melhor a riqueza dos equinodermos e suas interações com outros organismos na região de Arraial do Cabo.

Taxa registrados em Arraial do Cabo. NO: Nova Ocorrência; INV: espécie não nativa (exótica); AME: Ameaçada; BR: Brasil; (RJ): Rio de Janeiro; (AR): Arraial do Cabo.

#### Classe Crinoidea

##### Família Tropiometridae

*Tropiometra carinata* (Lamarck, 1816)

#### Classe Asteroidea

##### Família Astropectinidae

*Astropecten brasiliensis* Müller & Troschel, 1842 AME; BR

*Astropecten cingulatus* Sladen, 1883 AME; BR

*Tethyaster vestitus* (Say, 1825)

##### Família Luidiidae

*Luidia ludwigi scotti* Bell, 1917 AME; BR

*Luidia clathrata* (Say, 1825) AME; BR

*Luidia senegalensis* (Lamarck, 1816)

*Luidia alternata* (Say, 1825)

##### Família Asterinidae

*Asterina stellifera* (Möbius, 1859) AME; BR

##### Família Asteriidae

*Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816)

##### Família Oreasteridae

*Oreaster reticulatus* (Linnaeus, 1758) AME; BR

##### Família Echinasteridae

*Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller & Troschel, 1842

##### Família Ophidiasteridae

*Narcissia trigonaria* Sladen, 1889 AME; BR

*Linckia guildingi* Gray, 1840

#### Classe Ophiuroidea

##### Família Ophiidermatidae

*Ophioderma apressa* (Say, 1825)

*Ophioderma cinerea* Müller & Troschel, 1842

##### Família Ophiotrichidae

*Ophiothela mirabilis* Verrill, 1867 INV

*Ophiothrix (Ophiothrix) angulata* (Say, 1825)

##### Família Ophionereididae

*Ophionereis reticulata* (Say, 1825)

#### Família Ophiolepididae

*Ophiolepis* sp.

#### Família Amphiuridae

*Amphipholis squamata* (Delle Chiaje, 1828)

#### Família Ophiactidae

*Ophiactis lymani* Ljungman, 1872

*Ophiactis savignyi* (Müller & Troschel, 1842)

#### Classe Echinoidea

##### Família Arbacioidea

*Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758)

##### Família Echinometridae

*Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758)

##### Família Cidaridae

*Eucidaris tribuloides* (Lamarck, 1816) AME; BR

##### Família Toxopneustidae

*Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816) AME; BR

*Pseudoboletia maculate* Troschel, 1869 NO

*Tripneustes ventricosus* (Lamarck, 1816)

##### Família Parachinidae

*Paracentrotus gaimardi* (Blainville, 1825)

##### Família Diadematidae

*Diadema antillarum* Philippi, 1845

##### Família Mellitidae

*Encope emarginata* (Leske, 1778)

*Mellita quinquesperforata* (Leske, 1778)

#### Classe Holothuroidea

##### Família Holothuriidae

*Holothuria (Halodeima) grisea* Selenka, 1867

##### Família Stichopodidae

*Isostichopus badiotus* (Selenka, 1867) AME; BR

##### Família Chiridotidae

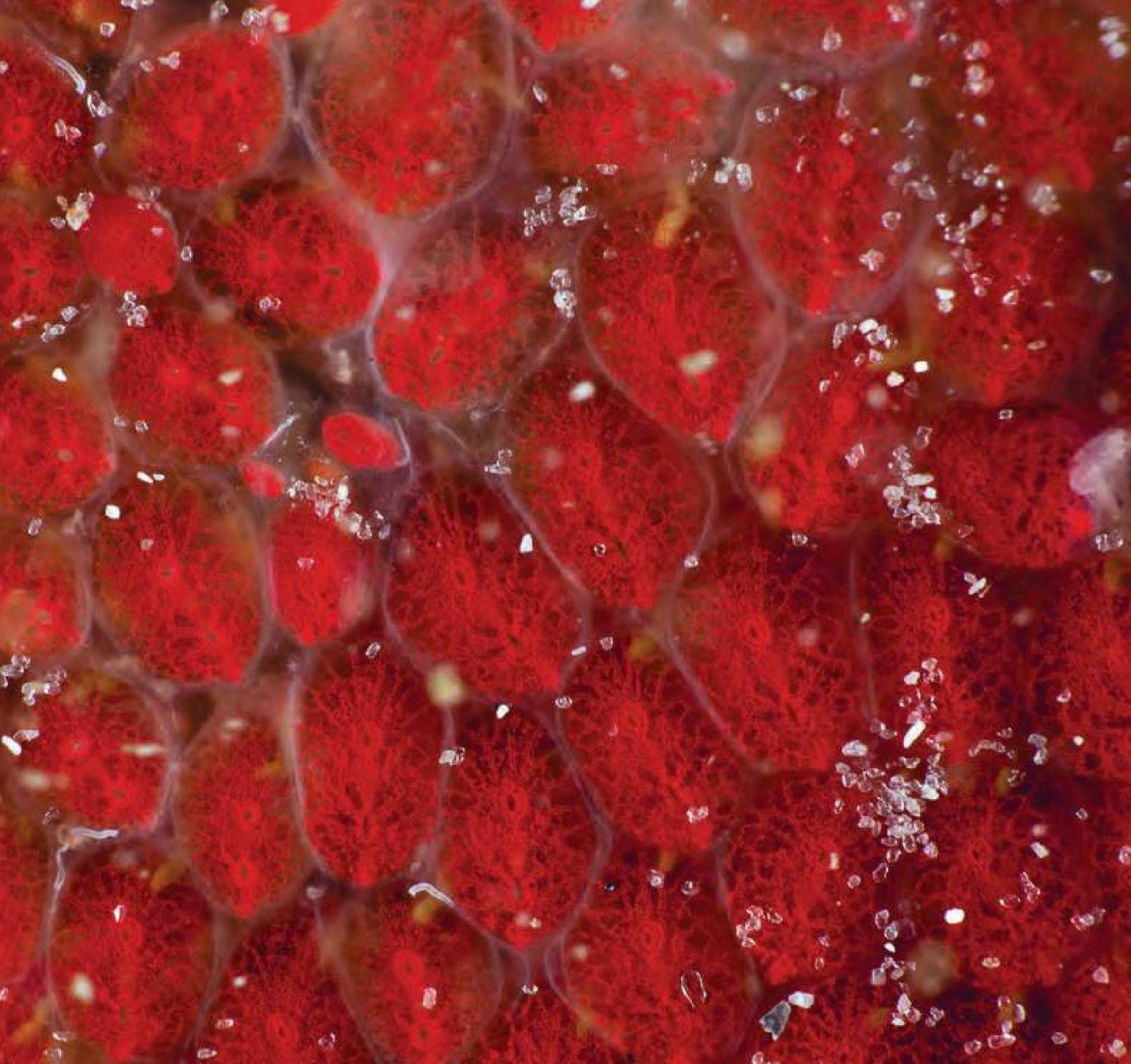
*Chiridota rotifera* (Pourtalès, 1851)



## Referências Bibliográficas

- Almeida, D. F.; Solé-Cava A. M. & Calderon E. N. (2010) The sea urchin *Echinometra lucunter* (Echinodermata, Echinoidea) as a refuge for the barber goby *Elacatinus figaro* (Perciformes, Gobiidae). *Arquivos do Museu Nacional*, 68 (1-2): 17-23.
- Cagnin, A. P. S. & Meurer, B. C. (2014) Densidade e hábito alimentar de *Oreaster reticulatus* (Linnaeus, 1758) (Echinodermata) em áreas rasas de recifes rochosos do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Bio USU*, 1 (1): 1-10.
- Calderon, E. N.; Zilberberg, C. & Paiva, P. C. (2007) The possible role of *Echinometra lucunter* (Echinodermata: Echinoidea) in the local distribution of *Darwinella* sp. (Porifera: Dendroceratida) in Arraial do Cabo, Rio de Janeiro State, Brazil. *Porifera Research: Biodiversity, Innovation and Sustainability*, 211-217.
- Carvalho, A. L. P. S. & Ventura, C. R. R. (2002) The reproductive cycle of *Asterina stellifera* (Möbius) (Echinodermata: Asteroidea) in the Cabo Frio region, southeastern Brazil. *Marine Biology*, 141: 947-954.
- Castro, C. B.; Echeverría, C. A.; Pires, D. O.; Mascarenhas, B. J. A. & Freitas S. G. (1995) Distribuição de Cnidaria e Echinodermata no Infralitoral de costões rochosos de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 53 :471-480.
- Castro, C. B.; Echeverría, C. A.; Pires, D. O. & Fonseca, C. G. (1999) *Distribuição do bentos (Cnidaria e Echinodermata) em costões rochosos da Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil*. pp. 179-193. In: Silva S. H. G. & Lavrado H. P. (eds) *Ecologia dos Ambientes Costeiros do Estado do Rio de Janeiro Série Oecologia Brasiliensis*, vol. II. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.
- Clavico, E. E. G.; Muricy, G.; da Gama, B. A. P.; Batista, D.; Ventura, C. R. R. & Pereira, R. C. (2006) Ecological roles of natural products from the marine sponge *Geodia corticostylifera*. *Marine Biology*, 148: 479-488.
- Cordeiro, C. A. M. M.; Harborne, A. R. & Ferreira, C. E. L. (2014) Patterns of distribution and composition of sea urchin assemblages on Brazilian subtropical rocky reefs. *Marine Biology*, 161: 2221-2232.
- Diniz, G. S.; Barbarino, E. & Lourenço, S. O. (2012) On the chemical profile of marine organisms from coastal subtropical environments: gross composition and nitrogen-to-protein conversion factors, pp: 297-320. In: Marco Marcelli. (Eds.). *Oceanography*. 1ed. Rijeka: InTech. Cap.14.
- Klautau, M.; Monteiro, L. & Borojevic, R. (2004) First occurrence of the genus *Paraleucilla* (Calcarea, Porifera) in the Atlantic Ocean: *P. magna* sp. nov. *Zootaxa*, 710 :1-8.
- Martins, L.; Souto, C.; Braga, J. & Tavares, M. (2016) Echinoidea and Holothuroidea (Echinodermata) of the Trindade e Martin Vaz Archipelago, off Brazil, with new records and remarks on taxonomy and species composition. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 98 (3): 521-555.

- Ribeiro, S. M.; Omena, E. P. & Muricy, G. (2003) Macrofauna associated to *Mycale microsigmatosa* (Porifera, Desmospongiae) in Rio de Janeiro State, SE Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 57 (5-6): 951-959.
- Valverde, L. C. & Meurer, B. C. (2007) Análise espacial de três espécies de Echinoidea (Echinodermata) em costões rochosos do litoral do Rio de Janeiro – RJ – Brasil. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, 1-2.
- Ventura, C. R. R.; Junqueira, A. O. R. & Fernandes, F. C. (1994) The relation between body size and number of prey in starfish (Echinodermata: Asteroidea). In: David, B.; Guille, A.; Féral, J. & Roux, M. (eds) *Echinoderms through time*. Balkema, Rotterdam. 375-380
- Ventura, C. R. R. & Fernandes, F. C. (1995) Bathymetric distribution and population size structure of paxilloid seastars (Echinodermata) in the Cabo Frio upwelling ecosystem of Brazil. *Bulletin of Marine Science*, 56 (1): 268-282.
- Ventura, C. R. R.; Hopkins, T. S. & Kuhajda, B. R. (2004) Morphological dimensional differences in two geographically separated populations of *Encope emarginata* (Leske) from the coast of Brazil. pp. 261-265. In: Heinzeller & Nebelsick (eds) *Echinoderms: München*. Taylor & Francis Group, London, 633 p.
- Waters, J. M. & Roy, M. S. (2003) Global phylogeography of the fissiparous sea-star genus *Coscinasterias*. *Marine Biology*, 142 :185-191.



# Capítulo 12

## Ascídias

### (Chordata: Tunicata)

Luciana V. Granthom-Costa,  
Eduardo C.M. Hajdu & Gustavo M. Dias

*Symplegma rubra*

---

## Características gerais

Os representantes do subfilo Tunicata, juntamente com os de Cephalochordata são considerados os cordados primitivos. Historicamente, o grupo foi erroneamente classificado como pertencente ao grupo Mollusca e apenas em 1866, Kowalevsky encontrou na larva de ascídias, características cruciais para a mudança hierárquica do grupo. O autor observou a presença da notocorda na larva, fazendo com que este grupo fosse incluído em Chordata, confirmando uma relação próxima aos vertebrados. Além da notocorda (percursora da coluna vertebral nos vertebrados), os Tunicata compartilham outros caracteres morfológicos (sinapomorfias) com os Chordata, tais como: endóstilo, tubo nervoso dorsal e cauda pós-anal, que ocorrem em algum momento durante a ontogenia das espécies do grupo. No entanto, as relações de parentesco entre os subfilos de Chordata - Cephalochordata, Tunicata e Vertebrata, vem sendo debatidas, e a posição filogenética dos subfilos ainda é questionada. Entretanto, atualmente, baseados em dados moleculares e morfológicos, algumas linhas de pesquisa apontam uma relação de parentesco mais estreita entre os Vertebrata e Tunicata, do que se acreditava anteriormente.

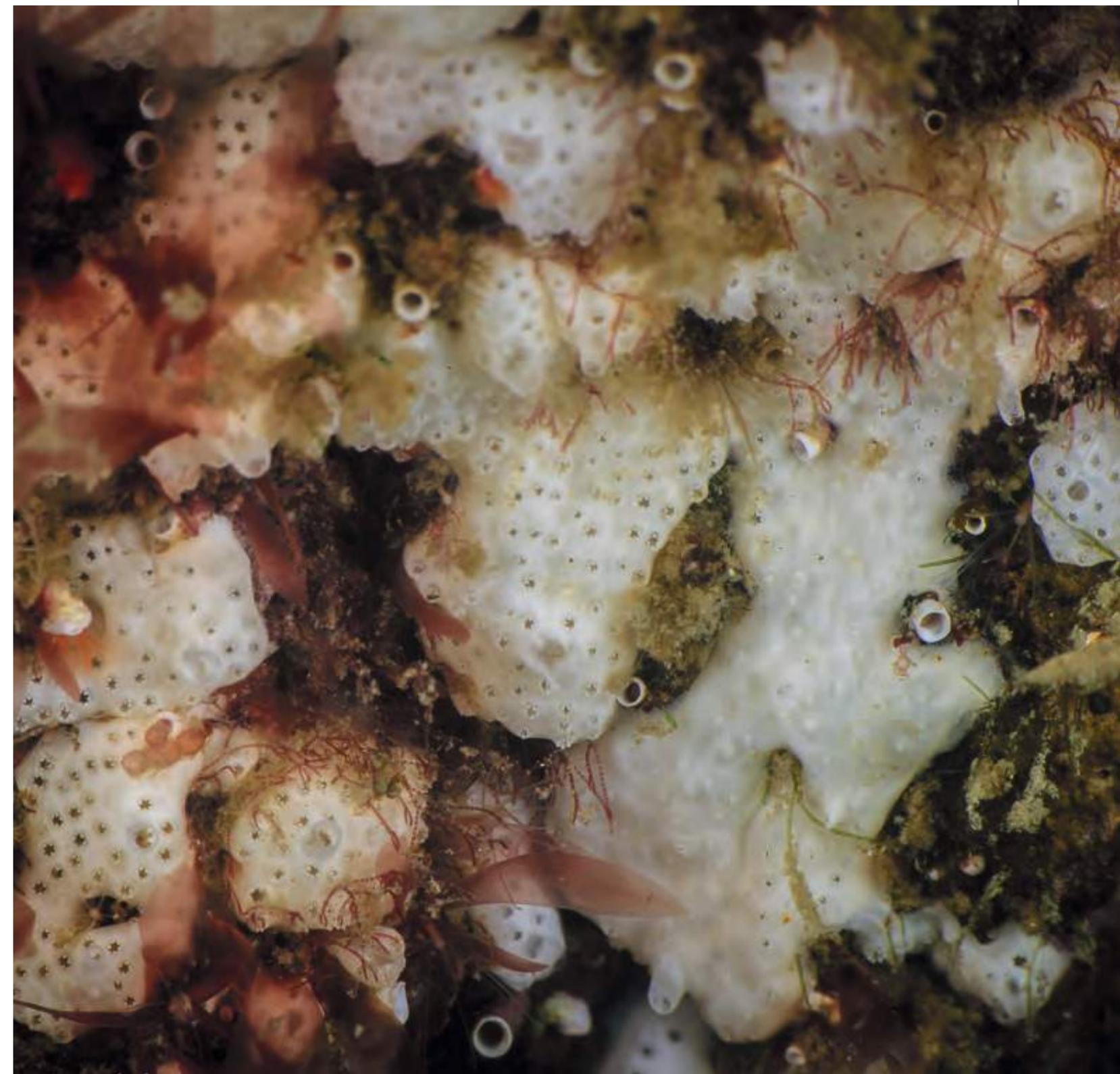
De acordo com a maioria dos livros textos e publicações recentes, os representantes do grupo Tunicata englobam 90% dos protocordados, com mais de 3.800 espécies registradas, e são divididos em quatro Classes: Thaliacea (salpas e doliólos), Apendicullaria (apendiculários), Sorberacea (tunicados predadores de mar profundo) e Ascidiacea (ascídias). Os representantes de Tunicata são encontrados em todos os oceanos, desde águas tropicais às regiões

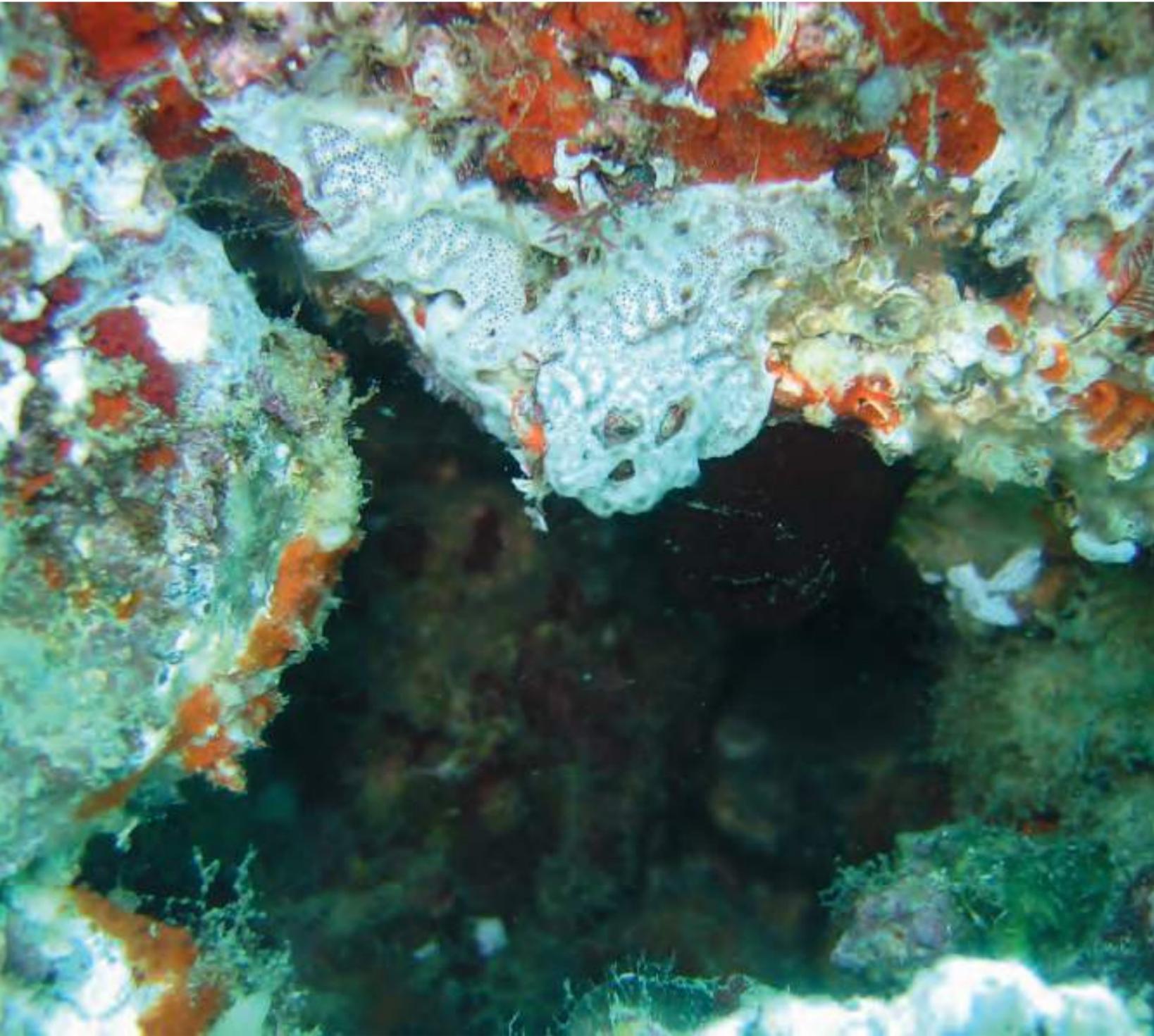
polares, em diferentes profundidades, ocupando desde a região do entremarés até as regiões abissais. São reconhecidos pela presença de uma túnica que recobre todo o corpo do animal, havendo espécies com organização solitária ou colonial. São em sua maioria filtradores suspensívoros (ascídias, salpas e apendiculários), entretanto, espécies carnívoras (Sorberacea) são encontradas. Uma das principais diferenças responsáveis pela grande diversidade de formas de vidas no Subfilo Tunicata esta diretamente relacionada ao ambiente marinho onde seus representantes ocorrem. Enquanto Ascidiacea e Sorberacea são de hábito bentônico, vivendo fixas em costões rochosos, raízes de mangue, fundo arenoso ou estruturas artificiais construídas pelo homem, os representantes das Classes Thaliacea e Apendicullaria são planctônicos.

A classe Ascidiacea é representada pelas ascídias (*sea squirts* ou *ascidians*, em inglês) e é reconhecidamente um dos principais grupos da comunidade bentônica, sendo a maior e mais diversa dos Tunicata. As ascídias apresentam cerca de 3.300 espécies descritas no mundo e de acordo com a classificação taxonômica proposta por Lahille, as ascídias estão divididas em três ordens: Phlebobranchia (cesta branquial com vasos longitudinais), Stolidobranchia (cesta branquial com dobras e vasos) e Aplosobranchia (cesta simples, sem dobras), sendo esta última ordem, a mais diversa com 13 famílias reconhecidas, onde a família Didemnidae merece destaque com o maior número de espécies descritas – aproximadamente 600. A ordem Phlebobranchia apresenta nove famílias enquanto Stolidobranchia apenas quatro, sendo Styelidae com o maior número de espécies descritas 535. Esta

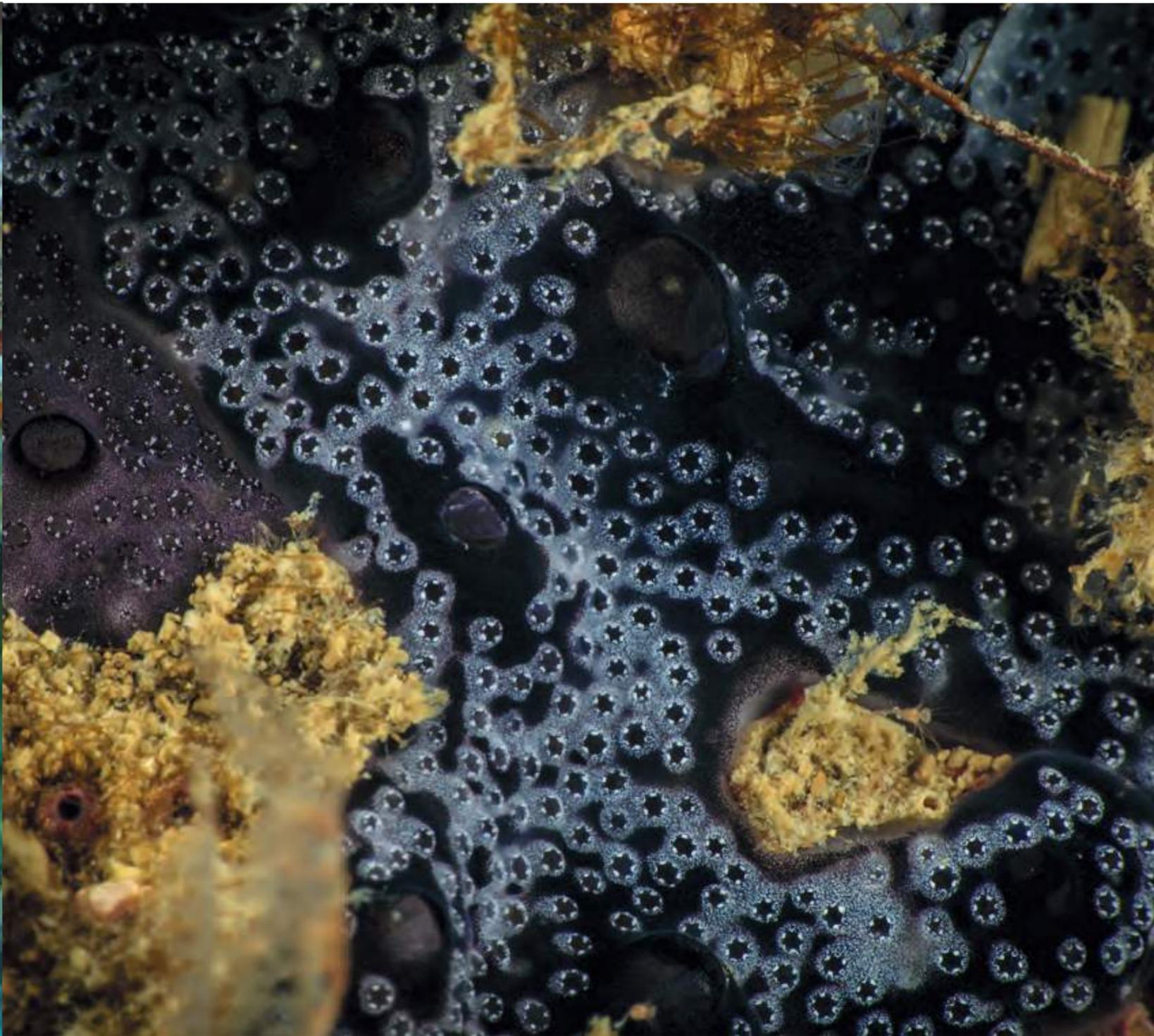
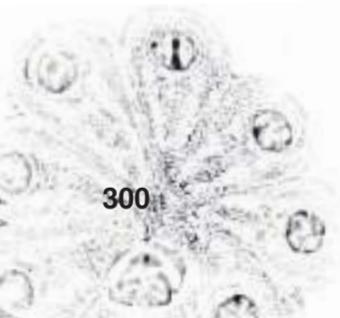
*Didemnum* sp.

