



UFRJ



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA MARINHA

Leticia de Araujo Ferraz de Carvalho

**MALACOFAUNA ASSOCIADA AO FUNDO INCONSOLIDADO DA RESERVA
EXTRATIVISTA MARINHA DE ARRAIAL DO CABO.**

Rio de Janeiro

2020

Leticia de Araujo Ferraz de Carvalho

**MALACOFAUNA ASSOCIADA AO FUNDO INCONSOLIDADO DA RESERVA
EXTRATIVISTA MARINHA DE ARRAIAL DO CABO.**

Monografia apresentada ao
Departamento de Biologia
Marinha para a obtenção do
Diploma de Bacharel em
Biologia Marinha – Instituto de
Biologia – UFRJ

Esta monografia foi realizada no
Laboratório de Polychaeta do
Departamento de Zoologia da
Universidade Federal do Rio de Janeiro
(LABPOLY – UFRJ)

Orientador Científico: Gustavo Mattos Silva de Souza

Laboratório de Polychaeta (LABPOLY)
Departamento de Zoologia
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Co orientador Científico: Paulo Cesar de Paiva

Laboratório de Polychaeta (LABPOLY)
Departamento de Zoologia
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Orientador Acadêmico: Vinícius Peruzzi de Oliveira

Departamento de Biologia Marinha
Universidade Federal do Rio de Janeiro

CIP - Catalogação na Publicação

dC331m de Carvalho, Leticia de Araujo Ferraz
Malacofauna associada ao fundo inconsolidado da
Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo /
Leticia de Araujo Ferraz de Carvalho. -- Rio de
Janeiro, 2020.
52 f.

Orientador: Gustavo Mattos.

Coorientador: Paulo César de Paiva.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto
de Biologia, Bacharel em Ciências Biológicas:
Biologia Marinha, 2020.

1. Molusco. 2. Bentos. 3. Ressurgência. 4.
Sedimento Inconsolidado. 5. Arraial do Cabo. I.
Mattos, Gustavo, orient. II. Paiva, Paulo César de,
coorient. III. Título.

Dedico esse trabalho aos meus pais, família, amigos, namorada e orientador que me auxiliaram durante o processo de construção deste trabalho

AGRADECIMENTO

Agradeço ao meu orientador Dr. Gustavo Mattos, e ao meu coorientador Prof. Dr. Paulo Cesar Paiva, por todos os conhecimentos compartilhados, todas as oportunidades criadas, pelos inúmeros conselhos e suporte oferecidos, além da grande amizade que se formou dessa parceria.

A todos que compõem o Laboratório de Polychaeta, Victor, Rodolfo, Antônio, Fox, Natalia, pela ajuda e conselhos dados durante todo esse projeto, e pela amizade e suporte que criamos ao longo dessa jornada.

Ao Dr. Leonardo Souza, por todo apoio e ajuda na identificação dos moluscos, e ao Dr. Mauricio por todo o suporte dado no meu aprendizado na área molecular.

Aos meus amigos Pedro, Rodolfo e Mirian, por toda ajuda nas coletas e triagens.

Aos componentes do Projeto Costão Rochoso, principalmente ao Moyses, Matheus, Pedro e Cadu (Carlos Eduardo) pela grande ajudar nas coletas e pela amizade construída.

Ao Fundo Brasileiro para a Biodiversidade, por ter financiado esse projeto e me dado oportunidade de aprimorar meu desenvolvimento profissional.

Aos profissionais do laboratório UMAA (Unidade Multiusuárias de Análises Ambiental), por todo ensinamento na área de granulometria e apoio nesse aprendizado.

Agradeço a todos meus professores da Biologia Marinha, que me deram conhecimentos e ferramentas para realizar esse trabalho, além de toda ajuda na construção do meu futuro profissional.

A todos os amigos, que direta ou indiretamente participaram da minha formação, o meu muito eterno agradecimento.

Agradeço a minha família, especialmente aos meus pais e irmão, pela paciência, esforço, suporte e incentivo sem igual.

E a Thais, por todos os conselhos, amadurecimento e fortalecimento dados durante esse trabalho, e principalmente, pelo amor compartilhado.