Espécie colonial registrada no costão do Maramutá na Ilha de Cabo Frio.

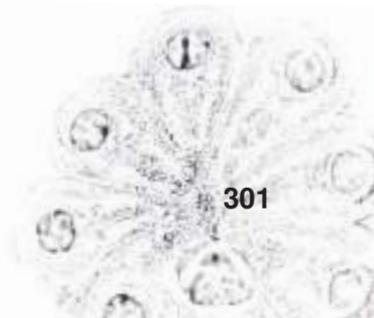




***Didemnum perlucidum***  
Outra espécie de ascídia muito comum em Arraial.



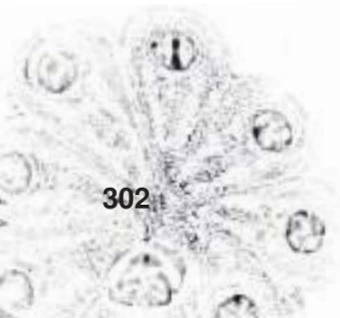
***Didemnum vanderhorsti***  
Esta espécie foi registrada apenas no costão da Camarinha e com ocorrência apenas do lado externo onde há forte influência de ressurgência.





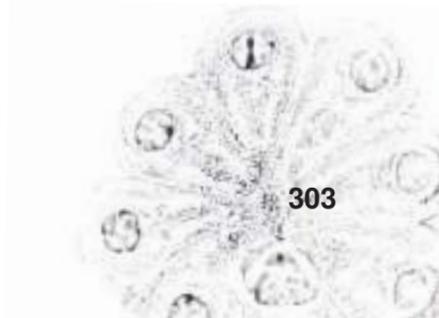
***Didemnum ligulum***

Foi a única espécie registrada em ambos os ambientes tropical e subtropical que são encontrados em Arraial do Cabo. Foto: V. Padula



***Didemnum rodriguesi***

Espécie de coloração alaranjada com registros no Sul do Oceano Atlântico.



classificação proposta em 1886 é a atualmente usada pela maioria dos especialistas e não suportada por estudos moleculares recentes.

As ascídias são organismos bentônicos sésseis que apresentam formas de vida solitárias ou coloniais. São exclusivamente marinhos e podem ser encontradas em costões rochosos desde a região do entremarés até grandes profundidades (superior a 2.600 metros) e, também em substratos não consolidados. Muitas são intolerantes à dessecação da região do entremarés e por isso são mais comumente encontradas no infralitoral. Porém, outras espécies suportam as baixas temperaturas das regiões polares, podendo ser encontradas em abundância e com alta riqueza específica na Antártica. Da mesma forma, são facilmente encontradas em substratos artificiais submersos no ambiente marinho, tais como: pilares do cais, plataformas de petróleo, cascos de navios e fixas em embarcações de pequeno porte, assim como em bóias de sinalização.

São organismos micrófagos filtradores. A água que entra pelo sifão inalante, é direcionada para a cesta branquial perfurada, a qual tem aspecto de cesta de basquete. Os cílios presentes na cesta batem de maneira sincronizada e são recobertos por um muco secretado pelo endóstilo, o qual ajuda na adesão das partículas ingeridas. Um único exemplar de uma ascídia solitária pode filtrar até 4 litros de água do mar por dia, o que faz com que estes animais sejam reconhecidos como “bombas filtradoras”, podendo ser excelentes indicadores da qualidade da água. Naturalmente, as espécies de ascídias acumulam metais pesados nas células celômicas, principalmente vanádio e ferro, mas a função desse acúmulo ainda permanece incerta.

Ascídias são hermafroditas, mas geralmente

os gametas masculino e feminino não são liberados simultaneamente, o que diminui a chance de autofecundação. Já as espécies coloniais, além da reprodução sexuada também se reproduzem assexuadamente (por brotamento ou fissão de colônias), fazendo com que uma única larva assentada possa dar origem a uma colônia que ocupa grandes áreas no substrato consolidado. Nas espécies solitárias a fertilização é externa, com centenas de gametas liberados na coluna d'água durante o período reprodutivo. Já na maioria das espécies coloniais a fertilização é interna e os ovos podem demorar de uma a algumas semanas para se desenvolver. A partir daí, é formada e liberada uma larva girinóide (*tadpole*), lecitotrófica que tem um período de natação curto, permanecendo por minutos ou algumas horas na coluna d'água. Durante o período de assentamento as larvas são fotofóbicas, por isso ao encontrar um substrato duro e sombreado, a larva inicia o processo de metamorfose dando origem ao adulto que após 30 a 60 dias de vida alcançará a maturidade reprodutiva.

## Importância ecológica e econômica

A distribuição do grupo é bem documentada na Oceania (Kott, 1985, 2001) e Europa (Monniot & Monniot, 2001). Nas Américas, a monografia de Van Name (1945) é um compilado importante das espécies nestes continentes e parte do Caribe. Outros estudos na região do Caribe (Monniot & Monniot, 1972, 1983, 1984) registraram e descreveram dezenas de espécies para a ilha da Guadeloupe, assim como para Jamaica, Bermudas, Belize e Curaçao, Bonaire (Goodbody,

### *Didemnum granulatum*

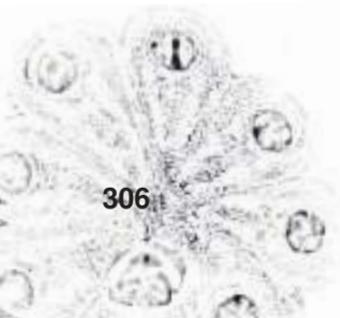
Espécie comum em Arraial do Cabo nos costões abrigados e expostos.





***Didemnum* sp**

Esta ascídia surgiu recentemente na área portuária em Arraial do Cabo ocupando pilares, cabos e recobrando espécies nativas.

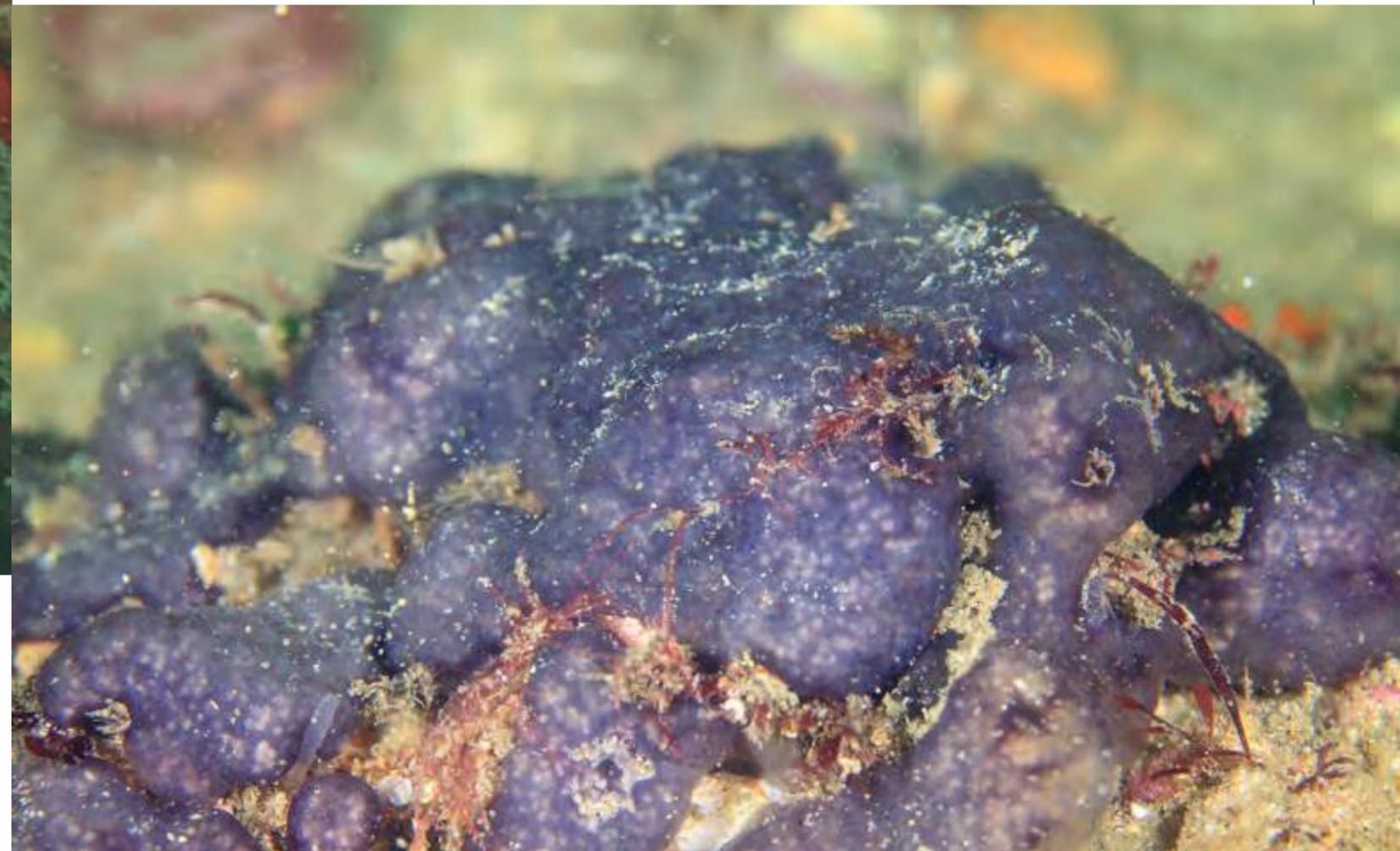


1984; 2003; 2004), Boca del Toro, Panamá (Rocha et al., 2005) e ilha Margarita na Venezuela (Rocha et al., 2010). No Brasil, o conhecimento do grupo ainda é escasso, apesar dos esforços nas últimas décadas (Rodrigues et al., 1998; Rocha & Nasser, 1998; Rocha & Costa, 2005; Rocha et al., 2005; Rocha et al. 2015). Já foram registradas 104 espécies de ascídias (Rocha et al., 2011) para a costa brasileira. O estado de São Paulo é o melhor inventariado, com 62 espécies registradas (Dias et al., 2012), seguido por Espírito Santo (Gamba, 2013), Santa Catarina com 26 espécies (Rocha et al., 2005), Ceará com 19 espécies (Lotufo & Silva, 2005) e Paraná com 11

espécies (Rocha & Nasser, 1998). Já o Estado do Rio de Janeiro apresenta um histórico de poucos trabalhos que abordaram a diversidade de ascídias: Millar (1958), Oliveira (1947, 1950), Simões (1981), Barboza (2010) e Marins et al. (2010) ampliaram a distribuição espacial da assembléia de ascídias do Estado. Além destes, os trabalhos de Rocha & Costa (2005) registram 18 espécies, incluindo a descrição de uma espécie nova, enquanto Granthom-Costa (2012) aumentou significativamente o número de ocorrências, registrando 32 espécies dando uma abordagem ecológica e categorizando as espécies encontradas nos substratos consolidados da região

***Cystodytes dellechiajei***

Esta espécie tem registro de ocorrência apenas no lado externo da Ilha de Cabo Frio.



quanto à bionvasão. Recentemente, o número de espécies aumentou com o registro de 50 espécies com cinco novas espécies para o estado Granthom-Costa (2017).

Como primeiros registros/novas ocorrências para os substratos duros de Arraial do Cabo, verificou-se que as espécies solitárias *Ascidia curvata* e *Styela canopus*, além das espécies da família Didemnidae são novos registros para Arraial do Cabo. Na costa brasileira, *A. curvata* já havia sido observada em São Paulo (Dias et al., 2012), Pernambuco e Espírito Santo (Lotufo, 2002). Para o Estado do Rio de Janeiro, *A. curvata* foi registrada nos substratos artificiais de Angra dos Reis (Marins et al., 2010) e da baía de Sepetiba (Barboza, 2010) mas não para a baía da Guanabara (Simões, 1981). A espécie *S. canopus* já havia sido registrada em todos os municípios citados acima, com exceção de Arraial do Cabo e, sendo assim foram consideradas novas ocorrências para o município.

Uma das famílias do grupo Ascidiacea para qual a taxonomia é extremamente complicada é a família Didemnidae. A identificação é difícil, baseando-se principalmente em caracteres morfológicos. Compilando as informações da família para o estado do Rio de Janeiro, verificou-se a ocorrência de 14 espécies para a família Didemnidae, das quais quatro são espécies novas e oito são pertencentes ao gênero *Didemnum* (Lotufo, 2002). Lotufo (2002) comparando a diversidade de ascídias no litoral tropical brasileiro mencionou o Estado do Rio de Janeiro como o local de maior riqueza desta família. Recentemente, em um novo inventário realizado por Granthom-Costa (2012) ampliou a distribuição de algumas espécies para esta família. Foram encontradas 10 morfoespécies da família Didemnidae, sendo oito do gênero *Didemnum*

(*D. ligulum*, *D. granulatum*, *D. rodriguesi*, *D. speciosum*, *D. galacteum*, *D. vanderhorsti* e *D. perlucidum* e uma espécie ainda não identificada) e duas para o gênero *Diplosoma* (*Diplosoma* sp e *D. listerianum*) sendo este trabalho o primeiro registro destas espécies para o município, com exceção de *D. ligulum* e *D. rodriguesi* (Lotufo, 2002). No entanto, cabe ressaltar, que apesar do primeiro registro destas espécies nos substratos consolidados de Arraial do Cabo, não se pode afirmar que a ocorrência dessas espécies seja o resultado de introduções recentes, uma vez que a identificação das espécies desta família é criteriosa e poucos são os especialistas no grupo. Por este motivo, a família Didemnidae não havia sido reportada no levantamento realizado por Rocha & Costa (2005).

O compilado de informações acima sobre a distribuição das espécies de ascídias é de grande importância, não apenas pelo aprofundamento taxonômico, dando suporte a estudos com enfoques biogeográficos e ecológicos, como também auxilia em estudos de bioprospecção. O potencial dos metabólitos secundários das ascídias para indústria farmacológica é reconhecido há mais de 30 anos. Destaca-se a *didemnida B* da espécie *Trididemnum solidum*, a primeira droga anticâncer marinha a entrar em testes clínicos (Rinehart et al., 1981). No entanto, outros compostos, oriundos de outras espécies do grupo apresentaram atividade biológica (antibacteriano e antiviral) (Rinehart et al., 1990). Duas espécies do litoral do Rio de Janeiro – *Didemnum granulatum* e *Cystodites dellechiajei* vêm sendo alvo de estudos sobre compostos ativos e foram encontradas apenas nos costões expostos ao fenômeno da ressurgência em Arraial do Cabo, do lado de fora da baía. *D. granulatum* – produz a

***Clavelina oblonga*** Ascídia muito comum nos pilares do cais do Porto, categorizada como não nativa do Brasil.





***Rhodosoma turcicum***

Espécies solitárias não nativas da costa brasileira que foram registradas nos costões da Praia do Forno e que atualmente estão se espalhando na região.

granulatimida e a isogranulatimida, que vem sendo testadas em tumores cancerígenos (Berlink et al., 1998). Já *C. dellechiajei* produz os alcalóides bioativos sebastianina A and sebastianina B com atividade de citotoxicidade (Torres et al., 2002). Além das espécies descritas acima, outras duas foram alvo de estudos químicos: *Phallusia nigra* (Costa et al., 2001) e *Symplegma rubra* (Youssef et al., 2015), sendo ambas comumente encontradas em substratos

naturais e artificiais do Estado do Rio de Janeiro e em abundância em Arraial do Cabo.

Os impactos antropogênicos (poluição, descaracterização do meio marinho e bioinvasão) são reconhecidamente fatores causadores da perda da biodiversidade. No entanto, os efeitos desses fatores na assembléia de ascídias são escassos na costa brasileira. O aumento da capacidade de carga da região portuária do Arraial do Cabo, o tráfego



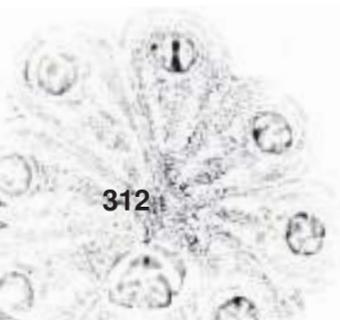
***Rhodosoma turcicum***

Detalhe dos sífões de coloração amarela da espécie.

marítimo, com rotas nacionais e internacionais na região vem aumentando consideravelmente (Melo et al., 2009) mas as consequências ecológicas destes impactos não foram avaliados. Estudos revelam que as ascídias são bioindicadoras da qualidade ambiental (Naranjo et al., 1996), assim como da eutrofização do ambiente marinho (Marins et al., 2010), mas não há para Arraial do Cabo estudos com este enfoque utilizando ascídias como modelos.

Algumas espécies de ascídias vêm sendo encontradas distantes do seu local de origem, apresentando uma distribuição mais ampla do que se espera de espécies com larvas com baixa capacidade de dispersão. Estas longas dispersões são os resultados de impactos antropogênicos principalmente do transporte marítimo, com rotas transoceânicas ou nacionais, que rompem as barreiras biogeográficas introduzindo espécies longe do seu local de origem.

***Styela plicata***  
Espécie categorizada como  
introduzida e com ampla  
distribuição na costa brasileira.



Fixas nos cascos dos navios ou através da água de lastro, as espécies de ascídias podem migrar facilmente e assim ampliar a sua distribuição. A baixa capacidade de dispersão e o registro de espécies distantes do seu local de origem é um indício de invasão. Áreas portuárias são reconhecidamente “doadoras” de espécies não nativas em portos do mundo inteiro e uma vez que a espécie exótica invade o ambiente, essa pode modificar a estrutura da comunidade local, causando impactos ecológicos irreparáveis. Para algumas ascídias, as regiões portuárias são ideais para o seu desenvolvimento e crescimento. O grande aporte de matéria orgânica nestas áreas faz com a abundância destas espécies seja potencializada. Além disso, com a ausência de um predador natural, algumas ascídias conseguem se estabelecer e colonizar áreas adjacentes, tais como os costões rochosos, competindo com espécies nativas por espaço e alimento, acarretando problemas ecológicos e perda da diversidade nativa (Cohen et al., 2005).

Há registro de impacto negativo da presença de espécies de ascídias em sistema de cultivos na área da aquicultura. Ao invadir cultivos de ostras e mexilhões, as espécies de ascídias competem por alimento e impedem o crescimento destes bivalves (Rocha et al., 2009) causando a redução do seu tamanho para a venda. Na enseada do Forno apesar de haver a décadas de cultivo de bivalves (ostras e vieiras) na região, nenhum trabalho foi desenvolvido focado na problemática das espécies locais em detrimento com as invasoras.

No mundo, as espécies do gênero *Didemnum* tem se destacado como causadoras de impactos irreversíveis em regiões de cultivos. A espécie colonial

*Didemnum vexillum* Kott, 2002 (*vomit ascidian* ou *carpet ascidian*) é um exemplo citado na literatura como peste para a indústria de mexilhões na Nova Zelândia (Fletcher et al., 2013) onde tentativas de se exterminar ou controlar, apesar dos bons resultados iniciais, falharam (Coutts & Forrest, 2007; Denny, 2008). O impacto da presença desta espécie foi verificado principalmente nas áreas portuárias – locais que são reconhecidamente portões de entrada para espécies não nativas. *D. vexillum* se expande rapidamente, possivelmente pela alta abundância de alimento nestes ambientes (Bullard & Whitlatch, 2009), recobrando espécies nativas e causando danos ecológicos e econômicos sem precedentes (Stefaniak & Whitlatch, 2014).

Recentemente nos pilares do cais do Anel - Porto do Forno - foi detectada a presença de uma espécie de *Didemnum* não registrada na região, em estudos anteriores (Rocha & Granthom-Costa, 2005; Granthom-Costa, 2017). Pesquisas com abordagem taxonômica, molecular e do potencial invasor da espécie vem sendo realizado para se estabelecer uma categorização (Granthom-Costa, dados não publicados).

Muitas espécies de ascídias já foram registradas como invasoras pelo mundo (Locke, 2009). Para a região do Arraial do Cabo, Granthom-Costa & Moreno (2004) verificaram a ocorrência de *Lissoclinum abdominale* nos pilares do cais do porto mas sem registro nos anos seguintes da espécie nas adjacências (Rocha & Granthom-Costa, 2005; Granthom-Costa et al., 2016). Posteriormente, Rocha & Costa (2005) registraram *Styela plicata* e *Ascidia sydneyensis* nos costões adjacentes a região portuária, na enseada dos Anjos. Atualmente, a



***Phallusia nigra***

Outra espécie de ascídia solitária abundante entre 4-8 metros nos costões rochosos de Arraial do Cabo.



***Ascidia sydneyensis***

Espécie categorizada como invasora na costa brasileira, registrada nos costões da região.

espécie *Rhodosoma turcicum* que tinha a distribuição restrita a área portuária em Arraial do Cabo (Skinner et al., 2013), já foi registrada em costões da baía do Arraial do Cabo (Granthom-Costa et al., 2016).