RESUMO

Arraial do Cabo, localizado no norte do Rio de Janeiro, é uma região de grande relevância ecológica abrigando organismos com afinidade tropical e temperada devido aos efeitos da ressurgência local. No entanto, há pouco conhecimento sobre a biodiversidade de invertebrados bentônicos associados ao fundo inconsolidado, como por exemplo do filo Mollusca. O objetivo desse estudo foi fazer um levantamento da malacofauna associada ao sedimento de interface com costões rochosos de Arraial do Cabo – RJ, avaliando os efeitos das variáveis ambientais na sua distribuição. Foram realizadas oito campanhas entre 2017 a 2019, onde foram coletadas cinco amostras em seis locais: três no mar de dentro (região mais abrigada e com menos ação da ressurgência) e três no mar de fora (região exposta e com maior ação da ressurgência). As amostras foram coletadas com um corer de 10 cm de diâmetro (1570 cm³) sendo enterrado a uma profundidade de 20 cm no substrato. Em laboratório foram triadas em microscópio estereoscópio, sendo os moluscos identificados ao menor nível taxonômico possível com bibliografias específicas. Um total de 132 espécimes/35 morfotipos foram encontrados, sendo 110 indivíduos/34 morfotipos no mar de dentro e 22 indivíduos/7 morfotipos no mar de fora, sendo representantes de quatro classes: Gastropoda (dentro 29,54%; fora 11,36%; total 40,90%), Bivalvia (dentro 50%; fora 5,30%; total 55,30%), Polyplacophora (apenas 3,03% no mar de dentro) e Scaphopoda (apenas um representante no mar de dentro). A família mais abundância no estudo foi Olividae, representada pela espécie *Olivella minuta* (Link, 1807), coletada tanto no mar de dentro quanto no de fora. A maior abundância e riqueza de moluscos no mar de dentro está associada a alta heterogeneidade do sedimento da região, composto por pouca seletividade dos grãos, e com alta concentração de carbonato e matéria orgânica. Por outro lado, o sedimento do mar de fora foi mais homogêneo, composto majoritariamente por areia fina e pouca concentração de carbonato e matéria orgânica, que resultou numa baixa diversidade de moluscos. Não foi possível observar o fenômeno da ressurgência, devido principalmente a baixa quantidade de dados da fauna coletada. Muitas espécies encontradas na região apresentarem uma ampla distribuição geográfica e batimétrica, o que sugere problemas taxonômicos. Nesse caso, futuras pesquisas de revisões taxonômicas dos grupos bentônicos são importantes para estudos da biodiversidade de moluscos marinhos costeiros, assim como estudos genéticos.

ABSTRACT

Arraial do Cabo, located in the north of Rio de Janeiro, is a region of great ecological relevance that organisms with tropical and temperate affinity lives, due to the effects of local resurgence. However, there is little knowledge about the biodiversity of benthic invertebrates associated with the unconsolidated fund, such as the phylum Mollusca. The object of this study was to document the malacofauna associated with the sediment interface with rocky shores of Arraial do Cabo – RJ, and understanding the effects of environmental variables on their distribution. Eight campaigns were conducted between 2017 and 2019, where five samples were collected in six locations: three in the inside sea (more sheltered region and with less action of the resurgence) and three in the outside sea (exposed region and with strong action of the resurgence). The samples were collected with a corer of 10 cm in diameter (1570 cm³) and buried at a depth of 20 cm in the substrate. In the laboratory they were separate under stereoscope microscope, and the molluscs were identified at the lowest taxonomic level with specific bibliographies. A total of 132 specimens/35 morphotypes were found, 110 individuals/34 morphotypes in the sea from within and 22 individuals/7 morphotypes in the sea from outside, being representatives of four classes: Gastropoda (in 29.54%; out 11.36%; total 40.90%), Bivalvia (in 50%; out 5.30%; total 55.30%), Polyplacophora (only 3.03% in the inside sea) and Scaphopoda (only one representative in the inside sea). The most abundant family in the study was Olividae, represented by the species *Olivella minuta* (Link, 1807), collected both inside and outside seas. The higher abundance and richness of molluscs in the inside sea is associated with high heterogeneity of the sediment of the region and low selectivity of the grains, and with high concentration of carbonate and organic matter. On the other hand, the sediment of the outside sea was more homogeneous, composed mainly of fine sand and little concentration of carbonate and organic matter, which resulted in a low diversity of molluscs. It was not possible to observe a clear influence of resurgence, mainly due to the low amount of data of the collected fauna. Many species found in the region have a wide geography and bathymetric distribution, suggesting taxonomic problems. In this case, future research of taxonomic reviews of benthic groups is important for studies of the biodiversity of coastal marine molluscs, as well as genetic studies.

LISTA DE SIGLAS

- RESEXMAR: Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo;
- mm: milímetro;
- RJ: Rio de Janeiro;
- cm: centímetro;
- GBIF: Global Biodiversity Information Facility;
- PVC: Policloreto de vinila / *Polyvinyl chloride*;
- m: metro;
- UMAA: Unidade Multiusuária de Análises Ambientais;
- WoRMS: World Register of Marine Species
- ACAS: Águas Centrais do Atlântico Sul