As ascídias, como outros invertebrados marinhos, tem a sua distribuição influenciada pelas interações e abióticos. O recrutamento das ascídias pode ser limitado, principalmente pela temperatura e salinidade (Goodbody, 2004; Auker & Oviatt,

2008), que são variáveis ambientais importantes controlando também a reprodução (Shenkar & Loya, 2008). Contudo, a distribuição espacial das espécies pode ser influenciada por outros fatores, tais como: a intensidade luminosa (Thorson, 1964; Svane & Dolmer, 1995), sedimentação (Goodbody, 2004) e o tipo de substrato (Lambert, 2005), assim como competição e predação (Millar, 1971; Vieira et al., 2012). Entender o papel dos fatores que influenciam



***Ciona robusta***

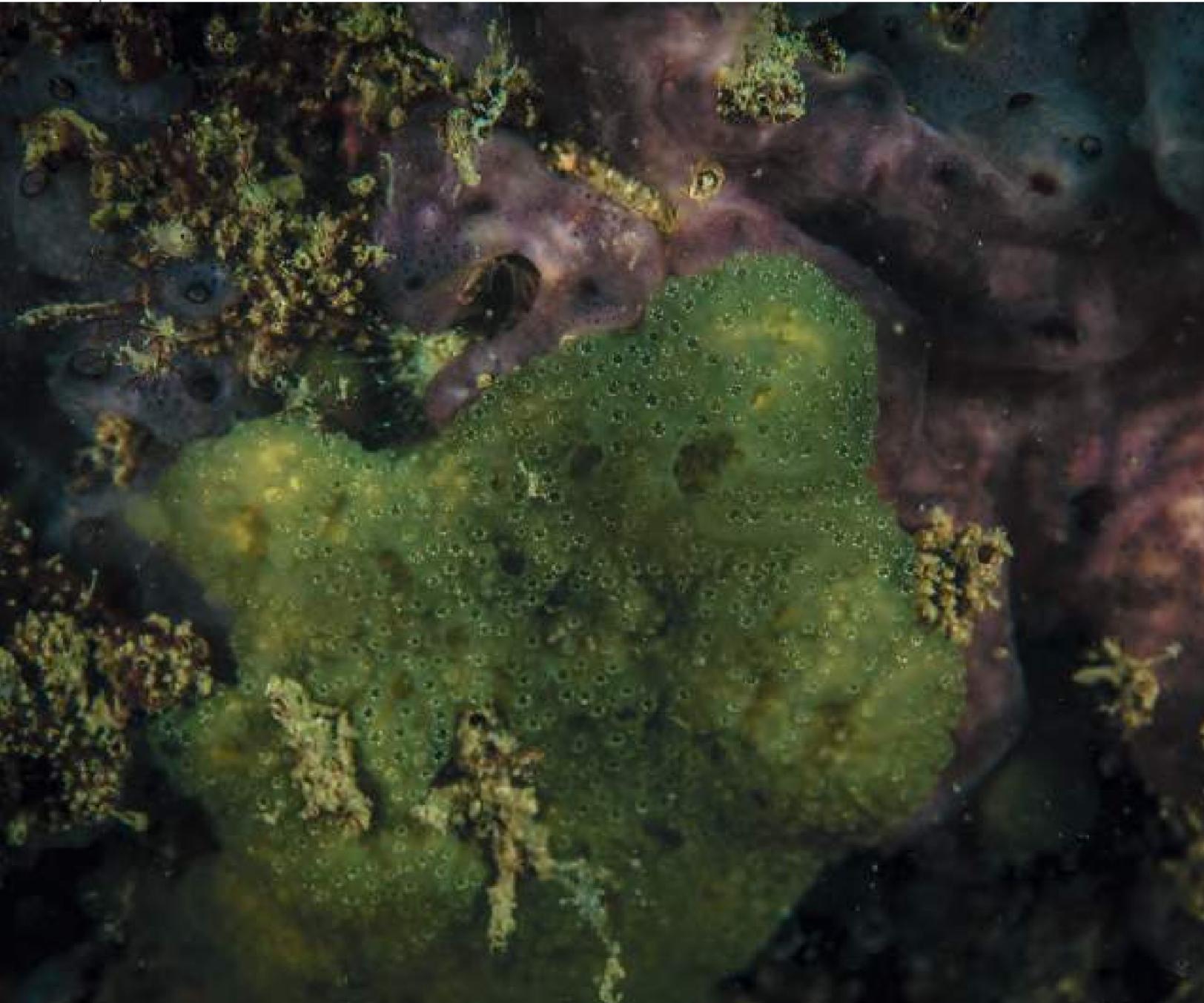
Esta espécie teve sua descrição revisada recentemente e com registro raro nos substratos duros da Baía do Arraial do Cabo. Foto: Carlos G. W. Ferreira.

na dispersão, recrutamento e sobrevivência das ascídias e, assim estabelecer padrões e reconhecer processos, é fundamental para entender as variações na distribuição dessas espécies. No Brasil, estudos abordando os aspectos ecológicos da assembléia de ascídias foram considerados pela primeira vez por Lotufo (1997) para o canal de São Sebastião, em São Paulo. Em Arraial do Cabo, Granthom-Costa (2005) verificou que as espécies *Botrylloides nigrum*,

*Didemnum* sp e *Symplegma rubra* recrutam apenas em locais sombreados e com pouca sedimentação. Marins et al., (2010) mostraram que a comunidade de ascídias da região de Angra dos Reis apresenta uma maior riqueza em áreas eutrofizadas do que em oligotróficas. Apenas o trabalho de Rocha et al., (1999) fornecem dados completos sobre a biologia da espécie cosmopolita *Phallusia nigra* abundante em mares temperados e tropicais.

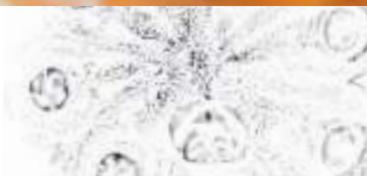
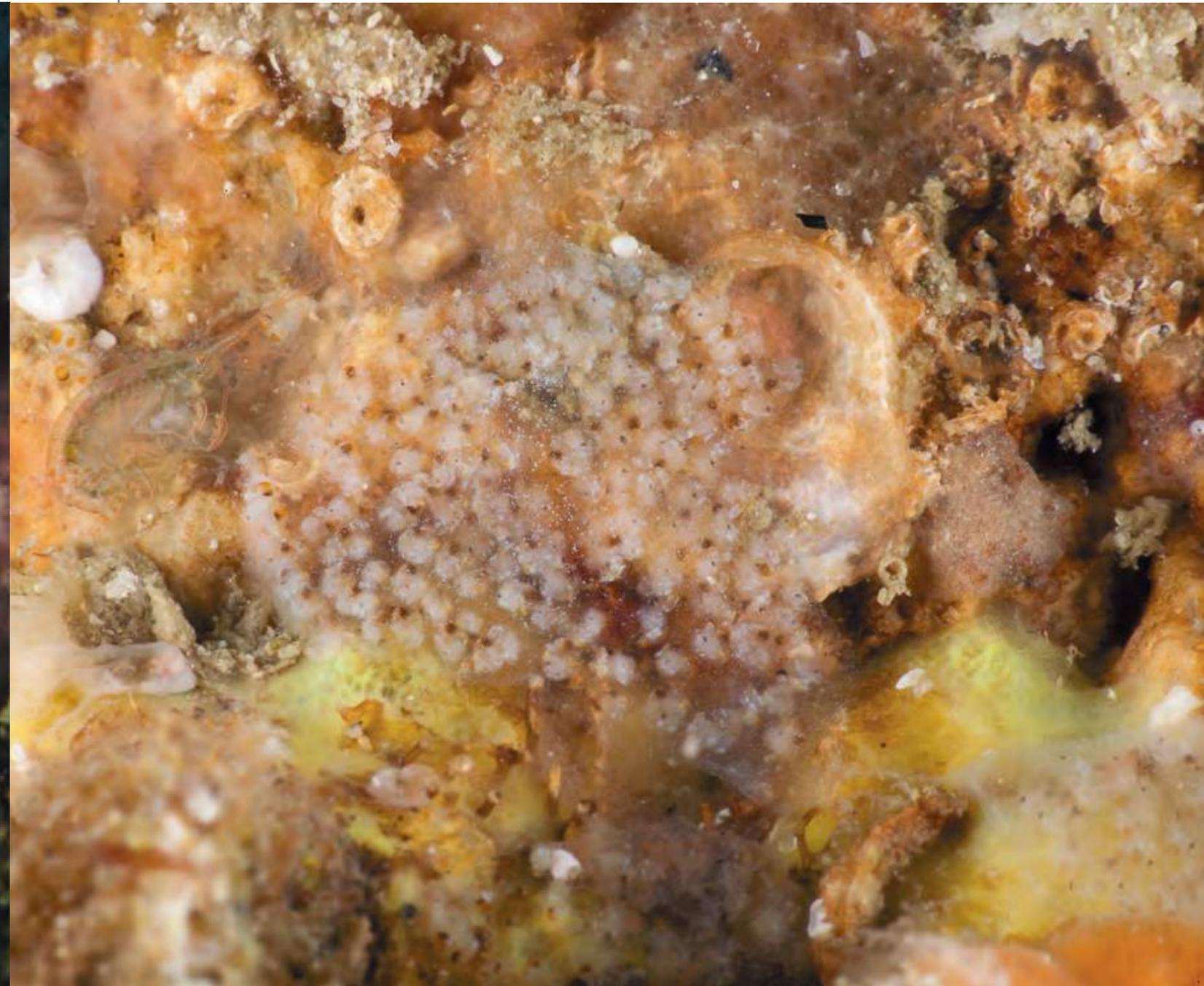
***Distaplia bermudensis***

Espécie colonial rara em Arraial, registrada apenas no costão da Camarinha no lado externo da baía, onde há forte influência de ressurgência.



***Diplosoma sp 1***

Ascídia colonial difícil de ser registrada durante os mergulhos devido à sua túnica transparente.





***Lissoclinum* sp**

Espécie rara registrada nos costões rochosos na Fenda de nossa Senhora, Ilha de Cabo Frio.



***Diplosoma* sp 2**

Registrada apenas em locais de características subtropicais - como nos costões da Praia Grande.

## Histórico de pesquisas

O primeiro registro do grupo Ascidiacea para Arraial do Cabo foi em uma expedição realizada no final da década de 70 pela Universidade de Oxford, nos costões da baía do Arraial do Cabo e na área com influência direta do fenômeno da ressurgência. Neste primeiro registro foram coletados seis morfotipos, onde o registro baseou-se apenas na coloração dos táxons em campo, sem considerar as formas de vida

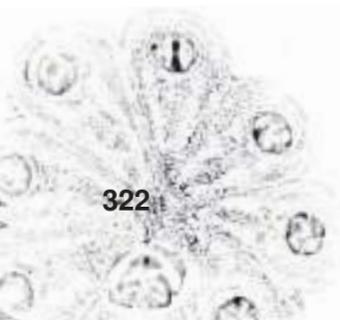
do grupo (Whittle, 1979). Mesmo com atividades de pesquisa intensas na região, devido à presença de um instituto de pesquisa, a ausência de especialista no grupo limita a identificação e, conseqüentemente o registro de ocorrência das espécies, não havendo assim um inventário pretérito específico para o grupo. Alguns trabalhos acadêmicos registram a ocorrência de algumas espécies na baía do Arraial do Cabo. Coutinho (1998) em sua monografia inventariou as principais espécies de incrustantes: *Botryllus niger*

(atualmente *Botrylloides nigrum*), *Microcosmus exasperatus* e *Didemnum* sp para os costões de Arraial do Cabo, enquanto Chasilew (1998) encontrou a espécie *Didemnum perlucidum* em placas de granito em um experimento que avaliava o efeito da densidade de cracas no recrutamento das espécies incrustantes. Granthom-Costa (2005) avaliou o efeito da intensidade luminosa no recrutamento dos incrustantes e registrou que as espécies *Didemnum* sp., *Symplegma rubra* e *B. nigrum* fixaram-se preferencialmente nas placas

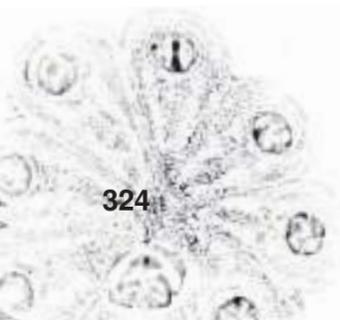
com geotaxia e fototaxia negativa.

O primeiro artigo publicado focando na diversidade do grupo foi um inventário taxonômico onde os autores registraram a ocorrência de 18 espécies (Rocha & Costa, 2005). Em um recente estudo, Granthom-Costa (2012) aumentou o número de espécies e verificou que os padrões encontrados mostram uma grande riqueza específica na baía do Arraial do Cabo, vivendo principalmente em águas rasas, fixas em fendas e sob pedras.

*Diplosoma* sp 3  
Ascídia colonial  
possui aspecto de  
vela derretida e é  
considerada uma  
nova espécie na costa  
brasileira.



***Polyclinum molle***  
Endêmica da região  
sudeste da costa brasileira,  
recentemente registrada no  
Espírito Santo.





***Symplegma brakenhielmi***

Detalhe da distribuição dos zoóides na colônia.

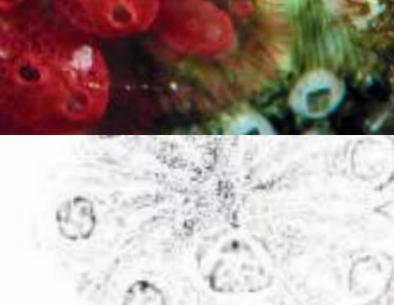
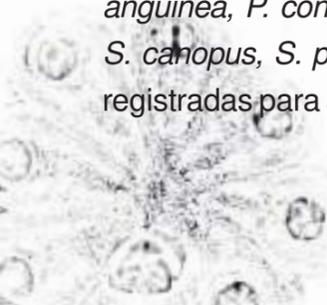
A assembléia de ascídias características da região é frequentemente encontrada até os 6 metros de profundidade (*A. curvata*, *A. sydneyensis*, *B. giganteum*, *B. nigrum*, *C. oblonga*, *D. bermudensis*, *D. galacteum*, *D. granulatum*, *D. ligulum*, *D. listerianum*, *D. perlucidum*, *D. rodriguesi*, *D. speciosum*, *D. vanderhorsti*, *E. tinctoria*, *H. pallida*, *M. exasperatus*, *P. anguinea*, *P. constellatum*, *P. nigra*, *S. brakenhielmi*, *S. canopus*, *S. plicata* e *S. rubra*) e são espécies já registradas para a região Sudeste da costa brasileira

(Simões, 1981; Lotufo & Dias, 2007; Dias et al., 2012) e na América do Sul nessas profundidades (Van Name, 1945; Rocha et al., 2011).

A profundidade da baía do Arraial do Cabo não ultrapassa 12 metros com exceção dos costões do Saco dos Ingleses e Camarinha (lado de fora da ilha), e está em conformidade com os outros estudos para a costa brasileira, que são concentrados nos costões rochosos da faixa do sublitoral até 20 metros (Dias et al., 2012; Rocha et al., 2012). Esse dado é

***Symplegma rubra***

Ascídia colonial comum no estado do Rio de Janeiro e, principalmente na região de Cabo Frio.



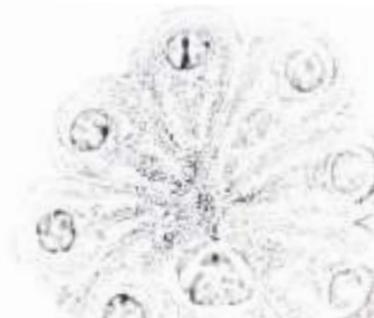
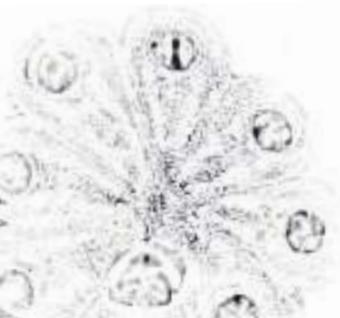


***Botryllus tabori***

Primeiro registro desta espécie em Arraial do Cabo.

***Botrylloides nigrum***

Espécie abundante em substratos naturais e artificiais, que também ocorre como epibionte de algas e de outras ascídias solitárias





***Herdmania pallida***

Espécie solitária com epibiontes recobrendo a túnica de algas calcárias e hidrozoários.

de grande importância, pois garante que as espécies que ocorreram nestas profundidades possam ser comparadas com outros costões rochosos, mais profundos e, desta maneira, padrões de distribuição das espécies possam ser estabelecidos.

Os poucos trabalhos realizados, como os citados acima, demonstram a carência de informações para o grupo Ascidiacea na costa brasileira e, principalmente na região de Arraial do Cabo, que tem condições oceanográficas únicas.

Estudos que abordem aspectos ecológicos das espécies (Castro et al., 1995) em relação aos fatores singulares da região, devem ser considerados, buscando entender a estrutura da comunidade (Granthom-Costa, 2012; Granthom-Costa et al., 2016) em um ambiente de ressurgência. Conhecer a dinâmica das populações de ascídias é essencial para se estabelecer padrões e reconhecer processos, fundamentais para a compreensão das variações na ocorrência das espécies do grupo.

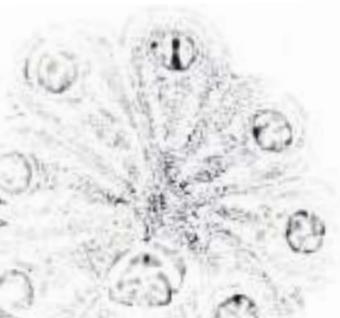
***Polyandrocarpa zorritensis***  
Ascídia com os sífões evidentes, recoberta por sedimento e epibiontes.





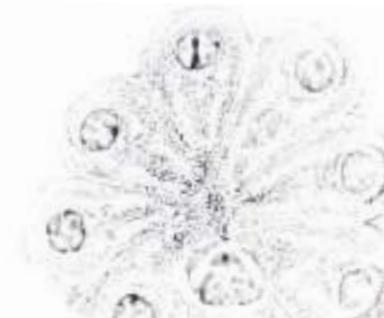
***Micorcosmus exasperatus***

Espécie solitária muito difícil de ser registrada devido ao recobrimento por sedimento e epibiontes.



***Ascidia curvata***

Espécie categorizada como exótica e registrada nos pilares da região portuária em Arraial do Cabo.



## Aplosobranchia

### Clavelinidae

*Clavelina oblonga* Herdman 1880 <sup>INV</sup>

### Polycitoridae

*Cystodytes dellechiaiei* (Della Valle 1877)

### Holozoidae

*Distaplia bermudensis* Van Name 1902

### Polyclinidae

*Polyclinum constellatum* Savigny 1816

*Polyclinum molle* Rocha & Granthom Costa 2005

### Didemnidae

*Didemnum* sp. 1

*Didemnum* sp. 2

*Didemnum vanderhorsti* Van Name, 1924

*Didemnum* cf. *ligulum* F. Monniot, 1983

*Didemnum perlucidum* F. Monniot, 1983

*Didemnum rodriguesi* Rocha & Monniot 1995

*Didemnum galacteam* Lotufo & Dias, 2007

*Didemnum granulatum* Tokioka, 1954

*Didemnum speciosum* (Herdman, 1886)

*Diplosoma* sp. 1

*Diplosoma* sp. 2 <sup>NOV</sup>

*Diplosoma* sp. 3 <sup>NOV</sup>

*Trididemnum orbiculatum* (Van Name, 1902)

### Stolidobranchia

## Styelidae

*Styela plicata* (Lesueur, 1823) <sup>INV</sup>

*Styela canopus* (Savigny, 1816)

*Symplegma rubra* C. Monniot 1982

*Symplegma brakenhielmi* (Michaelsen, 1904)

*Botryllus tabori* (Rodrigues 1962) <sup>NOV</sup>

*Botryllus* sp.

*Botrylloides nigrum* Herdman, 1886

*Botrylloides giganteum* (Pérès, 1949)

*Eusynstyela tinctoria* (Van Name, 1902)

*Eusynstyela* sp. <sup>NOV</sup>

*Polyandrocarpa anguinea* (Sluiter, 1898)

*Polyandrocarpa zorritensis* (Van Name, 1931)

## Phlebobranchia

### Asciididae

*Ascidia curvata* (Traustedt, 1882)

*Ascidia sydneiensis* Stimpson, 1855 <sup>INV</sup>

*Phallusia nigra* Savigny 1816

### Pyuridae

*Microcosmus exasperatus* Heller, 1878

*Herdmania pallida* (Heller, 1878)

### Corellidae

*Rhodossoma turcicum* (Savigny, 1816) <sup>INV</sup>

### Cionidae

*Ciona robusta* (Hoshino & Tokioka, 1967) <sup>INV</sup>

## Referências Bibliográficas

Auker, L. A. & Oviatt, C. A. (2008). Factors influencing the recruitment and abundance of *Didemnum* in Narragansett Bay, Rhode Island. *ICES Journal of Marine Science*, 65: 765–769.

Barboza, D. F. (2010). *Variação espaço-temporal de Ascidiacea em substratos naturais e artificiais na Baía de Sepetiba e adjacências, Rio de Janeiro/RJ, com ênfase na detecção de espécies introduzidas*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro - Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ, 83 pp.

Berlinck, R. G. S.; Britton, R.; Piers, E.; Lim, L.; Roberge, M.; Rocha, R. M. & Andersen, R. J. (1998). Granulatimide and isogranulatimide, aromatic alkaloids with G2 checkpoint inhibition activity isolated from the Brazilian Ascidian *Didemnum granulatum*: Structure Elucidation and Synthesis. *Journal of Organic Chemistry*, 63: 9850–9856.

Castro, C.B.; Echeverría, C.A.; Pires, D.O.; Mascarenhas, B.J.A. & Freitas, S. G. (1995). Distribuição de Cnidaria e Echinodermata no infralitoral de costões rochosos de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 55: 471–480.

Chasilew, S. (1998). *Colonização, recrutamento e sucessão ecológica de organismos bentônicos sob diferentes densidades de cirrípedes*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense, Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha, Niterói, RJ, 94 pp.

Cohen, A. N.; Harris, L. H.; Bingham, B. L.; Carlton, J. T.; Chapman, J. W.; Lambert, C. C.; Lambert, G.; Ljubenko, J. C.; Murray, S. N.; Rao, L. C.; Reardon, K. & Schwindt, E. (2005). Rapid assessment survey for exotic organisms in southern California bays and harbors, and abundance in port and non-port áreas. *Biological Invasion*, 7: 995–1002.

Costa, L. V.; Malpezzi, E. L. A.; Berlinck, R. G. S.; Rowan, E. G. & Freitas, J. C. (2001). The Histamine-like effects of *Phallusia nigra* extracts: evidences for direct activity at H1 receptor. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 117: 111–115.

Coutinho, R. L. (1998). *Guia de identificação da fauna sésil da ilha de Cabo Frio, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro*. Monografia do Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha da Faculdade da Região dos Lagos, Cabo Frio. 72 p.

Denny, C. M. 2008. Development of a method to reduce the spread of the ascidian *Didemnum vexillum* with aquaculture transfers. – *ICES Journal of marine Science*, 65: 805–810.

Dias, G. M.; Rocha, R. M.; Lotufo, T. M. C. & Kremer, L. (2012). Fifty years of ascidian biodiversity research in São Sebastião, Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1–10.

Gamba, G. A. (2013) *Ascídias (Tunicata, Ascidiacea) do Espírito Santo*. Dissertação de Mestrado. Setor de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná. 168 p.

Goodbody, I. (1984). The Ascidiaceae fauna of in two contrasting lagoon in the Netherlands Antilles: Piscadera Bay, Curaçao and the Lac of Bonaire. *Studies on the Fauna of Curaçao and other Caribbean Island*, 67: 21–61.

Goodbody, I. (2003). Biodiversity of Jamaican mangrove areas. *Mangrove Biotype II: The Ascidiaceae. Environmental Foundation of Jamaica*, 3: 1–18.

Goodbody, I. (2004). Diversity and distribution of ascidians (Tunicata) at Twin Cays, Belize. *Atoll Research Bulletin*, 524: 1–20.

Granthom-Costa, L. V. & Moreno, T. R. (2004). *Lissoclinum abdominale* Monniot, F. 1983. (Aplousobranchia: Didemnidae): nova ocorrência ou espécie exótica? *Resumos do Congresso Brasileiro de Zoologia*, Brasília.

Granthom-Costa, L. V. (2005). *Disponibilidade de larvas e recrutamento de incrustantes marinhos: variação espaço-temporal sob um gradiente de luz*. Monografia de Bacharelado. Departamento de Zoologia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 40 p.

Granthom-Costa, L. V. (2012). *Variação espacial da comunidade bentônica do sublitoral consolidado na baía de Arraial do Cabo, RJ: ênfase no grupo Ascidiacea*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense, Programa de Pós Graduação em Biologia Marinha, Niterói, RJ, 101 pp.

Granthom-Costa, L. V.; Ferreira, C. G.W. & Dias, G. M. 2016. Biodiversity of ascidians in a heterogeneous bay from southeastern Brazil. *Management of Biological Invasions*, 7 (1): 5-12.

Kowalevsky, A. O. 1866: Entwicklungsgeschichte der einfachen Ascidiaceae. *Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St. Petersbourg*, 10: 1-19.

Lambert, G. (2005). Ecology and natural history of the protochordates. *Canadian Journal of Zoology*, 83: 34–50.

Locke, A. (2009). A screening procedure for potential tunicate invaders of Atlantic Canada. *Aquatic Invasion*, 4: 71–79.

Lotufo, T. M. C. & Dias, G. M. (2007). *Didemnum galacteum*, a new species of white didemnid (Chordata: Ascidiacea: Didemnidae) from Brazil. *Proceedings of Biological Society of Washington*, 120: 137–142.

Lotufo, T. M. C. & A. M. B. Silva. 2006. Ascidiacea do litoral Cearense, p. 221–247. In: H. M. Cascon & T. M. C. Lotufo (Eds). *Biota Marinha da Costa Oeste do Ceará*. Fortaleza, MMA Probio.

Lotufo, T. M. C. (2002). *Ascidiacea (Chordata: Tunicata) do litoral tropical Brasileiro*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 184 pp.

Lotufo, T. M. C. (1997). *Ecologia as ascídias da Baía de Santos: período reprodutivo, crescimento e aspectos sucessionais*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, São Paulo, SP, 113 pp.

Marins, F. O.; Novaes, R. L. M.; Rocha, R. M. & Junqueira, A. O. R. (2010). Non indigenous ascidians in port and natural environments in a tropical Brazilian bay. *Revista Brasileira de Zoologia*, 27 (2): 213–221.

Melo, L. V.; Sales, T. B.; Souza, G. L.; Brant, F. F & Manicacci, M. (2009). Ampliação do porto do Forno na reserva extrativista marinha em Arraial do Cabo – RJ. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, 3 (2): 163–186.

Millar, R. H. 1958. Some ascidians from Brazil. *Annals and Magazine of Natural History*, 13(1): 497–514.

Millar, R. H. (1971). The biology of ascidians. *Advanced in Marine Biology*, 9: 1–100.

Monniot, F. 1972. Ascidiaceae Aplousobranchies des Bermudes. Polyenidae et Polycitoridae. *Mémoires du Muséum National D' Histoire Naturelle*. Paris. 3e sér. Zoologie, 61 (82): 949-962.

Monniot, F. 1983a. Ascidiaceae littorales de Guadeloupe I, Didemnidae. *Bulletin du Muséum National D' Histoire Naturelle*. Paris. 4e sér., 5 (A, 1): 5-49.

Monniot, F. 1983b. Ascidiaceae littorales de Guadeloupe III, Polyclinidae. *Bulletin du Muséum National D' Histoire Naturelle*. Paris. 4e sér., 5 (A, 2): 413-422.

Monniot, C. & Monniot, F. 1984. Ascidiaceae littorales de Guadeloupe VII. Espèces nouvelles et complémentaires à l'inventaire. *Bulletin du Muséum National D' Histoire Naturelle*. Paris 4a, 6(A, 3): 567-582.

Monniot, F. & Monniot, C. (2001). Ascidians from the tropical western Pacific. *Zoosystema*, 23: 201–383.

Naranjo, S. A.; Carballo, J. L. & Garcia-Gómez, J. C. (1996). Effects of environmental stress on ascidian populations in Algeciras Bay (southern Spain). Possible marine bioindicator. *Marine Ecology Progress Series*, 144: 119–131.

Oliveira, L. P. H. 1947. Distribuição geográfica da fauna e flora da Baía de Guanabara. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 45 (3): 709–734.

Oliveira, L. P. H. 1950. Levantamento Biogeográfico da Baía de Guanabara. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 48: 363-391.

Rinehart JR., K. L., P. D.; Shaw, L. S.; Shield, J. B.; Gloer, G. C.; Harbour, M. E. S.; Koker, D.; Samain, R. E.; Schwartz, A. A.; Tymiak, D. L.; Weller, G. T.; Carter, M. H. G.; Munro, R. G.; Hughes JR., H. E.; Renis, E. G.; Swynenberg, D. A.; Stringfellow, J. J.; Vavra, J. H. ; Coats, G. E.; Zurenko, S. L.; Kuentzel, L. H.; Li, G. J.; Bakus, R. C.; Brusca, L. L.; Craft, D. N.; Young & Connor, J. L. 1981. Marine natural products as sources of antiviral, antimicrobial and antineoplastic agents. *Pure and Applied Chemistry*, 53: 795-817.

Rinehart, K.L.; Holt, T.G.; Fregeau, N.L.; Stroh, J.G.; Kiefer, P.A.; Sun, F.; Li, L.H. & Martin, D.G. 1990. Ecteinascidins 729, 743, 745, 759A, 759B and 770: potent antitumor agents from the Caribbean tunicate *Ecteinascidia turbinata*. *Journal of Organic Chemistry*, 55: 4512–4515.

Rodrigues, S. A.; Rocha, R. M. & Lotufo, T. M. C. 1998. *Guia Ilustrado para Identificação das Ascídias do Estado de São Paulo*. BIOTASP, Fundação Tropical, Campinas.

Rocha, R. M. & Nasser, C. M. (1998). Some ascidians (Tunicata: Ascidiacea) from Parana State, Southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 15: 633–642.

Rocha, R. M.; Lotufo, T. M. C. & Rodrigues, S. A. (1999). The biology of *Phallusia nigra* Savigny, 1816 (Tunicata: Ascidiacea) in southern Brazil: spatial distribution and reproductive cycle. *Bulletin of Marine Science*, 64: 77–87.

Rocha, R. M. & Costa, L. V. G. (2005). Ascidians from Arraial do Cabo, RJ, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 95 (1): 57–64.

Rocha, R. M.; Moreno, T. R. & Metri, R. (2005). Ascídias da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, SC. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22: 461–476.

Rocha, R. M.; Kremer, L. P.; Baptista, M. S. & Metri, R. (2009). Bivalve cultures provide habitat for exotic tunicates in southern Brazil. *Aquatic Invasion*, 4: 195–205.

Rocha, R. M.; Zanata, T. B. & Moreno, T. R. (2011). Keys for the identification of families and genera of Atlantic shallow water ascidians. *Biota Neotropica*,

Rocha, R. M.; Guerra-Castro, E.; Lira, C.; Paul, S. M.; Hernández. I.; Pérez, A.; Sardi, A.; Pérez. J.; Herrera, C.; Carbonini, A. K.; Caraballo, V.; Salazar, D.; Diaz, M. C. & Cruz-Motta, J. J. (2010).

Inventory of ascidians (Tunicata, Ascidiacea) from the National Park La Restinga, Isla Margarita, Venezuela. *Biota Neotropica*, 10 (1): 209-218.

Rocha, R. M.; Bonnet, N. Y. K.; Baptista, M. S. & Fabiele, S. & Beltramin, F. S. (2012). Introduced and native Phlebobranch and Stolidobranch solitary ascidians (Tunicata: Ascidiacea) around Salvador, Bahia, Brazil. *Zoologia*, 29: 39–53.

Shenkar, N. & Loya, Y. (2008). The solitary ascidian *Herdmania momus*: native (Red Sea) vs. non-indigenous (Mediterranean) populations. *Biological Invasion*, 10: 1431–1439.

Simões, M. B. (1981). *Contribuição para o conhecimento da fauna de ascídias da Ilha de Boa Viagem, Niterói, Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ, 89 pp.

Skinner, L. F.; Oliveira, G. C. M.; Barboza, D. F. Tenório, A. A. & Soares, D. C. (2013). First record of the Ascidiacea *Rhodosoma turcicum* in the south-west Atlantic Ocean. *Marine Biodiversity Records*, 6: 37–41.

Svane, I. & Dolmer, P. (1995). Perception of light at settlement: a comparative study of two invertebrate larvae, a scyphozoan

planula and a simple ascidian tadpole. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 187: 51–61.

Thorson, G., (1964). Light as an ecological factor in the dispersal and settlement of larvae of marine bottom invertebrates. *Ophelia*, 1: 167–208.

Van Name, W. G. (1945). The north and south American ascidians. *Bulletin of American Museum of Natural History*, 1–476.

Vieira, E. A.; Duarte, L. F. L. & Dias, G. M. (2012). How the timing of predation affects composition and diversity of species in a marine sessile community? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 412: 126:133.

Whittle, M. R. (1979). Oxford Diving Expedition to Cabo Frio, Brazil. *Bulletin of Oxford Exploration Club New Series*, 4: 13–40.

Youssef, D.T. A.; Mohamed, G. A.; Shaala, L. A.; Badra, J. M.; Bamanie, F. H. & Ibrahim, S. R. M. 2015. New purine alkaloids from the Red Sea marine tunicate *Symplegma rubra*. *Phytochemistry Letters*, 13: 212–217.



# Capítulo 13

## Peixes recifais (Vertebrata: Chondrichthyomorphi e Teleostomi)

Carlos E. L. Ferreira, Carlos G. W. Ferreira,  
Áthila Bertoncini & Alfredo Carvalho-Filho

*Sparisoma tuiupiranga*

## Características gerais

Dos 55.000 vertebrados modernos conhecidos atualmente pela ciência, a classe dos peixes perfaz mais da metade das espécies descritas, cerca de 34.200, e com estimativas crescentes de novas descobertas. Conceitualmente, peixes habitam ambientes aquáticos desde lagos de altitude a 5.000m, a profundidades de 7.000m de fossas submarinas. Existem peixes que podem viver por poucos dias, outros que chegam aos 150 anos. Exibem uma rica diversidade morfológica e padrões de coloração que variam do uniforme a policromia. Da mesma forma, os peixes apresentam uma complexa gama de atributos comportamentais relacionados à reprodução, incluindo frequência de acasalamento, número de parceiros e taxa sexual de quantidade de machos e fêmeas dentro da mesma espécie. A maioria das espécies mantém o mesmo sexo durante toda vida, outras, porém, são hermafroditas (como a maioria das garoupas), simultâneas ou sequenciais, trocando de sexo em função de tamanho, idade e/ou condições ambientais e sociais. Quanto às relações tróficas, os peixes estão adaptados a ingerir uma ampla gama



### *Acanthurus bahianus*

Uma das espécies de peixes cirurgião mais abundantes em Arraial do Cabo. Forma cardumes de mais dezenas de peixes se alimentando de algas e detritos associados à matriz de algas epilíticas nos costões rochosos.



### *Pseudupeneus maculatus*

Espécie conhecida como trilha, este peixe é um zoobentívoro especialista, adaptado com barbilhões sensoriais para explorar o substrato não consolidado na busca por pequenos invertebrados.

de itens alimentares, desde minúsculos organismos do plâncton até grandes presas como mamíferos marinhos, aves, polvos, crustáceos e outros peixes, consumindo praticamente todas as classes animais e vegetais, incluindo detritos que também podem servir de alimento.

Dentre os peixes com mandíbulas (gnatostomados) destacam-se duas classes extintas (Placodermi e Acanthodii) e três classes atuais (Chondrichthyes = 1110 spp., Actinopterygii = 33.100 spp. e Sarcopterygii = 8 spp.). Diversos autores ainda consideram válida a classificação para peixes ósseos denominada Osteichthyes onde estariam incluídas as

classes Actinopterygii e Sarcopterygii.

Os Actinopterygii e Sarcopterygii - que incluem todos os peixes ósseos tem como características mais relevantes: esqueleto ósseo, crânio suturado, intestino com válvula espiral em alguns grupos basais, baixa concentração de uréia e óxido de trimethylamina no sangue. Nessas classes encontramos desde as espécies de menor tamanho, como o gobiídeo *Trimmatom nanus* com menos de 10mm até animais com 5 a 11m de comprimento total como o espadarte *Xiphias gladius*, o esturjão *Huso huso* e o regaleco *Regalecus glesne*. Os Chondrichthyes (tubarões, raias e quimeras) possuem como características:



***Zapterix brevirostris***

Espécie de cação viola que é sazonalmente comum em Arraial do Cabo, onde formam grupos sobre a areia, na interface com os costões.



***Coryphopterus glaucofraenum***

Espécie conhecida como Aimore de vidro, comum nos sedimentos e cascalhos associados aos costões da região se alimentando de pequenos invertebrados e detritos. Os gobídeos constituem uma família de peixes marinhos também abundantes em ambientes recifais.



esqueleto cartilaginoso, escamas placóides, crânios não suturados, dentes não fusionados à mandíbula e repostos em série, aberturas nasais em cada lado do corpo, ausência de bexiga natatória e pulmões, válvula espiral, fertilização interna e, geralmente, altas concentrações de ureia e óxido de trimethylamina. Chondrichthyes incluem os maiores peixes existentes nos oceanos, como é o caso do tubarão baleia, *Rhincodon typus*, que pode alcançar 12 metros.

Aproximadamente 6.300 espécies de peixes

recifais habitam recifes tropicais e subtropicais do mundo, e algumas centenas prosperam nos recifes temperados (Kulbicki et al., 2013). Peixes recifais são considerados aqueles que possuem alguma associação com substratos consolidados durante o seu ciclo de vida, seja como área de alimentação, abrigo ou até mesmo reprodução. Apesar de ser consenso a ideia de que peixes recifais não possuem uma distinção taxonômica definida, a maioria das espécies está incluída na Ordem dos Perciformes.



***Halichoeres poeyi***

Budião verde é uma das espécies mais comuns nos habitats rasos de costões do Arraial do Cabo. Esse peixe se alimenta de uma variada gama de invertebrados vágéis e para dormir se enterra no sedimento.



***Parablennius marmoratus***

As abundantes maríadas-da-toca são espécies conspícuas nos ambientes recifais de Arraial do Cabo, nos costões abrigados e sem influencia da ressurgência.



***Elacatinus figaro***

O neon-goby tem papel chave nos ambientes recifais da costa brasileira, pois exerce atividade de limpeza dos parasitas em outros peixes.



## Importância ecológica e econômica

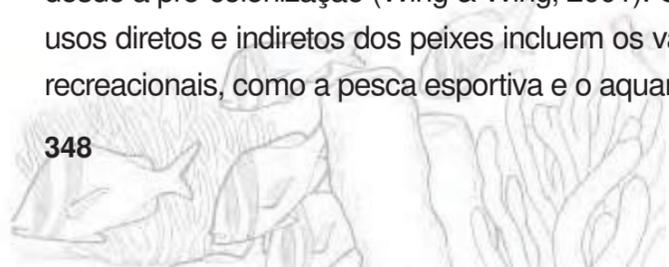
Os peixes marinhos possuem imenso valor econômico e cultural para os humanos. A atividade de pesca data dos primórdios da civilização humana, e registros arqueológicos indicam queda dos estoques em função da exploração humana de certas espécies desde a pré-colonização (Wing & Wing, 2001). Outros usos diretos e indiretos dos peixes incluem os valores recreacionais, como a pesca esportiva e o aquarismo.

### *Stegastes fuscus*

Várias espécies de peixes recifais possuem postura de ovos demersais, como esse peixe donzela. O macho guarda o ninho com os ovos durante menos de 20 dias, até eles eclodirem.

### *Centropyge aurantonotus*

Estes peixes possuem cores radiantes, o que fez dessa espécie alvo principal na década 80 para o comércio ornamental. Por causa da coleta excessiva e hoje considerada rara na região de Arraial do Cabo.





### *Chaetodon striatus*

O peixe borboleta é um predador de invertebrados vageis e sésseis, também comum na região.

Nos dias atuais, os peixes são elementos importantes para a economia de diversos países, sendo fonte de proteína primordial para populações costeiras em todo o mundo. No entanto, até 2011, segundo o relatório da *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2014), 28,8% dos estoques de peixes haviam sido explorados a níveis biologicamente insustentáveis, o que significa que a captura indiscriminada vem colocando em risco um grande número de espécies. Uma vez que os peixes constituem item importante na dieta humana e a população cresce exponencialmente, a sobrepesca é hoje reconhecida como o principal impacto em termos de perda de biodiversidade nos ambientes marinhos (Myers & Worm, 2003).

## Pesca de traineira na Baía do Arraial do Cabo

A pesca sempre foi importante fonte de subsistência e renda como atividade humana tradicional da região (Talagarça, 2003). Entretanto, devido à sobrepesca e consequente redução dos estoques, cada vez mais essa atividade perde espaço para outras, como o turismo. A pesca é a responsável pela retirada de grande biomassa de espécies predadoras de topo de cadeia e de outros níveis tróficos (e.g. invertívoros, herbívoros e detritívoros), e as consequências dessa captura para as comunidades recifais foram pouco estudadas (Floeter et al., 2006; Bender et al., 2014). Na região de Arraial do Cabo são utilizados diferentes tipos de petrechos

de pesca visando peixes pelágicos, demersais e bentônicos. Linha e anzol, e alguns tipos de redes foram sempre métodos de pesca tradicionais, sendo a pesca submarina o mais contemporâneo de todos (e.g. últimos 40 anos). No caso dos peixes recifais os petrechos mais utilizados na captura incluem mergulho utilizando arpões bem como linha e anzol.

Os peixes recifais mais representativos dentre os explorados comercialmente e esportivamente em Arraial do Cabo incluem os badejos, garoupas e meros (Família Epinephelidae); os xaréus, carapaus e afins (Família Carangidae), além dos sargos de beijo e salemas (Família Haemulidae). Espécies de topo de cadeia - aquelas de níveis tróficos elevados, são os primeiros e mais afetados pela pesca (Sadovy de Mitcheson et al. 2012) e atualmente raros na região (Floeter et al., 2006; Bender et al., 2014), como grandes piscívoros e carnívoros, incluindo o mero, *Epinephelus itajara* (Hostim-Silva et al., 2005; Giglio et al., 2014). Espécies dessas famílias possuem papel importante limitando a abundância, distribuição e comportamento das populações de peixes menores (Madin & Madin, 2011).

Em Arraial do Cabo as espécies *Epinephelus marginatus* (garoupa verdadeira), *Mycteroperca acutirostris* (badejo saltão), *E. morio* (garoupa São Tomé), *M. bonaci* (badejo quadrado), *M. interstitialis* (badejo amarelo) e *M. microlepis* (badejo branco) são, em ordem decrescente, as espécies mais comuns de badejos e garoupas e consequentemente as mais afetadas pela pesca (Floeter et al., 2006; Bender et al., 2014). Corroborando essas informações, em desembarques na região adjacente a Arraial do Cabo, no município de Cabo Frio, badejos e garoupas, agrupados, (espécies dos gêneros *Mycteroperca*,

*Epinephelus*, *Acanthistius* e *Rypticus*) totalizaram 71,1% do total da produção do Rio de Janeiro em 2011. Porém, a produção total dessas espécies decaiu 55,5% entre os anos de 2011 e 2012, de 22,3 toneladas para 9,9 toneladas (FIPERJ, 2013).

A maior espécie da família Epinephelidae, o mero, *Epinephelus itajara*, é considerada rara na região (Giglio et al., 2014). Dentre os carangídeos, espécies abundantes no passado como *Caranx latus* (guarajuba), *C. hippos* (xaréu), *Carangoides bartholomei* (xaréu amarelo), *C. crysos* (carapau), *Seriola lalandi* (olho de boi), e *S. dumerilli* (pitangola), hoje se encontram em um real declínio. Por exemplo, o xaréu e a pitangola sofreram, respectivamente, redução de 82,7% e 68,9% nos desembarques entre 2011 e 2012 (FIPERJ, 2013).

Uma vez que espécies maiores, consideradas predadoras de topo, têm se tornado menos frequentes, espécies de níveis tróficos inferiores passam a ser alvo da captura, substituindo-as, seguindo o critério de maior tamanho. Peixes herbívoros-detritívoros como os budiões (Labridae: Scarini), por alcançarem até 80cm, passaram a ser alvos primários da pesca nos últimos anos. Devido ao aumento da pesca submarina, especialmente nas duas últimas décadas, espécies como o budião azul (*Scarus trispinosus*) são consideradas funcionalmente extintas na região (Bender et al., 2014). Considerando o importante papel funcional de bioerosão e retirada de algas que os budiões exercem nos ecossistemas recifais, bem como seu tamanho, a captura dessas espécies implica em perda funcional grave para o ambiente em questão.

Ainda, na perspectiva do levantamento de dados históricos de captura, cabe ressaltar que o registro do maior espécime de budião azul pescado



***Chylomicterus spinosus***

Baiacu de espinhos marrom é a espécie de baiacu mais abundante nos costões rochosos da região. Alimenta-se principalmente de invertebrados vageis e sésseis.

no Brasil, ocorreu nas adjacências de Arraial do Cabo, na Ilha Capões (Cabo Frio) em novembro de 1990. De acordo com homologação da Confederação Brasileira de Caça Submarina (CBCS) o exemplar possuía 18 kg (CBCS, 2015).

Com a intensa captura por parte do mercado ornamental a partir da década de 1980, várias espécies de peixes recifais foram exploradas até se tornarem raras (Gasparini et al., 2005). Da mesma forma, espécies de corais, como os hidrocorais (e.g. *Millepora alcicornis*), que geram alta complexidade e refúgios variados, foram sobre-explotados na região (Rogers et al., 2014), afetando negativamente juvenis e adultos de várias espécies de peixes recifais.

As famílias de peixes mais afetadas diretamente pelo mercado ornamental incluem

principalmente as que contêm espécies com padrão de colorido complexo, como Pomacanthidae (*Centropyge aurantonotus*, *Holacanthus tricolor*, *H. ciliaris*, *Pomacanthus paru*), Labridae (*Halichoeres dimidiatus* e *H. brasiliensis*) e Pomacentridae (*Stegastes variabilis* e *S. pictus*), dentre outras.

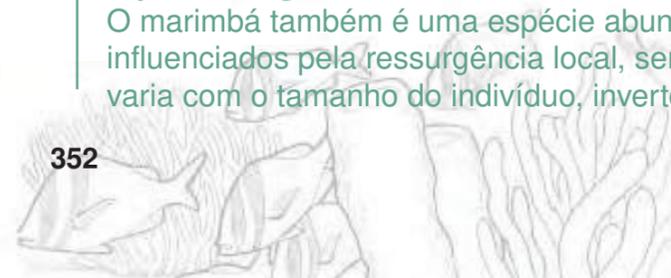
Sobre a importância ecológica, os peixes constituem a maior biomassa de consumidores em sistemas marinhos diversos, sendo funcionalmente importantes no fluxo de energia em todos os elos da cadeia trófica (Longo et al., 2014). Como predadores, os peixes possuem papel importante limitando o crescimento e função de outras espécies de peixes, além de invertebrados, algas e gramas marinhas (Hunsicker et al., 2011). Desta maneira, considerando a ausência ou diminuição dos mesmos por efeito da

Mergulhador realizando censo visual para estimativa da abundancia de peixes recifais.



***Diplodus argenteus***

O marimbá também é uma espécie abundante principalmente nos costões mais batidos e influenciados pela ressurgência local, sendo uma espécie onívora, incluindo na sua dieta, que varia com o tamanho do indivíduo, invertebrados e algas.



sobrepesca, funções sistêmicas têm sido afetadas e efeitos em cascata, ou mudanças de fase, constituem fenômenos comuns e consequentes nas cadeias tróficas existentes (Bellwood et al., 2004; Dulvy et al., 2004).

## Histórico de pesquisas

As pesquisas sobre os peixes recifais na região tiveram início na década de 1990, com os primeiros trabalhos utilizando mergulho autônomo tanto para coletas com fins taxonômicos como para estudos de ecologia (Guimarães, 1996; Ferreira et al. 1998ab;

Ornellas & Coutinho, 1998; Godoy & Coutinho, 2002; Ferreira et al., 2001; Chaves & Monteiro-Neto, 2008; Mendes et al., 2009). Apesar desses estudos, até hoje não havia sido elaborada uma lista de peixes marinhos ou recifais da região; as existentes são restritas àquelas descritas em trabalhos que analisaram a estrutura de comunidades de peixes em termos quantitativos (Ferreira et al., 2001; Mendonça-Neto, et al., 2008; Chaves & Monteiro-Neto, 2008; Oliveira, 2011) que, por sua vez, limitaram-se à abrangência de habitats ou métodos utilizados (e.g. censo visual).

Outras publicações referem-se a ocorrências pontuais indicadas em guias e catálogos regionais,

### *Sparisoma axillare*

O budião cinza é uma das espécies mais abundantes em Arraial do Cabo. As espécies de budião (ou peixes papagaio) possuem dentes fundidos parecido com um bico, adaptados para raspar o substrato recifal de onde retiram algas e detritos, seu principal alimento. Algumas espécies alcançam tamanho grande e por isso a maioria delas esta ameaçada pela pesca, como *S. axillare*.



sendo os peixes denominados como costeiros ou marinhos, para a costa sudeste (Menezes et al., 2003) ou para o Brasil como um todo (Carvalho-Filho, 1999). Mais recentemente foram descritas espécies de peixes associados a ambientes recifais mais profundos, baseados em amostragens especificamente em Arraial do Cabo (Luiz et al., 2009; Carvalho-Filho & Ferreira, 2013).

Dentre esses estudos, destaca-se o de Ferreira et al. (2001), sobre a composição e abundância de peixes recifais ao longo de um gradiente de profundidade na Enseada do Forno. Foram identificadas 91 espécies distribuídas em 37 famílias.

A distribuição da maior diversidade e abundância de peixes esteve relacionada com a abundância de invertebrados bentônicos sésseis, bem como a área rochosa e sua natureza exposta ao batimento de ondas. Os autores apontaram ainda que a distribuição vertical das espécies de peixes ao longo do costão parece ser previsível, sendo determinada por fatores como: hábitos alimentares, comportamento, disponibilidade de refúgios e interações intra e interespecíficas. Nesse trabalho foram indicadas as dez espécies de peixes recifais mais abundantes para o local estudado: *Haemulon aurolineatum*, *Stegastes fuscus*, *Diplodus argenteus*, *Abudefduf saxatilis*, *Halichoeres*

### *Serranus baldwini*

Chamada de mariquita pintada, esta é uma das menores espécies de badejos da região, atingindo tamanho máximo de apenas 10 centímetros.



*poeyi*, *Pseudupeneus maculatus*, *Chaetodon striatus*, *Acanthurus chirurgus*, *Haemulon steindachneri* e *Acanthurus bahianus*.

Parte dos estudos citados acima focou nos aspectos tróficos, especialmente a herbivoria. Experimentos de exclusão envolvendo o peixe donzela escuro - *Stegastes fuscus* mostraram a influência dele sobre a comunidade de algas (Ferreira et al., 1998a). Essa espécie possui papel funcional importante, mantendo as algas de seus territórios em um estágio inicial de sucessão, impedindo a dominância de outras espécies competitivamente superiores como as algas calcárias articuladas. Pelo processo de se alimentar de algas (herbivoria), essa espécie mantém uma alta diversidade de algas dentro de seu território, assim contribuindo para o aumento da produtividade primária local.

Já em outro trabalho sobre peixes herbívoros Ferreira et al., (1998b) comparou as taxas de forrageio entre os horários e as estações do ano, para três espécies abundantes na região: *S. fuscus*, *Sparisoma tuiupiranga* e *Acanthurus bahianus* (Esses peixes possuem atributos diferenciados, tanto quanto ao comportamento de alimentação como de processamento do alimento ingerido, fazendo com que a pressão de herbivoria tenha impacto diferenciado a níveis espaciais e temporais nos recifes rochosos. Já Godoy & Coutinho (2002) analisaram as comunidade de peixes associadas a um substrato arenítico na praia do Farol, no qual cresce algas, principalmente do gênero *Sargassum* e formam um banco sazonal. Este banco de *Sargassum furcatum* cobre o arenito durante o verão, com as algas alcançando uma média de 40 cm, mas podendo chegar a 80 cm, e praticamente desaparece durante

o restante do ano. O estudo reportou a ocorrência de 44 espécies de peixes categorizadas em 28 famílias que apresentaram diferenças sazonais significativas (entre verão e inverno), associando um decréscimo nas densidades de peixes com a senescência do banco de *Sargassum*. Destaca-se a presença de algumas espécies no banco durante o verão, como as cocorocas (*Orthopristis ruber* e *Haemulon steindachneri*), e o budião sabão (*Halichoeres poeyi*).

Atualmente são registradas 296 espécies de peixes recifais para Arraial do Cabo (tabela 1). As famílias de peixes recifais mais diversas são: Carangidae (22 spp.), Labridae (20 spp., das quais 09 pertencem à sub-família Scarinii), Gobiidae (18 spp.), Epinephelidae (14 spp.), Serranidae (11 spp.), Haemulidae (10 spp.), Scorpaenidae (09 spp.), Apogonidae, Gerreidae, Labrisomidae, Pomacentridae e Sparidae (08 spp.), Blenniidae, Lutjanidae, Monacanthidae, Muraenidae e Syngnathidae (06 spp.). A ictiofauna recifal da região inclui 72% de peixes que ocorrem tanto na província biogeográfica Brasileira quanto no Atlântico Norte Ocidental, e 13% são espécies restritas à Província Brasileira. As espécies que ocorrem tanto no Atlântico Ocidental como no Oriental totalizam 8%, outra pequena porcentagem inclui peixes circuntropicais (7%).

De acordo com “Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos”, recentemente publicada pelo Ministério do Meio Ambiente, na região de Arraial do Cabo são classificadas quatro espécies como criticamente em perigo (CP), sendo três elasmobrânquios (*Dasyatis centroura*, *Gymnura altavela*, *Rhinobatos horkelii*) e um peixe ósseo (*Epinephelus itajara*); duas na categoria de Ameaçadas (EN) (*Hyporthodus nigritus* e *Scarus*

*trispinosus*); e 15 na categoria Vulneráveis (VU), sendo dois elasmobrânquios (*Ginglymostoma cirratum*, *Zapteryx brevirostris*) e os peixes ósseos (*Epinephelus marginatus*, *E. morio*, *Hyporthodus niveatus*, *Mycteroperca bonaci*, *M. interstitialis*, *Elacatinus figaro*, *Lutjanus cyanopterus*, *Scarus zelindae*, *Sparisoma axillare*, *S. frondosum*, *Hippocampus erectus*, *H. patagonicus* e *H. reidi*).

Esforços atuais de pesquisa voltados para a ictiofauna recifal do ecossistema marinho da região, têm produzido importantes resultados que possibilitem o manejo para a conservação de muitas das

espécies que ocorrem na área. A principal demanda na região relacionada aos estudos científicos com peixes, visa ter dados suficientes sobre a dinâmica, biologia e papel funcional de cada espécie, de modo a priorizar esforços de manejo e conservação. Da mesma forma, existe a demanda de se avaliar como tais espécies são afetadas pelas diferentes artes de pesca na região. No entanto, frente aos crescentes impactos e os desafios para a gestão dos recursos pesqueiros, especialmente considerando os peixes, a continuidade desses esforços é primordial à melhora do atual status das espécies em risco eminente.

Taxa registrados em Arraial do Cabo, RJ. Legenda: Endêmica do Brasil (ENDBR); Endêmica do Cone Sul Brasil, Uruguai e/ou Argentina - (ENDCS); Espécie não nativa, invasora (ENV); Oceano Atlântico (ATL); Oceano Atlântico Ocidental (ATLO), Circunglobal (CIR); Mediterrâneo (MED). Status de conservação IUCN: Menos preocupante (LC); Dados insuficientes (DD); Quase ameaçada (NT); Em perigo (END); Criticamente em perigo (CE); Vulnerável (VU); Não avaliada (NE).

Espécies de peixes	Oc.	Espécies de peixes	Oc.
<b>Classe Chondrichthyes</b>		<i>Zapteryx brevirostris</i> (Muller e Henle, 1841)	ENDCS VU
<b>Família Aetobatidae</b>		<b>Classe Teleostei</b>	
<i>Aetobatus narinari</i> (Euphrasen, 1790)	ATL NT	<b>Família Acanthuridae</b>	
<b>Família Dasyatidae</b>		<i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau, 1855	ENDB LC
<i>Hypanus americanus</i> (Hildebrand & Schroeder, 1928)	ATLO DD	<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)	ATL LC
<i>Hypanus guttatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	ATLO DD	<i>Acanthurus coeruleus</i> Bloch & Schneider, 1801	ATL LC
<i>Bathytoshia centroura</i> (Mitchil, 1815)	ATL/ MED LC	<b>Família Antennariidae</b>	
<i>Dasyatis hypostigma</i> Santos & Carvalho, 2004	ENDCS DD	<i>Antennarius multiocellatus</i> (Valenciennes, 1837)	ATLO LC
<b>Família Gymnuridae</b>		<i>Antennarius striatus</i> (Shaw, 1794)	CIR LC
<i>Gymnura altavela</i> (Linnaeus, 1758)	ATL/ MED VU	<i>Histrio histrio</i> (Linnaeus, 1758)	CIR LC
<i>Gymnura micrura</i> (Bloch & Schneider, 1801)	ATL DD	<b>Família Apogonidae</b>	
<b>Família Ginglymostomatidae</b>		<i>Apogon americanus</i> Castelnau, 1855	ENDB LC
<i>Ginglymostoma cirratum</i> (Bonaterre, 1788)	ATL DD	<i>Apogon planifrons</i> Longley e Hildebrand, 1940	ATLO LC
<b>Família Narcinidae</b>		<i>Apogon pseudomaculatus</i> Longley, 1932	ATLO LC
<i>Narcine brasiliensis</i> (Olfers, 1831)	ENDCS DD	<i>Apogon quadrisquamatus</i> Longley, 1934	ATLO LC
<b>Família Rhinobatidae</b>		<i>Apogon robbyi</i> Gilbert e Tyler, 1997	ATLO LC
<i>Pseudobatos horkeli</i> (Muller e Henle, 1841)	ENDCS CE	<i>Astrapogon puncticulatus</i> (Poey, 1867)	ATLO LC
<i>Pseudobatos percellens</i> (Walbaum, 1792)	ATLO NT	<i>Phaeoptyx pigmentaria</i> (Poey, 1860)	ATL LC
		<b>Família Ariidae</b>	
		<i>Genidens genidens</i> (Valenciennes, 1839)	ENDCS LC

<b>Família Aulostomidae</b>			<i>Trachinotus carolinus</i> (Linnaeus, 1766)	ATLO	LC
<i>Aulostomus strigosus</i> Wheeler, 1955	ATL	LC	<i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus, 1758)	ATLO	LC
<b>Família Balistidae</b>			<i>Trachinotus goodei</i> Jordan e Evermann, 1896	ATLO	LC
<i>Balistes capriscus</i> Gmelin, 1789	ATL/MED	VU	<b>Família Centropomidae</b>		
<i>Balistes vetula</i> Linnaeus, 1758	ATL	NT	<i>Centropomus mexicanus</i> Bocourt, 1868	ATLO	LC
<b>Família Batrachoididae</b>			<i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860	ATLO	LC
<i>Porichthys porosissimus</i> (Cuvier, 1829)	ENDCS	LC	<i>Centropomus pectinatus</i> Poey, 1860	ATLO	LC
<i>Thalassophryne montevidensis</i> (Berg, 1893)	ENDCS	NE	<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	ATLO	LC
<b>Família Belonidae</b>			<b>Família Chaenopsidae</b>		
<i>Strongylura marina</i> (Walbaum, 1792)	ATLO	LC	<i>Emblemariopsis signifer</i> (Ginsburg, 1942)	ENDB	LC
<i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)	ATLO	LC	<b>Família Chaetodontidae</b>		
<i>Tylosurus acus</i> (Lacepede, 1803)	CIR	LC	<i>Chaetodon sedentarius</i> Poey, 1860	ATLO	LC
<b>Família Blennidae</b>			<i>Chaetodon striatus</i> Linnaeus, 1758	ATLO	LC
<i>Hypoleurochilus fissicornis</i> (Quoy e Gaimard, 1824)	ENDCS	LC	<i>Prognathodes brasiliensis</i> Burgess, 2001	ENDB	LC
<i>Hypoleurochilus pseudoaequipinnis</i> Bath, 1994	ATL	LC	<i>Prognathodes guyanensis</i> (Durand, 1860)	ATLO	LC
<i>Hypsoblennius invemar</i> Smith-Vaniz e Acero, 1980	ATLO	LC	<b>Família Cirrhitidae</b>		
<i>Parablennius marmoreus</i> (Poey, 1876)	ATLO	LC	<i>Amblycirrhitus pinos</i> (Mowbray, 1927)	ATLO	LC
<i>Parablennius pilicornis</i> (Cuvier, 1829)	ATL	LC	<b>Classe Chondrichthyes</b>		
<i>Scartella cristata</i> (Linnaeus, 1758)	ATL/MED	LC	<b>Família Clinidae</b>		
<b>Família Bothidae</b>			<i>Ribeiroclinus eigenmanni</i> (Jordan, 1888)	ENDCS	LC
<i>Bothus lunatus</i> (Linnaeus, 1758)	ATLO	LC	<b>Família Clupeidae</b>		
<i>Bothus ocellatus</i> (Agassiz, 1831)	ATLO	LC	<i>Harengula clupeola</i> (Cuvier, 1829)	ATLO	LC
<b>Família Callionymidae</b>			<i>Opisthonema oglinum</i> (Le Sueur, 1818)	ATLO	LC
<i>Callionymus bairdi</i> Jordan, 1887	ATLO	LC	<i>Sardinella aurita</i> Valenciennes, 1847	ATL/MED	LC
<b>Família Carangidae</b>			<i>Sardinella brasiliensis</i> (Steindachner, 1879)	ATLO	NE
<i>Alectis ciliaris</i> (Bloch, 1787)	CIR	LC	<b>Família Congridae</b>		
<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	ATLO	LC	<i>Ariosoma opisthophthalmus</i> (Ranzani, 1839)	ENDB	NE
<i>Carangoides crysos</i> (Mitchill, 1815)	ATL	LC	<i>Conger troporiceps</i> Kanazawa 1958	ATLO	LC
<i>Carangoides ruber</i> (Bloch, 1793)	ATLO	LC	<i>Heteroconger longissimus</i> Günther, 1870	ATL	LC
<i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766)	ATL	LC	<b>Família Coryphaenidae</b>		
<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831	ATL	LC	<i>Coryphaena equiselis</i> Linnaeus, 1758	CIR	LC
<i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus, 1766)	ATL	LC	<i>Coryphaena hippurus</i> Linnaeus, 1758	CIR	LC
<i>Decapterus macarellus</i> (Cuvier, 1833)	CIR	LC	<b>Família Dactylopteridae</b>		
<i>Decapterus punctatus</i> (Cuvier, 1829)	ATL	LC	<i>Dactylopterus volitans</i> (Linnaeus, 1758)	ATL/MED	LC
<i>Elagatis bipinnulatus</i> (Quoy e Gaimard, 1824)	CIR	LC	<b>Família Dactyloscopidae</b>		
<i>Naucrates ductor</i> (Linnaeus, 1758)	CIR	LC	<i>Dactyloscopus crossotus</i> Starks, 1913	ATLO	LC
<i>Pseudocaranx dentex</i> (Bloch e Schneider, 1801)	ATL	LC	<i>Dactyloscopus tridigittaus</i> Gill, 1913	ATLO	LC
<i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch, 1793)	ATL	LC	<b>Família Diodontidae</b>		
<i>Selene setapinnis</i> (Mitchill, 1815)	ATLO	LC	<i>Chilomycterus reticulatus</i> (Linnaeus, 1758)	CIR	LC
<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	ATLO	LC	<i>Chylomicterus spinosus</i> (Linnaeus, 1758)	ATLO	LC
<i>Seriola dumerili</i> (Risso, 1810)	CIR	LC	<i>Diodon holacanthus</i> Linnaeus, 1758	CIR	LC
<i>Seriola lalandi</i> Valenciennes, 1833	CIR	LC	<i>Diodon hystrix</i> Linnaeus, 1758	CIR	LC
<b>Família Carangidae</b>			<b>Família Echeneidae</b>		
<i>Seriola rivoliana</i> Valenciennes, 1833	CIR	LC	<i>Echeneis naucrates</i> Linnaeus, 1758	CIR	LC

<b>Família Elopidae</b>			<i>Barbulifer enigmaticus</i> Joyeux, Van Tassell & Macieira, 2009	ATLO	LC
<i>Elops saurus</i> Linnaeus, 1766	ATLO	LC	<i>Bathygobius geminatus</i> Tornabene, Baldwin & Pezold, 2010	ATLO	LC
<b>Família Engraulidae</b>			<i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes, 1837)	ATL	LC
<i>Anchoa filifera</i> (Fowler, 1915)	ATLO	LC	<i>Coryphopterus dicrus</i> Bohlke e Robins, 1960	ATLO	LC
<i>Anchoviella lepidentostole</i> (Fowler, 1911)	ATLO	LC	<i>Coryphopterus glaucofraenum</i> Gill, 1863	ATLO	LC
<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)	ATLO	LC	<i>Coryphopterus thrinx</i> , Böhlke & Robins, 1960	ATLO	LC
<b>Família Ephippidae</b>			<i>Ctenogobius boleosoma</i> (Jordan e Gilbert, 1882)	ATLO	LC
<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	ATLO	LC	<i>Ctenogobius saepepallens</i> (Gilbert e Randall, 1968)	ATLO	LC
<b>Família Epinephelidae</b>			<i>Ctenogobius shufeldti</i> (Jordan & Eigenmann, 1887)	ATLO	LC
<i>Alphestes afer</i> (Bloch, 1793)	ATL	LC	<i>Ctenogobius stigmaticus</i> (Poey, 1860)	ATLO	LC
<i>Cephalopholis fulva</i> (Linnaeus, 1758)	ATLO	LC	<i>Elacatinus figaro</i> Sazima, Moura & Rosa, 1996	ENDB	NE
<i>Cephalopholis furcifer</i> (Valenciennes, 1828)	ATL	LC	<i>Gnatholepis cauerensis</i> (Bleeker, 1853)	ATL	LC
<i>Epinephelus itajara</i> (Lichtenstein, 1822)	ATLO	CE	<i>Gobionellus stomatus</i> Starks, 1913	ENDB	LC
<i>Epinephelus marginatus</i> (Lowe, 1834)	ATL/MED	EM	<i>Gobiosoma hemigymnum</i> (Eigenmann e Eigenmann, 1888)	ENDCS	NE
<i>Epinephelus morio</i> (Valenciennes, 1828)	ATLO	NT	<i>Gobulus myersi</i> Ginsburg, 1939	ATLO	LC
<i>Hyporthodus nigritus</i> (Holbrook, 1855)	ATLO	CE	<i>Lythrypnus brasiliensis</i> Greenfield, 1988	ENDB	NE
<i>Hyporthodus niveatus</i> (Valenciennes, 1828)	ATLO	VU	<i>Microgobius carri</i> Fowler, 1945	ATLO	LC
<i>Mycteroperca acutirostris</i> (Valenciennes, 1828)	ATLO	LC	<i>Priolepis dawsoni</i> Greenfield, 1989	ATLO	LC
<i>Mycteroperca bonaci</i> (Poey, 1860)	ATLO	NT	<i>Risor ruber</i> (Rosen, 1911)	ATLO	LC
<i>Mycteroperca interstitialis</i> (Poey, 1860)	ATLO	VU	<b>Família Haemulidae</b>		
<i>Mycteroperca microlepis</i> (Goode e Bean, 1880)	ATLO	LC	<i>Anisotremus surinamensis</i> (Bloch, 1791)	ATLO	LC
<i>Rypticus bistrifidus</i> (Mitchill, 1818)	ATLO	LC	<i>Anisotremus viginicus</i> (Linnaeus, 1758)	ATLO	LC
<i>Rypticus saponaceus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	ATL	LC	<i>Haemulon aurolineatum</i> Cuvier, 1830	ATLO	LC
<i>Rypticus subbifrenatus</i> (Gill, 1861)	ATL	LC	<i>Haemulon parra</i> (Desmarest, 1823)	ATLO	LC
<b>Família Fistulariidae</b>			<i>Haemulon plumieri</i> (Lacepede, 1801)	ATLO	LC
<i>Fistularia petimba</i> Lacepede, 1803	CIR	LC	<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan e Gilbert, 1882)	ATLO	LC
<i>Fistularia tabacaria</i> Linnaeus, 1758	ATL	LC	<i>Haemulon striatum</i> (Linnaeus, 1758)	ATLO	LC
<b>Família Gerreidae</b>			<i>Haemulopsis corvinaeformis</i> (Steindachner, 1868)	ATLO	LC
<i>Diapterus auratus</i> Ranzani, 1842	ATLO	LC	<i>Orthopristis ruber</i> (Cuvier, 1830)	ATLO	LC
<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)	ATLO	LC	<b>Família Hemiramphidae</b>		
<i>Eucinostomus argenteus</i> Baird e Girard, 1855	ATLO	LC	<i>Hemiramphus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	ATL	LC
<i>Eucinostomus gula</i> (Quoy e Gaimard, 1824)	ATLO	LC	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)	ATLO	LC
<i>Eucinostomus harengulus</i> Goode e Bean, 1879	ATLO	LC	<b>Família Holocentridae</b>		
<i>Eucinostomus lefroyi</i> (Goode, 1874)	ATLO	LC	<i>Corniger spinosus</i> Agassiz, 1829	ATLO	LC
<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)	ATLO	LC			
<i>Eugerres brasilianus</i> (Cuvier, 1830)	ATLO	LC			
<b>Família Gobiesocidae</b>					
<i>Gobiesox barbatulus</i> Starks 1913	ATLO	LC			
<i>Tomocodon australis</i> Briggs, 1955	ENDB	NE			
<b>Família Gobiidae</b>					
<i>Barbulifer ceuthoecus</i> (Jordan & Gilbert, 1884)	ATLO	LC			

<i>Holocentrus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	ATL	LC	<i>Paraclinus spectator</i> Guimarães e Bacellar, 2002	ENDB	LC
<i>Myripristis jacobus</i> Cuvier, 1829	ATLO	LC	<i>Starksia brasiliensis</i> (Gilbert, 1900)	ENDB	LC
<i>Plectrypops retrospinis</i> (Guichenot, 1853)	ATLO	LC	<b>Família Lobotidae</b>		
<i>Sargocentron bullisi</i> (Woods, 1955)	ATLO	LC	<i>Lobotes surinamensis</i> (Bloch, 1790)	CIR	LC
<b>Família Kyphosidae</b>			<b>Família Lutjanidae</b>		
<i>Kyphosus bigibbus</i> Lacepède, 1801	CIR	LC	<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)	ATLO	NT
<i>Kyphosus sectatrix</i> (Linnaeus, 1758)	CIR	LC	<i>Lutjanus chrysurus</i> (Bloch, 1791)	ATLO	DD
<i>Kyphosus vaigiensis</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	CIR	LC	<i>Lutjanus cyanopterus</i> (Cuvier, 1828)	ATLO	VU
<b>Família Labridae</b>			<i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801)	ATL	DD
<i>Bodianus pulchellus</i> (Poey 1860)	ATL	LC	<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	ATLO	NT
<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	ATLO	LC	<i>Rhomboplites aurorubens</i> (Cuvier, 1829)	ATLO	VU
<i>Cryptotomus roseus</i> Cope, 1871	ATLO	LC	<b>Família Malacanthidae</b>		
<i>Clepticus brasiliensis</i> Heiser, Moura & Robertson, 2000	ENDB	LC	<i>Malacanthus plumieri</i> (Cuvier, 1829)	ATL	LC
<i>Doratonotus megalepis</i> Gunther, 1862	ATLO	LC	<b>Família Microdesmidae</b>		
<i>Halichoeres brasiliensis</i> (Bloch, 1791)	ENDB	DD	<i>Ptereleotris randalli</i> Gasparini, Rocha & Floeter, 2001	ATLO	LC
<i>Halichoeres dimidiatus</i> (Agassiz, 1831)	ATLO	LC	<b>Família Monacanthidae</b>		
<i>Halichoeres penrosei</i> Starks 1913	ENDB	LC	<i>Aluterus monoceros</i> (Linnaeus, 1758)	CIR	LC
<i>Halichoeres poey</i> (Steindachner, 1867)	ATLO	LC	<i>Aluterus scriptus</i> (Osbeck, 1765)	CIR	LC
<i>Halichoeres sazimai</i> Luiz, Ferreira & Rocha, 2009	ENDB	NE	<i>Cantherhines macrocerus</i> (Hollard, 1853)	ATLO	LC
<i>Nicholsina usta</i> Valenciennes, 1840	ATLO	LC	<i>Cantherhines pullus</i> (Ranzani, 1842)	ATL	LC
<b>Família Labridae</b>			<i>Stephanolepis hispidus</i> (Linnaeus, 1766)	ATL	LC
<i>Scarus trispinosus</i> Valenciennes, 1840	ENDB	EM	<b>Família Moringuidae</b>		
<i>Scarus zelandae</i> Moura, Figueiredo e Sazima, 2001	ENDB	DD	<i>Neoconger mucronatus</i> Girard, 1858	ATLO	LC
<i>Sparisoma amplum</i> (Ranzani, 1841)	ENDB	LC	<b>Família Mugilidae</b>		
<i>Sparisoma axillare</i> (Steindachner, 1878)	ENDB	DD	<i>Mugil curema</i> (Valenciennes, 1836)	ATLO	LC
<i>Sparisoma frondosum</i> (Agassiz, 1831)	ATLO	DD	<i>Mugil liza</i> Valenciennes, 1836	ATLO	DD
<i>Sparisoma radians</i> (Valenciennes, 1840)	ATLO	LC	<b>Família Mullidae</b>		
<i>Sparisoma tuiupiranga</i> Gasparini, Joyeux & Floeter, 2003	ENDB	LC	<i>Mulloidichthys martinicus</i> (Cuvier, 1829)	ATL	LC
<i>Thalassoma noronhanum</i> (Boulenger, 1890)	ENDB	LC	<i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch, 1793)	ATLO	LC
<i>Xyrichtys novacula</i> (Linnaeus, 1758)	ATL+MED	LC	<b>Família Muraenidae</b>		
<b>Família Labrisomidae</b>			<i>Gymnothorax funebris</i> Ranzani, 1839 (CSN)	ATL	LC
<i>Gobioclinus kalisherai</i> (Jordan, 1904)	ATLO	LC	<i>Gymnothorax miliaris</i> (Kaup, 1856)	ATL	LC
<i>Labrisomus cricota</i> Sazima, Gasparini & Moura, 2002	ATLO	LC	<i>Gymnothorax moringa</i> (Cuvier, 1829)	ATL	LC
<i>Labrisomus nuchipinnis</i> (Quoy e Gaimard, 1824)	ATLO	LC	<i>Gymnothorax ocellatus</i> Agassiz, 1831	ATLO	LC
<i>Malacoctenus delalandii</i> (Valenciennes, 1836)	ATLO	LC	<i>Gymnothorax vicinus</i> (Castelnau, 1855)	ATL	LC
<i>Malacoctenus</i> aff. <i>triangulatus</i>	ENDB	LC	<b>Família Ogcocephalidae</b>		
<i>Paraclinus arcanus</i> Guimarães & Bacellar, 2002	ENDB	LC	<i>Ogcocephalus vespertilio</i> (Linnaeus, 1758)	ATLO	NE
<i>Paraclinus rubicundus</i> (Starks, 1913)	ENDB	LC	<b>Família Ophichthidae</b>		
			<i>Ahlia egmontis</i> (Jordan, 1884)	ATLO	LC
			<i>Myrichthys breviceps</i> (Richardson, 1848)	ATLO	LC
			<i>Myrichthys ocellatus</i> (LeSueur, 1825)	ATLO	LC
			<i>Ophichthus ophis</i> (Linnaeus, 1758)	ATL	LC
			<b>Família Ophidiidae</b>		

<i>Raneya brasiliensis</i> (Kaup, 1856)	ENDCS	NE	<i>Priacanthus arenatus</i> Cuvier, 1829	ATL	LC
<b>Família Opistognathidae</b>			<b>Família Rachycentridae</b>		
<i>Opistognathus cuvieri</i> Valenciennes, 1836	ENDB	NE	<i>Rachycentron canadum</i> (Linnaeus, 1766)	CIR	LC
<i>Opistognathus</i> aff. <i>aurifrons</i>	ENDB	NE	<b>Família Sciaenidae</b>		
<b>Família Ostraciidae</b>			<i>Equetus lanceolatus</i> (Linnaeus, 1758)	ATLO	LC
<i>Acanthostracion polygonius</i> Poey, 1876	ATLO	LC	<i>Odontoscion dentex</i> (Cuvier, 1830)	ATLO	LC
<i>Acanthostracion quadricornis</i> (Linnaeus, 1758)	ATL	LC	<i>Pareques acuminatus</i> (Bloch e Schneider, 1801)	ATLO	LC
<i>Lactophrys trigonus</i> (Linnaeus, 1758)	ATLO	LC	<b>Família Scombridae</b>		
<b>Família Paralichthyidae</b>			<i>Euthynnus alletteratus</i> (Rafinesque, 1810)	ATL/MED	LC
<i>Citharichthys arenaceus</i> Everman e Marsh, 1900	ATLO	LC	<i>Scomberomorus brasiliensis</i> Colette, Russo e Zavala-Camin, 1978	ATLO	LC
<i>Cyclopsetta chittendeni</i> Bean, 1895	ATLO	LC	<i>Scomberomorus cavalla</i> (Cuvier, 1829)	ATLO	LC
<i>Etropus crossotus</i> Jordan e Gilbert, 1881	ATLO	LC	<b>Família Scorpaenidae</b>		
<i>Paralichthys brasiliensis</i> (Ranzani, 1842)	ENDB	NE	<i>Pontinus corallinus</i> Miranda Ribeiro, 1903	ENDB	NE
<b>Família Pempheridae</b>			<i>Scorpaena brasiliensis</i> Cuvier, 1829	ATLO	LC
<i>Pempheris schomburgki</i> Muller & Troschel, 1848	ATLO	LC	<i>Scorpaena dispar</i> Longley e Hildebrand, 1940	ATLO	LC
<b>Família Pinguipedidae</b>			<i>Scorpaena grandicornis</i> Cuvier, 1829	ATLO	LC
<i>Pinguipes brasilianus</i> Cuvier, 1829	ENDCS	NE	<i>Scorpaena isthmensis</i> Meek e Hildebrand, 1928	ATLO	LC
<b>Família Polynemidae</b>			<i>Scorpaena plumieri</i> Bloch, 1789	ATL	LC
<i>Polydactylus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	ATLO	LC	<i>Scorpaenodes caribbaeus</i> Meek e Hildebrand, 1928	ATLO	LC
<b>Família Pomacanthidae</b>			<i>Scorpaenodes tredecimspinosus</i> (Metzelaar, 1919)	ATLO	LC
<i>Centropyge aurantonotus</i> Burgess, 1974	ATLO	LC	<b>Família Serranidae</b>		
<i>Holacanthus ciliaris</i> (Linnaeus, 1758)	ATLO	LC	<i>Acanthistius brasiliensis</i> (Cuvier, 1828)	ENDCS	DD
<i>Holacanthus tricolor</i> (Bloch, 1795)	ATLO	LC	<i>Diplectrum formosum</i> (Linnaeus, 1766)	ATLO	LC
<i>Pomacanthus arcuatus</i> (Linnaeus, 1758)	ATLO	LC	<i>Diplectrum radiale</i> (Quoy e Gaimard, 1824)	ATLO	LC
<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)	ATLO	LC	<i>Dules auriga</i> Cuvier, 1829	ENDCS	LC
<b>Família Pomacentridae</b>			<i>Pronotogrammus martinicensis</i> (Guichenot, 1868)	ATLO	LC
<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)	ATL	LC	<i>Serranus aliciae</i> Carvalho-Filho & Ferreira, 2013	ENDB	NE
<i>Chromis</i> aff. <i>enchrysur</i> Jordan e Gilbert, 1882	ENDB	NE	<i>Serranus atrobranchus</i> (Cuvier, 1829)	ATLO	LC
<i>Chromis flavicauda</i> (Gunther, 1880)	ATLO	LC	<i>Serranus baldwini</i> (Evermann e Marsh, 1900)	ATLO	LC
<i>Chromis jubauna</i> Moura, 1995	ATLO	LC	<i>Serranus flaviventris</i> (Cuvier, 1829)	ATLO	LC
<i>Chromis multilineata</i> (Guichenot, 1853)	ATL	LC	<i>Serranus phoebe</i> Poey, 1851	ATLO	LC
<i>Stegastes fuscus</i> (Cuvier, 1830)	ENDB	LC			
<i>Stegastes pictus</i> (Castelnau, 1855)	ENDB	NE			
<i>Stegastes variabilis</i> (Castelnau, 1855)	ENDB	NE			
<b>Família Pomatomidae</b>					
<i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus, 1766)	CIR	VU			
<b>Família Priacanthidae</b>					
<i>Heteropriacanthus cruentatus</i> (Lacepede, 1801)	ATL	LC			

<b>Família Sparidae</b>			<i>Micrognathus crinitus</i> (Jenyns, 1842)	ATLO	LC
<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum, 1792)	ATLO	LC	<i>Microphis lineatus</i> (Kaup, 1856)	CIR	LC
<i>Archosargus rhomboidalis</i> (Linnaeus, 1758)	ATLO	LC	<b>Família Synodontidae</b>		
<i>Calamus calamus</i> (Valenciennes, 1830)	ATLO	LC	<i>Synodus bondi</i> Fowler, 1939	ATLO	LC
<i>Calamus mu</i> Randall e Caldwell, 1966	ENDB	LC	<i>Synodus foetens</i> (Linnaeus, 1758)	ATLO	LC
<i>Calamus penna</i> (Valenciennes, 1830)	ATLO	LC	<i>Synodus intermedius</i> (Spix & Agassiz, 1829)	ATLO	LC
<i>Calamus pennatula</i> Guichenot, 1868	ATLO	LC	<i>Synodus synodus</i> (Linnaeus, 1758)	ATLO	LC
<i>Diplodus argenteus</i> (Valenciennes, 1830)	ATLO	LC	<i>Trachynocephalus myops</i> (Forster, 1801)	ATL	NE
<i>Pagrus pagrus</i> (Linnaeus, 1758)	ATL + MED	LC	<b>Família Tetraodontidae</b>		
<b>Família Sphyraenidae</b>			<i>Canthigaster figueiredoi</i> Moura & Castro, 2002	ATLO	LC
<i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards, 1771)	CIR	LC	<i>Sphoeroides greeleyi</i> Gilbert, 1900	ATLO	LC
<i>Sphyraena borealis</i> DeKay, 1842	ATLO	LC	<i>Sphoeroides spengleri</i> (Bloch, 1785)	ATLO	LC
<i>Sphyraena tome</i> Fowler, 1903	ENDCS	NE	<i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)	ATLO	LC
<b>Família Syngnathidae</b>			<b>Família Trichiuridae</b>		
<i>Cosmocampus albirostris</i> (Kaup, 1856)	ATLO	LC	<i>Trichiurus lepturus</i> Linnaeus 1758	CIR	LC
<i>Hippocampus erectus</i> Perry, 1810	ATLO	VU	<b>Família Tripterygiidae</b>		
<i>Hippocampus patagonicus</i> Piacentino & Luzzatto, 2004	ENDCS	NE	<i>Enneanectes altivelis</i> Rosenblatt, 1960	ATLO	LC
<i>Hippocampus reidi</i> Ginsburg, 1933	ATLO	DD			

## Referências Bibliográficas

- Bellwood, D. R.; Hughes, T. P.; Folke, C. & Nystrom, M. (2004). Confronting the coral reef crisis. *Nature*, 429: 827–833.
- Bender, M. G.; Machado, G. R.; Silva, P. J. A.; Floeter, S. R.; Monteiro-Netto, C.; Luiz, O. J. & Ferreira, C. E. L. (2014). Local ecological knowledge and scientific data reveal overexploitation by multigear artisanal fisheries in the Southwestern Atlantic. *PLoS ONE*, 9 (10): 1–9.
- Carvalho-Filho, A. (1999). *Peixes: Costa Brasileira*. Sao Paulo, Editora Melro, 320 pp.
- Carvalho-Filho, A. & Ferreira, C. E. L. (2013). A new species of dwarf sea bass, genus *Serranus* (Serranidae: Actinopterygii), from the southwestern Atlantic Ocean. *Neotropical Ichthyology*, 11 (4): 809–814.
- Confederação Brasileira de Caça Submarina - CBCS (2015), *Tabela de Recordes Brasileiros de Caça Submarina* acessível em: <http://www.cbcs.com.br/recordes.asp>
- Chaves, L. C. T. & Monteiro-Neto, C. (2008). Comparative analysis of rocky reef fish community structure in coastal islands of south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89 (3): 609–619.
- Dulvy, N. K.; Freckleton, R. P.; Polunin, N. V. C. (2004). Coral reef cascades and the indirect effects of predator removal by exploitation. *Ecology Letters*, 7: 410–416.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2014. The state of world fisheries and aquaculture. Rome. 223 pp.
- Ferreira, C. E. L.; Peret, A. C. & Coutinho, R. (1998a). Seasonal grazing rates and food processing by tropical herbivorous fishes. *Journal of Fish Biology*, 53: 222–235.
- Ferreira, C. E. L.; Gonçalves, J. E. A.; Coutinho, R. & Peret, A. C. (1998b). Herbivory by the dusky damselfish *Stegastes fuscus* (Cuvier, 1830) in a tropical rocky shore: effects on the benthic community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 229: 241–264.
- Ferreira, C. E. L.; Gonçalves, J. E. A. & Coutinho, R. (2001). Community structure of fishes and habitat complexity in a tropical rocky shore. *Environmental Biology of Fishes* 61: 353–369.
- Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro, 2013. Boletim estatístico da pesca do Estado do Rio de Janeiro – Anos 2011 e 2012 / Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro. – Niterói. 93 p.
- Floeter, S.; Halpern, B. S. & Ferreira, C. E. L. (2006). Effects of fishing and protection on Brazilian reef fishes. *Biological Conservation*, 128: 391–402.
- Gasparini, J. L.; Floeter, S. R.; Ferreira, C. E. L. & Sazima, I. (2005). Marine ornamental trade in Brazil. *Biological Conservation* 14: 2883–2899.



Giglio, V. J.; Bertoncini, Á. A.; Ferreira, B. P., Hostim-Silva, M. & Freitas, M. O. (2014). Landings of goliath grouper, *Epinephelus itajara*, in Brazil: despite prohibited over ten years, fishing continues. *Natureza & Conservação*, 12: 118–123.

Godoy, E. A. S. & Coutinho, R. (2002). Can artificial beds of plastic mimics compensate for seasonal absence of natural beds of *Sargassum furcatum*? *Ices Journal of Marine Science*, 59: 111–115.

Guimarães, R. Z. P. (1996). First record of *Apogon planifrons* Longley & Hildebrand (Teleostei: Apogonidae) from southeastern Brazil. *Revue Française D'aquariologie et Herpetologie*, 23: 61–63.

Hostim-Silva, M.; Bertoncini, A. A.; Gerhardinger, L. C. & Machado, L. F. (2005). The lord of the rocks conservation program in Brazil: the need for a new perception of marine fishes. *Coral Reefs*, 24: 74.

Hunsicker, M. E.; Ciannelli, L.; Bailey, K. M.; Buckel, J. A.; Wilson White, J.; Link, J. S.; Essington, T. E.; Gaichas, S.; Anderson, T. W.; Brodeur, R. D.; Chan, K. S.; Chen, K.; Englund, G.; Frank, K. T.; Freitas, V.; Hixon, M. A.; Hurst, T.; Johnson, D. W.; Kitchell, J. F.; Reese, D.; Rose, G. A.; Sjodin, H.; Sydeman, W. J.; van der Veer, H. W.; Vollset, K. & Zador, S. (2011). Functional responses and scaling in predator-prey interactions of marine fishes: contemporary issues and emerging concepts. *Ecology Letters*, 14 (12): 1288–1299.

Kulbicki, M., Parravicini, V., Bellwood, D. R., Arias González, E., Chabanet, P., Floeter, S. R., Fridelander, A.; McPherson, J.; Myers, R.E.; Vigliola, L.; Mouillot, D. (2013). Global biogeography of reef fishes: A hierarchical quantitative delineation of regions. *PLoS ONE*, 8, e81847. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0081847>

Longo, G. O.; Ferreira, C. E. L. & Floeter, S. R. (2014). Herbivory drives large-scale spatial variation in reef fish trophic interactions. *Ecology and Evolution*, 4: 4553–4566.

Luiz, O. J.; Ferreira, C. E. L. & Rocha, L. A. (2009). *Halichoeres sazimai*, a new species of wrasse (Perciformes: Labridae) from the Western South Atlantic. *Zootaxa*, 2092: 37–46.

Madin, E. M. P. & Madin, J. S. (2011). Predators, facilitators, or both? Re-evaluating and apparent predator-prey relationship. *Marine Ecology Progress Series*, 431: 299–302.

Mendes, T.C.; Villaça, R.C. & Ferreira, C. E. L. (2009). Diet and trophic plasticity of an herbivorous blenny *Scartel- lacristata* of subtropical rocky shores. *Journal of Fish Biology*, 75: 1816–1830.

Mendonça-Neto, J. P.; Ferreira, C. E. L.; Chaves, L. C. T. & Pereira, R. C. (2008). Influence of *Palythoa caribaeorum* (Anthozoa, Cnidaria) zonation on site-attached reef fishes. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 80 (3): 495–513.

Menezes, N. A.; Buckup, P. A.; Figueiredo, J. L. & Moura, R. L. (2003). *Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil*. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo. 160p.

Myers, R. A. & Worm, B. (2003). Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature*, 423: 280–283.

Oliveira, V. M. (2011). *Variação dioturna da diversidade e abundância de peixes recifais em um costão rochoso na Prainha, Arraial do Cabo, RJ*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. 73p.

Ornellas, A. B. & Coutinho, R. (1998). Spatial and temporal patterns of distribution and abundance of a tropical fish assemblage in a seasonal *Sargassum* bed, Cabo Frio Island, Brazil. *Journal of Fish Biology*, 53: 198–208.

Rogers, R.; Correal, G.O.; Oliveira, T.C.; Carvalho, L.L.; Mazurek, P.; Barbosa, J.E.F.; Chequer, L.; Domingos, T.F.S.; Jandre, K. A.; Leão, L.S.D.; Moura, L. A.; Occhioni, G.E.; Oliveira, V.M.; Silva, E.S.; Cardoso, A.M.; Costa, A.C.; Ferreira, C.E.L. (2014) Coral health rapid assessment in marginal reef sites. *Marine Biology Research*, 10 (6): 612–624.

Sadovy de Mitcheson, Y.; Craig, M. T.; Bertoncini, A. A.; Carpenter, K. E.; Cheung, William W. L.; Choat, J. H.; Cornish, A. S.; Fennessy, S. T.; Ferreira, B. P.; Heemstra, P. C.; Liu, M.; Myers, Robert, F.; Pollard, D. A.; Rhodes, K. L.; Rocha, L. A.; Russell, B. C.; Samoilys, M. A.; Sanciangco, J. (2012). Fishing groupers towards extinction: a global assessment of threats and extinction risks in a billion dollar fishery. *Fish and Fisheries*, 1: 1–18.

Talagarça 2003. Arraial 500. Talagarça Editora, RJ, 144pp.

Wing, S. R. & Wing, E. S. (2001). Prehistoric fisheries in the Caribbean. *Coral Reefs*, 20: 1–8.



# Capítulo 14

## Intervenções humanas e potenciais ameaças

Maria Soledad López, Jose E.A. Gonçalves,  
Carlos E. L. Ferreira, Luciana V.R. de Messano &  
Ricardo Coutinho

As Prainhas do Pontal do Atalaia.  
Foto: Daniela Batista

---

## Importância da região

A região de Arraial do Cabo atrai atenção de pesquisadores devido à sua biodiversidade marinha e alta produtividade favorecidos pelo fenômeno da ressurgência (revisão em Valentin, 2001; Coelho-Souza et al., 2012). Populações tradicionais encontraram na região os meios de subsistência a partir da extração de recursos pesqueiros marinhos e de invertebrados (principalmente mexilhões e lulas) (Silva, 2004). Os métodos tradicionais de pesca permitiam a obtenção de espécies de afinidade costeira, tais como a sardinha verdadeira e a anchova; como também oceânica já que tubarões, bonitos e afins se aproximam da costa nesta região. Dessa forma, a riqueza biológica favoreceu o desenvolvimento de práticas artesanais para a

extração dos recursos marinhos, singularidade que foi reconhecida com a criação da Reserva Marinha Extrativista de Arraial do Cabo (RESEXMar-AC), em 03 de janeiro de 1997 (Brasil, Decreto Federal S/N de 3 de janeiro de 1997).

A RESEXMar-AC está situada ao leste da cidade do Rio de Janeiro (160 km) e se estende em uma faixa de 3 milhas adjacente à costa do município de Arraial do Cabo, abrangendo uma área de 51.601,46 ha. O objetivo da criação dessa unidade de conservação foi *“garantir a exploração auto-sustentável e a conservação dos recursos naturais renováveis, tradicionalmente utilizados para pesca artesanal, por população extrativista do Município de Arraial do Cabo”* (Brasil, Decreto Federal s/n 1997). Várias das espécies consideradas como ameaçadas de extinção (Brasil, MMA, 2014, Portaria nº445) ocorrem

Captura de peixes sendo realizada na Praia Grande com o arrasto de praia, prática de pesca das mais antigas na região. Foto: Hélio Feliciano.



nessa área marinha, fato que lhe confere importância ecológica, além do seu potencial para pesca.

Embora a atividade pesqueira artesanal tenha sido um dos objetivos de criação da RESEXMar-AC, ela coexiste com outras atividades humanas que estavam estabelecidas antes ou que foram sendo desenvolvidas após a sua criação. Por ser uma unidade de conservação de uso sustentável, todos os usuários da área, em suas múltiplas atividades, foram considerados no momento de planejar o uso do espaço. Sendo assim, os diversos interesses gerados por essas atividades encontram representação no Conselho Deliberativo que foi criado em 2010 (Brasil, MMA, Portaria nº77) com a finalidade de garantir a implantação do Plano de Manejo da RESEXMar-AC. Evidentemente, a intervenção humana decorrente dos diversos usos da área representa um grande desafio para os gestores de forma que o objetivo de conservação da área seja alcançado.

## Intervenções humanas e os seus potenciais impactos

### Atividades portuárias

A construção do Porto do Forno na Enseada dos Anjos foi iniciada no ano 1924, mas sua inauguração oficial só ocorreu em 1974. Contudo, sua licença de operação só foi concedida em 2009 pelo IBAMA (nº 892/2009 de 11/11/2009, retificada em 2/06/2010, disponível em <http://www.portodoforno.com.br/licenca-de-operacao>). Tradicionalmente utilizado como ponto de descarga de sal grosso a granel, tornou-se mais recentemente base de apoio para atividades *offshore* (Melo et al., 2009). A movimentação de navios de médio e grande porte decorrentes das atividades portuárias implica em potenciais impactos tais como: o aumento do ruído marinho, derramamento de óleo combustível ou outros derivados de petróleo, além do transporte e introdução de espécies exóticas.

O Porto do Forno está localizado na Praia dos Anjos e conta com 300 metros de píer e um quebra-mar de 250 metros, além de seis silos e outras instalações de armazenagem dispostas na retaguarda do cais.



O estudo dos impactos gerados pelo ruído ambiental no meio marinho decorrente do tráfego de embarcações tem preocupado a comunidade científica. O aumento do movimento de navios registrados no Porto do Forno nos últimos 20 anos certamente tem gerado impactos para a biodiversidade local, mas a maioria ainda não descrita ou monitorada. Da mesma maneira, o risco de acidentes durante as operações de rotina sempre é uma grande preocupação em áreas portuárias. Dependendo das condições meteorológicas e oceânicas, alguns impactos ambientais (e.g. derramamento de óleo) podem atingir uma escala geográfica ampla e longos períodos de tempo (até décadas) para serem revertidos. Esses impactos podem ser minimizados por meio do cumprimento de um Plano de Emergência Individual que foi uma das condições exigidas pelo órgão de fiscalização - IBA-MA (atual ICMBio) para validar a licença de operação da área portuária.

## Bioinvasão

Um dos impactos ambientais que vem causando preocupação atualmente está relacionado com o transporte de organismos para diversas áreas ao redor do mundo. Esse transporte vem aumentando em decorrência do crescimento do comércio internacional, do aumento da exploração *offshore* e do fluxo interoceânico ao longo da costa, cada vez mais rápido e eficiente. As espécies que são transportadas e se estabelecem fora da sua área de distribuição natural são chamadas de espécies exóticas ou introduzidas.

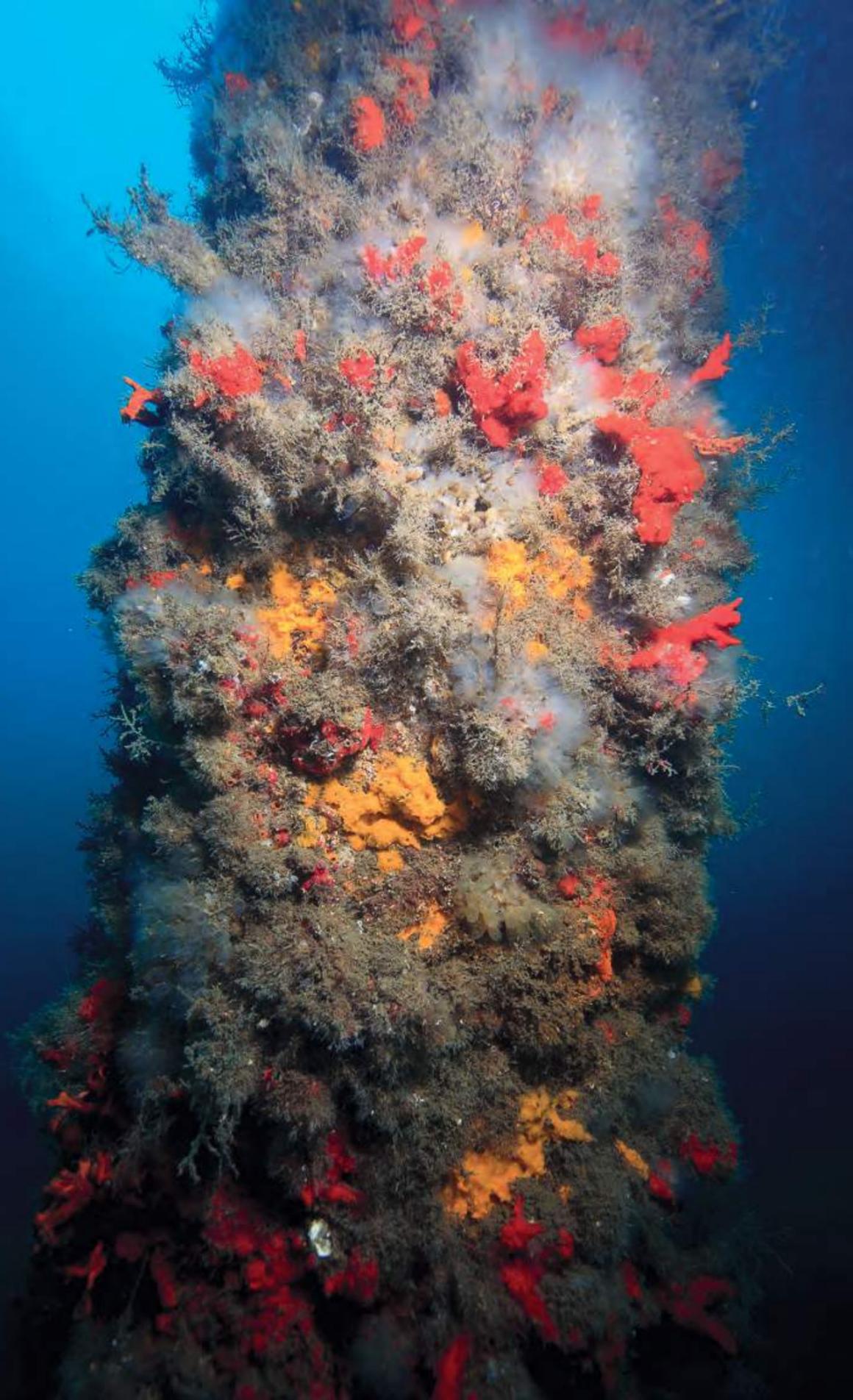
As áreas portuárias funcionam como via de entrada de espécies exóticas no ambiente marinho costeiro, tanto por meio de água de lastro ou por bioincrustação (Legentil et al., 2014). Em geral, a utili-

zação do termo bioincrustação (“biofouling”) é empregado para delimitar situações em que o crescimento dos organismos incrustantes é considerado prejudicial ou indesejável (Hellio & Yebra, 2009). A entrada dessas espécies não nativas acontece porque os organismos fixos nas embarcações liberam larvas que se fixam às estruturas artificiais da área portuária tais como molhes, quebra-mares, paredões e pilares. Obtendo sucesso na colonização do ambiente artificial, as espécies utilizam essas estruturas como “acesso” aos ambientes naturais, seja pelas larvas liberadas no ambiente que naturalmente são transportadas para outras áreas pela circulação marinha ou que assentam no casco de embarcações de menor porte ou de percurso reduzido (Airoidi et al., 2015).

Em Arraial do Cabo, o principal vetor de introdução de espécies é a bioincrustação em embarcações e plataformas de petróleo, pois não existe deslastro de navios na região. Se nos dias atuais, o Porto do Forno é utilizado como uma base auxiliar de apoio ao setor petrolífero, no início dos anos 2000, este porto serviu de apoio para manutenção e reparo de plataformas de petróleo e navios sonda que ficavam fundeados próximo à enseada dos Anjos. Além disso, o tráfego de navios de carga também era mais constante. Inspeções realizadas nessa época nestes tipos de embarcações registraram ao longo de dois anos 22 espécies consideradas exóticas para a costa brasileira (Ferreira et al., 2006). Dessas espécies 12 possuíam registro anterior para a costa e 10 foram identificadas pela primeira vez para Arraial do Cabo.

Algumas espécies exóticas se estabeleceram com sucesso na região e são frequentemente encontradas no ambiente natural, tais como o bivalve *Isognomon bicolor* e três espécies de corais:

Diversidade de esponjas, ascídias, hidrozoários e briozoários incrustantes em um dos pilares do Porto do Forno.



*Chromonephthea brasiliensis*, *Tubastraea coccinea* e *T. tagusensis* (Ferreira et al., 2009), além da ascídia *Rhodosoma turcicum* que foi registrada mais recentemente (Granthom-Costa et al., 2016).

O bivalve *I. bicolor* não havia sido registrado até a década de 1980 nos costões rochosos em Arraial do Cabo (Coutinho, 2002). Entre 2001 e 2006, esse bivalve já dominava a faixa do médio litoral antes ocupada pela craca *Tetraclita stalactifera* (Rocha, 2002; Fernandes et al., 2004; López et al., 2014). Estudos

realizados em vários costões detectaram que a abundância de *I. bicolor* era significativamente menor em pontos diretamente afetados pela ressurgência (Rapagnã, 2004; López, 2008). Em 2006 foi registrada uma mortalidade e a sua cobertura diminuiu entre 60 e 95% (López, 2008). Após seis anos, as populações de *I. bicolor* não atingiram os valores registrados em períodos anteriores à mortalidade (López et al., 2015).

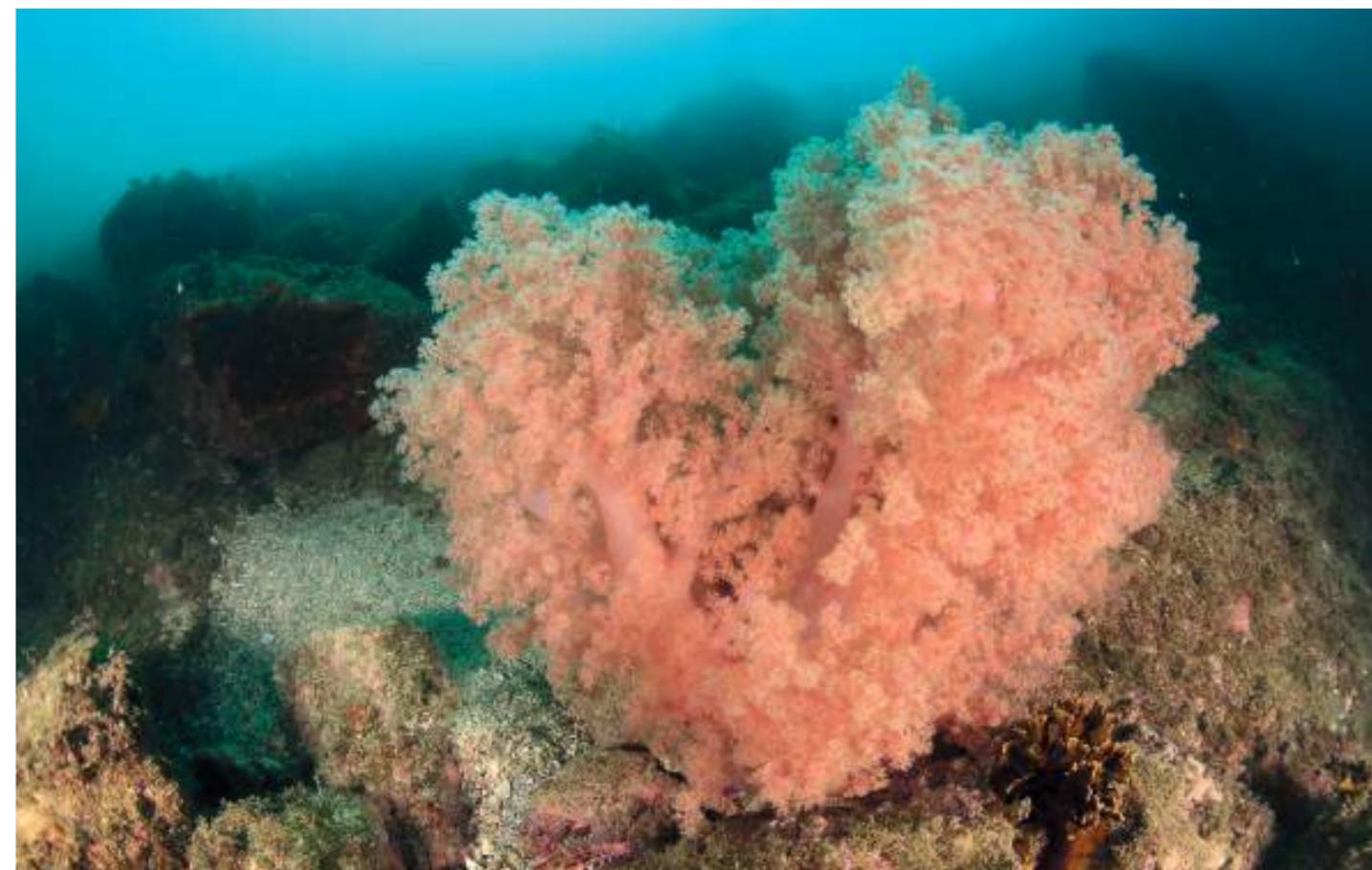
O coral mole *Chromonephthea brasiliensis* foi introduzido possivelmente por plataformas que

faziam reparos no Porto do Forno (Ferreira, 2003). Esta espécie foi detectada no início dos anos 2000 e estava confinada a uma área abrigada de 100m<sup>2</sup> no Saco dos Cardeiros, próximo à Enseada do Forno. Sem estudos mais descritivos sobre a distribuição espacial, reprodução e impactos causados por esta espécie não nativa, de maneira geral, observou-se que o coral mole tem se reproduzido somente de maneira assexuada, e sua distribuição está restrita à localidade do Saco dos Cardeiros (Ferreira et al., 2004).

Por outro lado, a espécie *T. coccinea*, que também teve sua introdução relacionada a incrustações de plataformas e navios atracados no Porto do Forno, foi detectada em 2003. Foram observadas aproximadamente seis colônias de 3 a 5 cm de diâmetro em áreas de inclinação negativa e em costões com pouca profundidade (Ferreira, 2003). Atualmente, *T. coccinea* é considerado invasor e a sua distribuição está restrita a costões da baía de Arraial do Cabo que são menos influenciados pela entrada de águas



Área de costão dominada pelo bivalve introduzido *Isognomon bicolor*.  
Foto. Carlos E. L.Ferreira.



Coral mole *Chromonephthea brasiliensis* no Saco dos Cardeiros.



Colônia de coral sol crescendo no meio de uma esponja do gênero *Darwinella*, no costão rochoso da Ilhas de Porcos.

frias da ressurgência costeira (Batista et al., 2017). *T. tagusensis* é outra espécie de coral sol considerada invasora no Brasil (Creed et al., 2016) que já foi observada em costões rochosos de Arraial do Cabo.

Mais recentemente foi registrada a ocorrência da ascídia *Rhodosoma turcicum* em Arraial do Cabo (Skinner et al., 2013). A espécie ainda não havia sido reportada para área, apesar de um levantamento do grupo realizado na região (Rocha & Granthom-Costa, 2005). Esta espécie de ascídia foi encontrada em experimentos realizados no cais do Porto do Forno e já é considerada estabelecida no ambiente natural por ocorrer em costões rochosos da Praia do Forno (Granthom-Costa et al., 2016). Sua distribuição inicialmente restrita a área do porto sugeriu sua categorização como espécie exótica, e a via de invasão proposta para a espécie foi também por incrustação em casco de navios, já que as larvas deste grupo possuem curto período permanência na coluna d'água, o que torna inviável a introdução via água de lastro ou migrar em grandes distâncias.

O atual conhecimento taxonômico e ecológico sobre as comunidades bentônicas da região pode ser considerado razoável quando comparados a outras regiões da costa do Brasil. Entretanto, para conseguir detectar rapidamente novas introduções e conhecer a trajetória das populações de espécies exóticas já estabelecidas são necessários esforços contínuos de monitoramento. Estudos ecológicos e experimentais são necessários para avaliar os impactos ecológicos associados às espécies invasoras já detectadas na região. Da mesma forma, são igualmente importantes a implantação de protocolos de biossegurança, de

fiscalização efetiva das embarcações em relação à bioincrustação e o monitoramento periódico das áreas no entorno do Porto do Forno.

## Marina dos pescadores

A Marina dos Pescadores (popularmente chamada de “Cais da Pesca”) está localizada na Enseada dos Anjos, próximo ao Porto do Forno. A sua construção em 1982 teve como finalidade a atracação de grande parte dos barcos de pesca e de turismo da região. Na área da marina, além de várias poitas para atracação de barcos de pequeno porte, existem três piers paralelos de aproximadamente 150m de comprimento por 4m de largura que estão fixos ao fundo arenoso por pilares de concreto.

Os potenciais impactos ocasionados pela presença da marina na área estão relacionados principalmente ao vazamento de óleo e combustível, à manutenção e conserto de embarcações, desmonte de barcos, liberação de substâncias químicas oriundas das tintas anti-incrustantes utilizadas nos cascos dos barcos e resíduos sólidos que são descartados de maneira incorreta e acabam sendo levados para o meio marinho. A presença de manchas oleosas e lixo (principalmente plásticos) é uma situação comumente observada na área do entorno do cais da pesca. Atualmente não existe uma regulamentação desta atividade na área. Nesta enseada, como em outras áreas rasas e protegidas em Arraial do Cabo, é comum encontrar pequenos cardumes de diversas espécies de peixes juvenis, que estão sujeitos aos efeitos nocivos destes impactos, podendo causar impactos na ictiofauna local.



Barcos de pesca e de turismo atracados na Marina dos Pescadores.

## Turismo

O município de Arraial do Cabo se encontra localizado na região conhecida como Costa do Sol e recebe um grande número de turistas, principalmente durante os meses de verão. Além de frequentarem as praias, muitos desses turistas realizam atividades náuticas, mergulho livre e autônomo, além da caça submarina. Com a criação da reserva, a atividade turística ganhou destaque. Esse grande movimento tem sido acompanhado também por um aumento no número e circulação de embarcações. Até 2011, a Secretaria de Turismo da cidade tinha registrado mais de 400 embarcações que ofereciam passeios ou transportavam mergulhadores, onde muitos pescadores abandonaram a atividade pesqueira, reforman-

do os próprios barcos ou adquirindo barcos maiores para oferecer passeios turísticos (Fabiano, 2011).

Ainda, segundo Fabiano (2011), o turismo em Arraial do Cabo é desordenado trazendo impactos negativos, tais como: o aumento de lixo nas praias e lançamento de efluentes no mar, além de conflitos com pescadores artesanais já que a maior intensidade de uso do espaço por embarcações pode afastar os cardumes. Algumas ações vêm sendo implementadas pelo órgão fiscalizador ICMBio como a exigência de banheiros químicos nos barcos de turismo que tem o intuito de diminuir a descarga de rejeitos sanitários.

A denominação de “capital do mergulho” denota a importância dessa atividade em Arraial do Cabo. Estima-se que anualmente sejam realizados cerca de



Desembarque de pescado na Marina dos Pescadores.

A Enseada dos Anjos é utilizada por banhistas e por um alto número de embarcações de pesca e passeios náuticos que ficam ancoradas nas proximidades. O embarque e desembarque de turistas e mergulhadores é realizado na Marina dos Pescadores. Foto: Luis Constantino.





A cidade recebe um grande número de turistas, principalmente durante os meses de verão.

Muitos turistas e moradores realizam diferentes tipos de atividades náuticas em Arraial do Cabo.

25.000 mergulhos na RESEXMar-AC, sendo os pontos de maior visitação a Ilha dos Porcos, o Saco dos Cardeiros, Abobrinha e Anequim (Giglio et al., 2017a).

Os principais impactos ecológicos do mergulho recreativo são causados nos organismos bentônicos, principalmente nos corais. O contato físico com os mergulhadores pode resultar em danos estruturais como quebra, lesão no tecido ou até a remoção do organismo inteiro do substrato (Giglio et al., 2017b). O mergulho também pode causar aumento na sedimentação devido à ressuspensão de material particulado pela movimentação das nadadeiras próximas ao substrato. O aumento da sedimentação foi relacionado com a ocorrência de doenças em corais (Lamb et al., 2014). Em Arraial do Cabo ocorrem organismos estruturalmente complexos e frágeis, características

que os tornam particularmente susceptíveis aos impactos do mergulho, como o coral-de-fogo (*Millepora alcicornis*) e a gorgônia orelha-de-elefante (*Phyllogorgia dilatata*) (Giglio et al., 2017b).

O número de mergulhos na RESEXMar-AC foi aumentando e em 2006 foram registrados quase o dobro de mergulhos que em 2003 (Pedrini et al., 2007). A maioria dos mergulhadores era pouco experiente, fato preocupante já que essas pessoas teriam maior dificuldade para controlar a flutuabilidade podendo aumentar o número de toques involuntários com o fundo e nos organismos (Pedrini et al., 2007). Dessa forma, é possível que os locais mais utilizados para a atividade do mergulho de iniciantes sejam mais impactados. O potencial impacto da atividade de mergulho no ambiente marinho na região

O mergulho recreativo é uma das principais atividades turísticas na região, que pode causar danos variados aos organismos devido aos toques com nadadeiras e outras partes dos mergulhadores no substrato consolidado.





O lixo flutuante é um dos principais problemas observados na região, ocasionado pelo turismo desordenado.



Inúmeros turistas frequentam as Prainhas do Pontal do Atalaia e a Praia do Farol (ao fundo), situada na Ilha de Cabo Frio. Esta última praia tem acesso somente de barco controlado pela Marinha do Brasil. Foto: Daniela Batista.

foi recentemente avaliado e um vídeo educativo foi elaborado para ser usado por todas as operadoras de modo a diminuir tais impactos (<https://www.youtube.com/watch?v=GrGT7fvnqaw>). Com o uso dessa ferramenta educativa os mergulhadores reduziram o número de contatos com os corais, minimizando os impactos do mergulho autônomo.

O aumento na demanda do mergulho como atividade ecoturística, que vem de um modo geral sendo registrado nas unidades de conservação, motivou a inclusão de uma seção específica dedicada à regulamentação dessa atividade nas diretrizes do MMA para o uso público das áreas protegidas do Brasil. Os gestores das áreas são responsáveis tanto por adaptar as medidas à realidade, para garantir que a atividade seja desenvolvida de forma sustentável sem prejudicar os processos ecológicos, como também por monitorar os impactos decorrentes do mergulho nos diferentes ambientes.

Outro impacto consequente da grande quantidade de barcos na região é o lançamento de âncoras e afins e o seus efeitos na comunidade bentônica. Trabalhos recentes na região indicam que o processo de ancoragem causam importantes danos aos corais e outros invertebrados marinhos (Giglio et al., 2017a). A solução para tal problema é o estabelecimento de poitas, medida que já foi sugerida por pesquisadores, mas que ainda não foi implementada pelo órgão gestor.

## Extração de recursos naturais

### Pesca

A atividade pesqueira em Arraial do Cabo consta de uma frota de pequeno porte, com pouca autonomia de mar, que atua principalmente próximo à costa e se caracteriza por utilizar artes de pesca tradicionais. Os tipos de pesca mais comuns nessa região são o cerco de praia com canoa, a rede de armar (na pesca de lula), a pescaria de linha e a pesca de cerco com traineira (Silva, 2004). O uso de redes de arrasto de portas, arrasto de parelha, arrasto de meia água, bem como usar explosivos e substâncias tóxicas não estão permitidas dentro da RESEXMar-AC (Brasil, IBAMA, Portaria nº 17-N).



O processo de ancoragem sem locais pré-estabelecidos causa sérios danos às comunidades bentônicas, principalmente aos hidrocorais (*Millepora alcicornis*) que são altamente sensíveis a qualquer toque. Foto: Carlos E. L. Ferreira.

A pesca subaquática profissional, esportiva e amadora são permitidas dentro da RESEXMar-AC para pescadores que estejam devidamente cadastrados e devem obedecer às normas em relação às espécies, tamanho mínimo, quantidades, locais e horários permitidos para a captura (Brasil, IBAMA, Portaria no 17-N).

Décadas de pesca utilizando diferentes petrechos levaram ao decréscimo de várias espécies e o colapso de vários estoques na região (Giglio et al., 2017c), porém a falta de uma estatística continuada de pesca acaba limitando o conhecimento desses impactos. Como bem documentado em vários outros locais do mundo, em Arraial do Cabo, peixes herbívoros de grande porte começaram a ser explorados devido a uma importante pressão de pesca sobre as

espécies de topo de cadeia. Por exemplo, o budião azul (*Scarus trispinosus*), espécie endêmica do Brasil e que atinge até 80cm de comprimento, antigamente era abundante, mas hoje considerado funcionalmente extinto na região (Bender et al., 2014). Assim como outras espécies endêmicas de budiões da costa do Brasil, essas espécies vêm sendo capturadas pela pesca submarina (Bender et al., 2014), sendo que quatro dessas, incluindo o budião azul, estão hoje em categorias de ameaça pela União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), e no Arraial do Cabo ações de manejo devem ser aplicadas. A pressão de pesca sobre peixes herbívoros é preocupante já que esses organismos tem papel funcional importante limitando o crescimento de algas e mantendo as comunidades bentônicas em equilíbrio.



A pesca de traineira tem maior poder de pesca utilizando redes de cerco e também visando espécies pelágicas.

As mudanças na percepção do ambiente e dos recursos extraídos por diferentes gerações de pescadores têm se mostrado como um valioso indicador do estágio de exploração dos estoques pesqueiros (Tesfamichael et al., 2014). Em Arraial do Cabo, essa referência ambiental mudou em apenas três gerações consecutivas de pescadores artesanais que utilizam pesca de linha e de cerco de canoa (Machado, 2009). Os pescadores mais experientes já pescavam nesta região na década de 50 e lembram que era comum capturar várias espécies de tubarões enquanto poucos dos pescadores mais jovens acreditam que essas espécies já foram comuns perto da costa. Como os pescadores formam suas referências ambientais baseados nas próprias experiências pessoais, os mais novos na atividade, que começaram a pescar quando os estoques já se encontravam quantitativamente reduzidos e os pesqueiros empobrecidos, assumiram que algumas espécies são naturalmente raras ou inexistentes na região (como os tubarões). Da mesma



Foto: Hélio Feliciano.

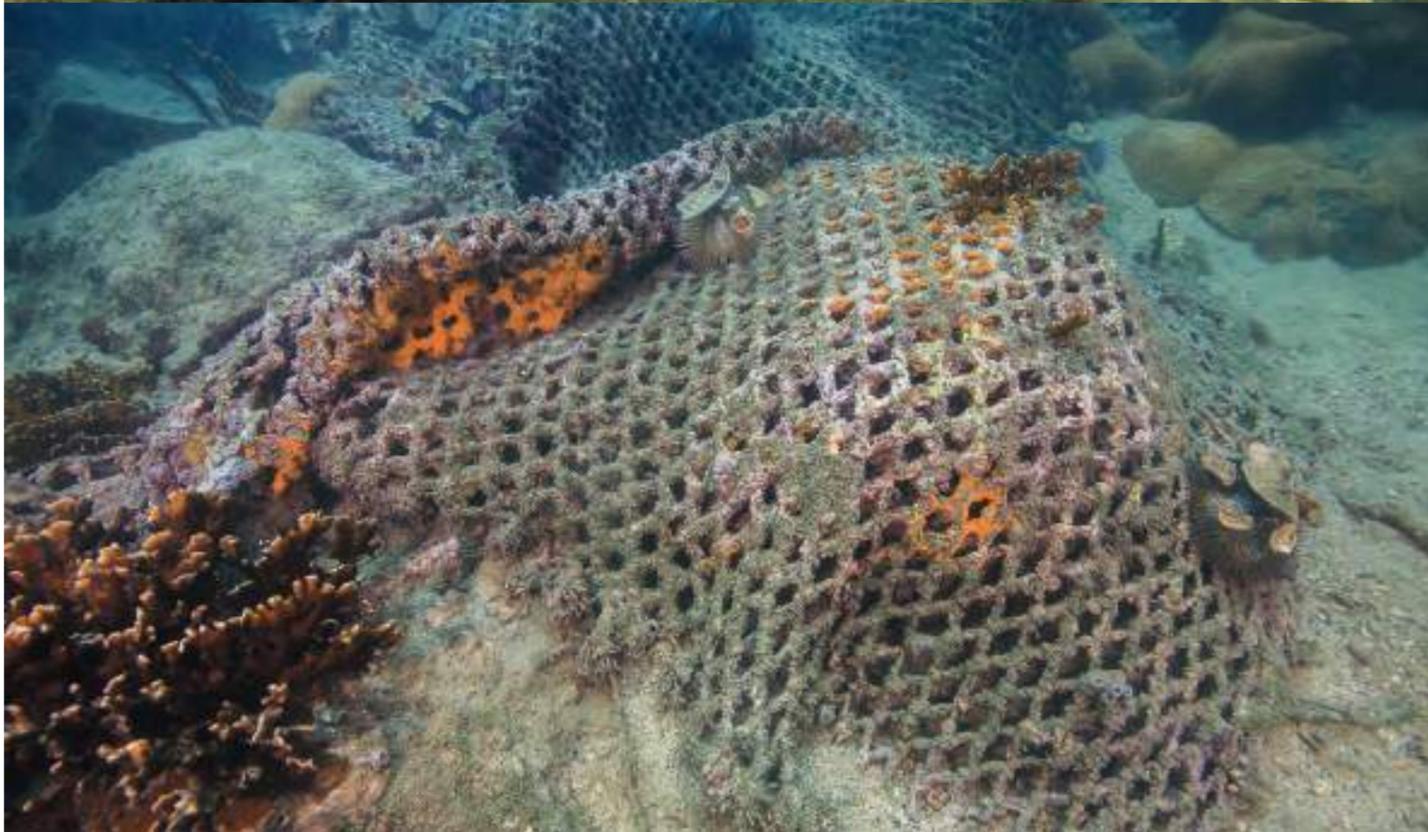
O cerco de praia usa técnicas artesanais que datam da antiguidade, sendo ainda bastante usado para captura de espécies pelágicas.



Foto: Sergio A. C. Souza.

Badejo saltão (*Mycteroperca acutirostris*) capturado por pescador amador. Foto. Carlos E. L. Ferreira.





forma, pescadores considerados sobre explorados pelos pescadores mais experientes podem parecer produtivos para os menos experientes e espécies que antes eram usadas como iscas ou descartadas, passaram a ser comercializadas.

Áreas marinhas protegidas são as melhores ferramentas de manejo para proteger e recuperar re cursos marinhos (Floeter et al., 2007). Apesar de existir uma demanda de toda unidade de conservação de uso sustentável dentro do SNUC de possuir 10% de sua área como área de exclusão total, Arraial do Cabo ainda não inclui tal proteção. Na criação da RESEXMar-AC foi estabelecido um santuário ecológico numa pequena área da Ilha de Cabo Frio, na localidade denominada de Pedra Vermelha. As espécies alvo da pesca foram mais abundantes e de maior tamanho neste local quando comparado com outras áreas de proteção (Floeter et al., 2007), indicando o potencial para recuperar estoques de uma área com exclusão

total de pesca. Porém, a legitimidade e a fiscalização dessa área não foram mantidas ao longo do tempo.

## Aquariofilia

Na década de 80, durante a maior atividade do aquarismo marinho no Brasil, houve grande pressão sobre os ambientes recifais rasos da costa do Brasil, principalmente no Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia, devido à coleta de peixes e invertebrados. Segundo Gasparini et al. (2005), Arraial do Cabo sofreu uma intensa pressão da extração destes recursos. Atualmente, a captura de peixes ornamentais, corais e invertebrados utilizados para ornamentação é proibida dentro da RESEXMar-AC (Brasil, IBAMA, Portaria nº 17-N). Um dos casos emblemáticos do efeito deste tipo de coleta é o exemplo da anêmona gigante *Condylactis gigantea*, (que pode alcançar até 40 cm de diâmetro). Na década de 90, cerca de 100 indivíduos

Último indivíduo de *Condylactis gigantea* avistado na região de Arraial do Cabo - 2010. Foto. Carlos E. L.Ferreira.



Muito comum encontrar restos de apetrechos de pesca abandonados no fundo do mar.

desta anêmona eram coletados por dia na região. A intensidade de extração e as características intrínsecas da espécie levaram essa espécie à extinção local.

Depois da proibição da coleta de organismos ornamentais (Brasil, IBAMA, Portaria nº 17-N), eventos clandestinos acontecem esporadicamente na área. A coleta mais intensa no passado pode ter gerado mudanças importantes no sistema recifal local, tanto na estrutura como na perda de papéis funcionais de várias espécies de invertebrados e peixes que tiveram suas abundâncias diminuídas drasticamente (Gasparini et al., 2005). Lamentavelmente pouco se sabe na prática sobre o real efeito de tais perdas no funcionamento e capacidade de resiliência do sistema recifal local.

## **Extração de mexilhões e cultivos em fazendas marinhas**

A extração de mexilhões pelas comunidades em Arraial do Cabo é praticada a décadas nos diversos costões rochosos pela população local e por turistas que visitam a região. Dentro do plano de utilização da RESEXMar-AC foi criada uma Associação de Catadores de Mexilhões de Arraial do Cabo (ACRIMAC), com o intuito de catalogar os extrativistas locais e incentivá-los, através de cursos e financiamentos público-privados a desenvolver o cultivo destes organismos em fazendas marinhas, assim tentando diminuir o impacto sobre as populações naturais.

Em 1980 foi realizado o repasse da tecnologia do cultivo de mexilhões para pescadores de Arraial do Cabo. Na ocasião, foram doadas balsas, redes, cordas e outros artefatos para o cultivo. Além do mexilhão e da ostra que já eram cultivados, os maricultores receberam em 2009 sementes de vieira, organismos de maior valor comercial (Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo, 2009). Os bivalves cultivados na Praia do Forno em Arraial do Cabo são organismos filtradores. Isso significa que ao bombear a água através de determinadas estruturas do animal, eles conseguem reter seletivamente pequenas partículas (microalgas, bactérias e detritos) que servem de alimento. As fezes e pseudofezes (partículas rejeitadas que não passam através do trato digestivo)

produzidas por estes organismos podem ser depositadas no fundo. Esses biodepósitos podem ocasionar impacto no ambiente bentônico cujo grau depende da densidade de bivalves cultivados, a disposição e orientação das cordas, o hidrodinamismo da área dentre outros fatores. Uma intensa sedimentação de granulometria fina foi verificada sobre a comunidade bentônica dos costões rochosos na Enseada do Forno que pode estar relacionada com diversas atividades antrópicas (restaurante flutuante, Porto do Forno, fazenda de cultivo, mergulho livre) desenvolvidas nas proximidades desse local (Tunala, 2016). Entretanto, ainda é necessária uma avaliação mais detalhada deste tipo de impacto na área utilizada pelas fazendas marinhas em Arraial do Cabo.

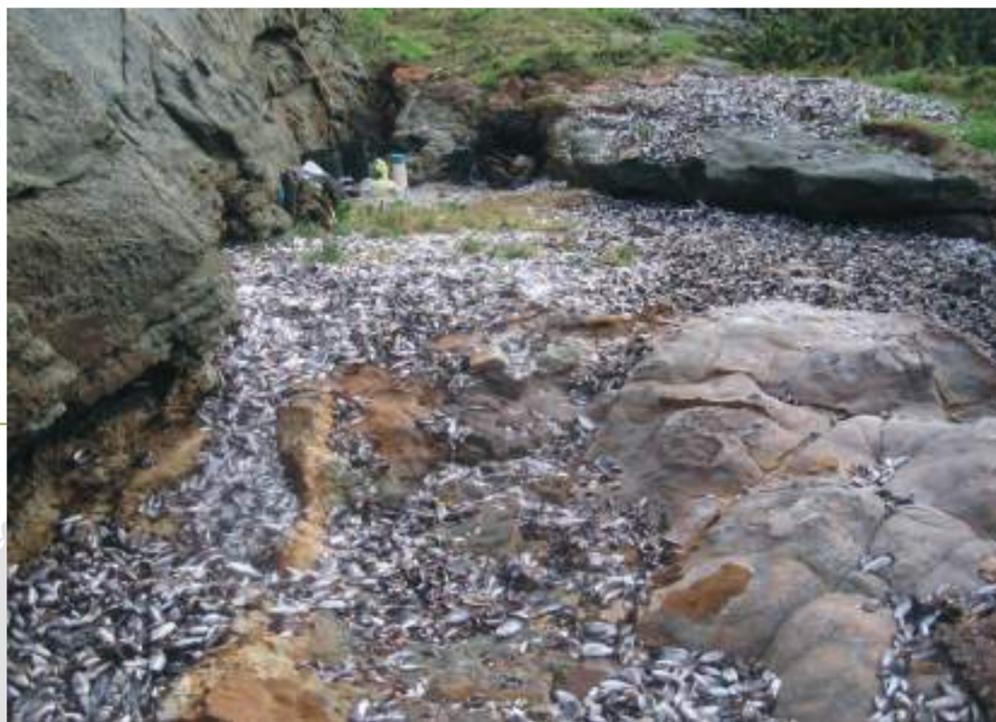


Extrativismo de mexilhões na faixa do entremarés dos costões rochosos de Arraial do Cabo.  
Foto: Gil Rilov.

As conchas vazias que são carregadas pelas ondas até o sublitoral do costão acabam soterrando corais e outros invertebrados sésseis  
Foto: Carlos E. L.Ferreira.



Descarte de conchas pelos extrativistas na área costeira após ter sido extraída a parte mole dos mexilhões.  
Foto: Gil Rilov.



## Desenvolvimento urbano

A cidade de Arraial do Cabo possui uma população residente de aproximadamente 29.000 habitantes (IBGE, 2016), mas estima-se que esse número chega a triplicar durante o verão, na alta temporada turística. Arraial do Cabo foi um distrito do município de Cabo Frio até 1985. A população de Arraial do Cabo vivia essencialmente da pesca até a Companhia Nacional de Álcalis ser implantada em 1960. Segundo Fabiano (2011) a chegada de operários vindos de fora e dos primeiros turistas que adquiriram ou construíram casas como segunda residência deu início a uma ocupação massiva do local. Esse crescimento acelerado não foi acompanhado por um planejamento urbano e torna-

se visível em Arraial do Cabo pela ocupação de morros, dunas e áreas de restinga.

Um exemplo de impacto no meio marinho decorrente da crescente urbanização sem infraestrutura adequada (por exemplo, saneamento básico) é a saída de esgoto do canal no canto direito da Enseada dos Anjos. Em épocas de chuvas torrenciais pode ser observada uma pluma de água marrom com cheiro fétido que pode permanecer por vários dias estendendo-se visivelmente na área costeira. A atividade bacteriana foi 400 vezes maior na presença da pluma e esteve associado a altas concentrações de amônia (Coelho-Souza et al., 2013). Esses autores acreditam que a amônia seja proveniente da transformação biológica do nitrogênio orgânico que é comum em descargas domésticas.

Fazenda marinha localizada na Enseada do Forno onde são cultivados mexilhões, vieiras e ostras.



Maricultor segurando uma gaiola usada no cultivo.



Além da potencial toxicidade da amônia, a entrada de material particulado em suspensão e, potencialmente, de microrganismos patógenos, pode prejudicar seres vivos marinhos e o próprio homem. Na Praia do Pontal também há efluentes de água doce que são oriundos de assentamentos urbanos próximos com a formação de uma pluma de material particulado. É fundamental conhecer a composição química e biológica dessas descargas assim como do seu potencial toxicológico para definir estratégias de gerenciamento dos efluentes.

A região costeira e marinha de Arraial do Cabo têm sofrido diversos impactos antropogênicos

ao longo de sua ocupação. As iniciativas para a conservação da biodiversidade marinha passam pela elaboração de um Plano de Manejo da RESEXMar-AC pelo ICMBio local, que se encontra em andamento, e tem recebido o apoio da comunidade científica das diversas universidades e instituições que realizam pesquisas na região. Dessa forma, será possível promover o uso sustentável dos recursos marinhos pela comunidade local e turística, minimizando os impactos sobre os diversos ambientes costeiros e preservando a rica biodiversidade marinha de Arraial do Cabo.

A intensa urbanização ocupa tanto as áreas planas como morros e encostas.  
Foto: Carlos E. L. Ferreira.



## Referências Bibliográficas

- Airoldi, L., Turon, X., Perkol Finkel, S., & Rius, M. (2015). Corridors for aliens but not for natives: effects of marine urban sprawl at a regional scale. *Diversity and Distributions*, 21 (7), 755-768.
- Batista, D., Gonçalves, J. E. A., Messano, H. F., Altvater, L., Candella, R., Elias, L. M. C., Messano, L. V. R., Apolinário, M. & Coutinho, R. (2017) Distribution of the invasive orange cup coral *Tubastraeaoccinea* Lesson, 1829 in an upwelling area in the South Atlantic Ocean fifteen years after its first record. *Aquatic Invasions* 12 (1): 23–32
- Bender, M.G., Machado, G.R., Silva, P.J.R., Floeter, S.R., Monteiro-Netto, C., Luiz, O.J., Ferreira, C.E.L. 2014. *Local ecological knowledge and scientific data reveal overexploitation by multigear artisanal fisheries in the Southwestern Atlantic*. PLoS ONE 9, e110332
- Brasil. Presidência da República. Decreto s/nº de 3 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a criação da Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo, no Município de Arraial do Cabo, Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, de 06/01/1997.
- Brasil. IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Portaria Nº17-N de 18 de Fevereiro de 1999. Aprova o Plano de Utilização da Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, de 19/02/1999.
- Brasil. MMA - Ministério do Meio Ambiente. Portaria Nº 77, de 27 de agosto de 2010. Cria o Conselho Deliberativo da Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo/RJ. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, n. 168, 01/09/2010. Seção I, p. 69.
- Brasil. MMA - Ministério do Meio Ambiente. Portaria Nº 445, de 17 de dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, n. 245, 18/12/2014. Seção I, p. 126-130.
- Coelho-Souza, S. A.; López, M.S.; Guimaraes, J. R. D.; Coutinho, R. & Candella, R. (2012). Biophysical interactions in the Cabo Frio upwelling system, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 60: 353–365.
- Coelho-Souza, S. A.; Pereira, G. C.; Coutinho, R. & Guimarães, J. R. D. (2013). Yearly variation of bacterial production in the Arraial do Cabo protection area (Cabo Frio upwelling region): an evidence of anthropogenic pressure. *Brazilian Journal of Microbiology*, 44(4): 1349–1357.
- Coutinho, R. 2002. Bentos de Costões Rochosos, In: R.C. Pereira & A. Soares-Gomes (Eds). *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro, Interciência Press, p.147-157.
- Creed, J. C., Fenner, D., Sammarco, P., Cairns, S., Capel, K., Junqueira, A. O., Cruz, I., Miranda, R. J., Carlos-Junior, L., Mantellato, M. C. & Oigman-Pszczol, S. (2016). The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors. *Biological Invasions*, 19(1), 283-305

Fabiano, C.C.L. (2011). *O turismo e sua contribuição na manutenção e na preservação da pesca artesanal e da cultura tradicional na reserva extrativista marinha de Arraial do Cabo*. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF. 152pp.

Fernandes, F.C., Rapagnã, L.C., Bueno, G.B.D., 2004, "Estudo da população do bivalve exótico *Isognomon bicolor* (C. B. Adams, 1845) (Bivalvia, Isognomonidae) na Ponta da Fortaleza em Arraial do Cabo-RJ". In: Silva, J. S. V. e Souza, R

C. C. L. (org). Água de lastro e Bioinvasão. Editora Interciência. Rio de Janeiro, Brasil.

Ferreira CEL. 2003. Non-indigenous corals at marginal sites. *Coral Reefs*, 22: 498.

Ferreira, C.E.L.; Gonçalves, J.E.A.; Coutinho, R. (2004). Cascos de navios e plataformas como vetores na introdução de espécies exóticas. IN: Silva, J.S.V. & Souza, R.C.C.L. (Eds.). Água de Lastro e Bioinvasão. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 143–155 pp.

Ferreira, C. E. L.; Gonçalves, J. E. A.; Coutinho, R. (2006). Ship hulls and oil platforms as potential vectors to marine exotic introduction. *Journal of Coastal Research*, 39: 1340–1345.

Ferreira CEL, Junqueira AOR, Villac MC & Lopes RM. 2009. Marine Bioinvasions in the Brazilian Coast: Brief Report on History of Events, Vectors, Ecology, Impacts and Management of Non-indigenous Species. In: Rilov G, Crooks JA (Eds). *Biological Invasions in Marine Ecosystems*, 204: 459-478.

Floeter, S.R.; Ferreira, C.E.L. & Gasparini, J.L. (2007). Os efeitos da pesca e da proteção através de UC's Marinhas: Três estudos de caso e implicações para os grupos funcionais de peixes recifais no Brasil. Séries Áreas Protegidas do Brasil. Brasília, MMA, 183–199 p.

Gasparini, J.L.; Floeter, S.L.; Ferreira, C.E.L. & Sazima, I. (2005). Marine ornamental trade in Brazil. *Biodiversity and Conservation* 14: 2883–2899.

Giglio, V. J.; Ternes, M. L. F.; Mendes, T. C.; Cordeiro, C. A. M. M. & Ferreira, C. E. L. (2017a). Anchoring damages to benthic organisms in a subtropical scuba dive hotspot. *Journal of Coastal Conservation*. 21: 311-316.

Giglio, V. J.; Luiz, O. J.; Chadwick, N. E. & Ferreira, C. E. L. (2017b). Using an educational video-briefing to mitigate the ecological impacts of scuba diving. *Journal of Sustainable Tourism*, 26:5, 782-797, 10.1080/09669582.2017.1408636.

Giglio, V. J.; Bender, M. G.; Zapelini, C. & Ferreira, C. E. L. (2017c). The end of the line? Rapid depletion of a large-sized grouper through spearfishing in a subtropical marginal reef. *Perspectives in Ecology and Conservation*. 15: 115-118.

Granthom-Costa, L. V., Ferreira, C. G. W., & Dias, G. M. (2016). Biodiversity of ascidians in a heterogeneous bay from southeastern Brazil. *Management of Biological Invasions*, 7(1), 5-12.

Hellio, C., & Yebra, D. (Eds.). (2009). *Advances in marine antifouling coatings and technologies*. Cambridge,

CRC Press.

IBGE (2016) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades/Rio de Janeiro/Arraial do Cabo. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=330025>. Acessado em 03/09/2016.

Lamb, J.B., True, J.D., Piromvaragorn, S. & Willis, B.L. (2014). Scuba diving damage and intensity of tourist activities increases coral disease prevalence. *Biological Conservation*, 178: 88-96.

López-Legentil, S., Legentil, M. L., Erwin, P. M., & Turon, X. (2015). Harbor networks as introduction gateways: contrasting distribution patterns of native and introduced ascidians. *Biological Invasions*, 17(6), 1623-1638.

López, M. S. 2008. *O bivalve invasor Isognomon bicolor e seu papel nas comunidades do entremarés rochoso na região de ressurgência de Cabo Frio, RJ*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Ecologia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. RJ. Brasil. 225 p.

López, M.S.; Lavrado, H.P. & Coutinho, R. (2014) Structure of intertidal sessile communities before and after the invasion of *Isognomon bicolor* (C.B. Adams, 1845) (Bivalvia, Isognomonidae) in southeastern Brazil. *Aquatic Invasions Volume 9*, 4: 457–465.

López, M.S.; Coutinho, R.; Coelho-Souza, S.A. & Flores, A.A.V. (2015) Persistence of the invasive bivalve *Isognomon bicolor* in southeastern Brazil after a mass mortality event: local and regional approaches. XI Encontro de Bioincrustação, Ecologia Bêntica, Biocorrosão e Biotecnologia marinha. 27 a 31 de julho de 2015. IEAPM-Arraial do Cabo. RJ. Brasil.

Machado, G. R. (2009) O conhecimento empírico como indicador de sobrepesca e de mudanças na referência ambiental. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha. Universidade Federal Fluminense. Niterói/RJ. 94pp.

Melo, L.V; Sales, T.B.; Souza, G.L.; Brant, F.F & Manicacci, M. (2009). Ampliação do porto do Forno na reserva extrativista marinha em Arraial do Cabo – RJ. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, 3 (2): 163–186.

Pedrini, A.G; Maneschy, F.S.A.; Costa, C.; Almeida, E.R. & Costa, E.A. (2007). Gestão ambiental em áreas protegidas x estatísticas de mergulho na Resexmarinha de Arraial do Cabo, RJ. *OLAM Ciência & Tecnologia*, 7(2): 269–294.

Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo. (2009). Notícia de Arraial do Cabo. Fazenda marinha de Arraial do Cabo é beneficiada com 50 mil sementes de vieiras. Disponível em: <http://arraial.rj.gov.br/noticia/72/fazenda-marinha-de-arraial-do-cabo-e-beneficiada-com-50-mil-sementes-de-vieiras.html>, publicado em 29/11/2009, acessado em 27/11/2014

Rapagnã, L.C., 2004, "Estudo da estrutura das populações dos bivalves *Isognomon bicolor* (CB Adams, 1845), *Perna perna* (Linnaeus, 1758) e *Pinctadaimbricata* (Roding, 1798) nos costões rochosos de Arraial do Cabo,

---

RJ, Brasil”, Dissertação Mestrado. Biologia Marinha, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil.

Rocha, F.M. 2002. *Recrutamento e sucessão de uma comunidade bentônica de mesolitoral dominada pela espécie invasora Isognomon bicolor (Bivalvia: Isognomidae) C.B. Adams, 1748 em dois costões rochosos submetidos a diferentes condições de batimento de ondas*. Dissertação de Mestrado. PPGE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

Rocha, R. M. D., & Costa, L. V. (2005). Ascidians (Urochordata: Ascidiacea) from Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 95(1), 57-64.

Skinner, L. F., Oliveira, G. C. M., Barboza, D. F., Tenório, A. A., & Soares, D. C. (2013). First record of the Ascidiacea *Rhodosoma turcicum* in the south-west Atlantic Ocean. *Marine Biodiversity Records*, 6, e37.

Silva, P.J.A. (2004). *Onze anos de produção pesqueira na região de Arraial do Cabo – RJ*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. 87 p.

Tesfamichael, D.; Pitcher, T. J. & Pauly, D. (2014). Assessing changes in fisheries using fishers' knowledge to generate long time series of catch rates: a case study from the Red Sea. *Ecology and Society* 19(1): 18.

Tunala, L.P. 2016. *Efeitos da sedimentação na performance fotossintética do coral recifal Siderastrea stellata verrii 1868: novas ferramentas na avaliação do status de ambientes coralíneos*. Dissertação de Mestrado.

Valentin, J. L. (2001). The CaboFrio upwelling system, Brazil. In: Seeliger, U. & Kjerfve, B. (Eds.). *Coastal marine ecosystems of Latin America*. Berlin, Springer, 97–105 pp.



## Endereço profissional dos autores:

### **Alana dos Santos Leitão**

UFRJ/NUPEM - Laboratório de Invertebrados – LABIN e  
Grupo de Sistemática e Ecologia de Organismos Bentônicos – SIEOB.  
*e-mail: alanaleitao@gmail.com*

### **Alexandre D. Kassuga**

MB/IEAPM – Divisão de Biotecnologia Marinha – BioTecMar  
*e-mail: kassuga@gmail.com*

### **Alfredo Carvalho Filho**

Fish Bizz Limitada.  
*e-mail: alfie@telnet.com.br*

### **André Q. Pádua**

UFRJ/CCS/IB - Laboratório de Biologia de Porifera - LaBiPor  
*e-mail: andreqpada@gmail.com*

### **Áthila Bertoncini**

UNIRIO/CCET/IBIO – Laboratório de Ictiologia Teórica e Aplicada - LICTA  
Instituto Meros do Brasil  
*e-mail: athilapeixe@gmail.com*

### **Bruno Masi**

SSI – Scuba Schools International, Wendelstein, Alemanha.  
*e-mail: masibruno@gmail.com*

### **Carlos Gustavo Werner Ferreira**

MB/IEAPM – Divisão de Biotecnologia Marinha – BioTecMar  
*e-mail: cgustavoferreira@gmail.com*

### **Carlos Eduardo Leite Ferreira**

UFF/IB – Laboratório de Ecologia de Ambientes Recifais - LECAR  
*e-mail: carlosferreira@if.uff.br*

### **Carlos Renato Rezende Ventura**

UFRJ/MN - Laboratório de Echinodermata  
*e-mail: rventura@mn.ufrj.br*

### **Christine Ruta**

UFRJ/NUPEM - Laboratório de Invertebrados – LABIN e Grupo de Sistemática e Ecologia de Organismos Bentônicos – SIEOB.  
*e-mail: christineruta@gmail.com*

### **Daniela Batista**

MB/IEAPM – Divisão de Biotecnologia Marinha - BioTecMar  
*e-mail: danibatista@mn.ufrj.br*

### **David Canabarro Savi**

MB/IEAPM – Departamento de Geologia  
*e-mail: david\_canabarro@yahoo.com.br*

### **Diclé Pupo dos Santos**

Instituto de Botânica – Seção de Ficologia  
*e-mail: dpupoibot@yahoo.com.br*

### **Eduardo C. Meduna Hajdu**

UFRJ/MN - Laboratório Taxonomia de Poríferos - TAXPOR  
*e-mail: eduardo.hajdu@gmail.com*

### **Eliane Gonzalez Rodriguez**

MB/IEAPM- Direção  
*e-mail: eliane.rodriguez@marinha.mil.br*

### **Fernando Moraes**

UFRJ/JB – Laboratório de Algas  
UFRJ/MN - Laboratório de Porifera - LabPor  
*e-mail: fmoraes@mn.ufrj.br*

### **Frederico Tapajós de Souza Tâmega**

FURG/IO-Programa de Pós-Graduação em Oceanologia  
MB/IEAPM – Departamento de Biotecnologia Marinha - BioTecMar  
*e-mail: fredtamega@gmail.com*

### **Flávio da Costa Fernandes**

MB/IEAPM – Departamento de Oceanografia  
*e-mail: flavio@marinha.mil.br*

**Guilherme Muricy**

UFRJ/MN/DI – Laboratório de Porifera

*e-mail: muricy@mn.ufrj.br*

**Gustavo Muniz Dias**

UFABC/CCNH – Grupo de Ecologia Experimental Marinha - Laboratório de Evolução e Diversidade I – LED 1

*e-mail: gmunizdias@gmail.com*

**José Eduardo Arruda Gonçalves**

MB/IEAPM – Divisão de Biotecnologia Marinha – BioTecMar

*e-mail: jose.arrudagoncalves@gmail.com*

**Juliana Alvim**

UFRJ/MN – Laboratório de Malacologia

*e-mail: jujualvimbio@gmail.com*

**Júlio César Monteiro**

MB/IEAPM – Divisão de Biotecnologia Marinha - BioTecMar

*e-mail: juliuscmonteiro@yahoo.com.br*

**Laís F. de Oliveira Lima**

MB/IEAPM – SDSU - Department of Biology

*e-mail: laisfolima@gmail.com*

**Laís Ramalho Canabarro**

UFRJ/MN – Laboratório de Porifera

*e-mail: laiscanabarro@yahoo.com.br*

**Leandro Calado**

IEAPM- Departamento de Oceanografia Física

*e-mail: leandro\_callado@hotmail.com*

**Luciana Altvater**

MB/IEAPM - Departamento de Biotecnologia Marinha – BioTecMar

*e-mail: lual81bio@gmail.com*

**Luciana Vieira Granthom Costa**

MB/IEAPM - Departamento de Biotecnologia Marinha – BioTecMar

*e-mail: lu.granthom@gmail.com*

**Luciana Vicente Resende-Messano**

MB/IEAPM - Departamento de Biotecnologia Marinha – BioTecMar

*e-mail: lvicentebm@gmail.com*

**Maria Cristina Ostrovski de Matos**

UFRJ/CCS/IB - Departamento de Zoologia

*email: ostrovski.ostrovski@gmail.com*

**Marcela Rosa Tavares**

UFRJ/MN - Laboratório de Echinodermata

*e-mail: marcela.rosa.tavares@gmail.com*

**Marcia Abreu de Oliveira Figueiredo**

UFRJ/IB- Laboratório de Algas Calcárias

*e-mail: marciafcreed@gmail.com*

**Marco Antônio Bastos Gomes**

UFRJ/NUPEM - Laboratório de Invertebrados – LABIN e

Grupo de Sistemática e Ecologia de Organismos Bentônicos – SIEOB.

*E-mail: marcoaiabio@gmail.com*

**Maria Soledad Lopéz**

USP – Centro de Biologia Marinha

*e-mail: msolelopez@yahoo.com.ar*

**Mariana Alves Guimaraens**

UEPE – Departamento de Botânica

*e-mail: mguimaraens@hotmail.com*

**Michele Klautau**

UFRJ/CCS/IB - Laboratório de Biologia de Porifera - LaBiPor

*e-mail: mklautau@gmail.com*

**Paula Spotorno-Oliveira**

FURG/IO-Programa de Pós-Graduação em Oceanologia

MB/IEAPM – Departamento de Biotecnologia Marinha - BioTecMar

*e-mail: paula.spotorno@gmail.com*

**Paulo César Paiva**

UFRJ/CCS/IB - Laboratório de Polychaeta

*e-mail: paulo.paiva@gmail.com*

**Paulo Márcio S. Costa**

FIPERJ – Escritório Regional da Costa Verde

*e-mail: pmscosta@yahoo.com*

**Rafael G. Soutelino**

MetOcean Solutions - New Zealand

*e-mail: rsoutelino@gmail.com*

**Ricardo Coutinho**

MB/IEAPM – Departamento de Biotecnologia Marinha - BioTecMar

*e-mail: rcoutinhosa@yahoo.com*

**Roberto Campos Villaça**

UFF/IB/DBM – Laboratório de Macroalgas

*e-mail: roberto.villaca@gmail.com*

**Rômulo Barroso Baptista**

UFBA - Laboratório de anelideos marinhos

*e-mail: barroso.romulo@gmail.com*

**Tarso M. M. Costa**

UAC - Centro de Ecologia, Evolução e Alterações Ambientais/Grupo da Biodiversidade dos Açores

*email: tarsommc@gmail.com*

**Tereza C. G. Silva-Ferreira**

UFRJ/CCS/IB - Departamento de Zoologia

**Vinicius Padula**

UFRJ/MN/DI – Laboratório de Malacologia

*e-mail: viniciuspadula@yahoo.com*

**Yocie Yoneshigue-Valentin**

UFRJ/CCS/IB/DB – Laboratório de Vegetais Inferiores

*e-mail: yocie@biologia.ufr*