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Abundância da malacofauna de todas as coletas (julho/17 a junho/19) na RESEXMar de Arraial do Cabo – RJ.....	12
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Mapa da Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo no Rio de Janeiro (A). O trapézio amarelo representa os limites da RESEXMar do Arraial do Cabo – RJ e os pontos vermelhos indicam as localidades que esse estudo atuou. Mapa (B) indicando as seis localidades: no mar de dentro sendo Anequim (1), Pedra Vermelha (2), Saco do Gato (3), enquanto que no mar de fora sendo Ilha dos Franceses (4), Sonar (5) e Sometudo (6). Fonte: Google Earth.....6
- Figura 2:** Exemplo do mergulho realizado nesse estudo. Coleta entre a interface do costão rochoso e o sedimento inconsolidado.....7
- Figura 3:** Mergulho (quadros A e B), registros da coleta (quadros C ao F), triagem (quadro G), identificação e realização das pranchas da malacofauna (quadro H).....8
- Figura 4:** Dados das classes de Mollusca encontradas nas coletas (período de julho/17 a junho/19).....13
- Figura 5:** Abundância das famílias de Mollusca encontrados nas coletas no período de julho/17 a junho/19.14
- Figura 6:** Dados das espécies encontradas nas coletas no período de julho/17 a junho/19.15
- Figura 7:** Dados da Abundância das espécies em relação a localidade encontrada no mar de **DENTRO**. Apenas representado espécies que tinham dois ou mais de abundância total no estudo. Considerando espécies com apenas uma ocorrência, sendo espécies raras e não representadas no gráfico.....16
- Figura 8:** Dados de Abundância das espécies em relação a localidade encontrada no mar de **FORA**.....17
- Figura 9:** Dados da Abundância de moluscos durante as oito coletadas realizadas. Lembrando que março não foi possível a coleta no mar de fora por questão de segurança.....18
- Figura 10:** Resultados das análises granulométricas das amostras coletas nas localidades. Em vermelho representa as informações do mar de dentro e em azul, do mar de fora. **A:** Tamanho médio do grão. **B:** Concentração de carbonato. **C:** Concentração de matéria orgânica. **D:** Porcentagem de areia. \pm : Desvio Padrão....28
- Figura 11:** Diagrama de caixa (boxplot) com informações de latitude (A) e profundidade (B) das ocorrências disponíveis no GBIF. A linha azul representa a latitude de Arraial do Cabo. Os dados de profundidade foram limitados de 0 a 200 metros (m), de acordo com os limites da Plataforma Continental.30

LISTA DE PRANCHAS

- Prancha 1:** Bivalves coletados na RESEXMar de Arraial do Cabo. **A:** *Carditamera floridana* Conrad, 1838. **B:** *Crassinella* sp. **C:** *Laevicardium* sp. **D:** *Abra lioica* (Dall, 1881)..... 19
- Prancha 2:** Bivalves coletados na RESEXMar de Arraial do Cabo. **A:** *Semele casali* Doello-Jurado, 1949. **B:** *Eurytellina* sp. **C:** *Tellina* sp. **D:** *Codakia* sp.....20
- Prancha 3:** Bivalves coletados na RESEXMar de Arraial do Cabo. **A:** *Corbula* sp. **B:** *Diplodonta* sp. **C:** *Chionopsis crenata* (Gmelin, 1791). **D:** *Globivenus rígida* (Dillwyn, 1817).....21
- Prancha 4:** Bivalves coletados na RESEXMar de Arraial do Cabo. **A:** *Gouldia cerina* (C.B. Adams, 1841). **B:** *Lirophora paphia* (Linnaeus, 1767). **C:** *Pitar* sp.1. **D:** *Pitar* sp.2.22
- Prancha 5:** Bivalves coletados na RESEXMar de Arraial do Cabo. **A:** *Pitar* sp.3. **B:** *Pitar* sp.4. **C:** *Pitar* sp.5. **D:** *Pitar* sp.6.23
- Prancha 6:** Bivalves coletados na RESEXMar de Arraial do Cabo. **A:** *Pitar* sp.7. **B:** *Tivela* sp. **C:** *Arcopsis adamsi* (Dall, 1886). **D:** Bivalvia 1.24
- Prancha 7:** Gastrópodes encontrados na RESEXMar de Arraial do Cabo. **A:** *Modulus modulus* (Linnaeus, 1758). **B:** *Calyptraea centralis* (Conrad, 1841). **C:** *Tectonatica pusilla* (Say, 1822). **D:** *Decipifus* sp.25
- Prancha 8:** Gastrópodes encontrados na RESEXMar de Arraial do Cabo. **A:** *Phrontis* sp. **B:** *Conus* sp. **C:** *Olivella minuta* (Link, 1807). **D:** *Bulla striata* Bruguière, 1792...26
- Prancha 9:** Gastrópode, Polyplacophora e Scaphopoda encontrados na RESEXMar de Arraial do Cabo. **A:** *Acteocina* sp. **B:** *Schizochiton* sp. **C:** *Paradentalium gouldii* (Dall, 1889).....27

SUMÁRIO

1. Introdução	1
2. Objetivos	4
3. Área de estudo	5
4. Materiais e métodos	8
5. Resultados	11
6. Discussão	31
7. Conclusão	36
8. Referências Bibliográficas	37

1. Introdução

Dentro da extensa biodiversidade presente no ambiente marinho, destacam-se os invertebrados marinhos pertencentes a macrofauna, os quais vivem nos substratos consolidado e inconsolidado. Estudos de fundos não consolidados tem tido um crescimento nos tempos atuais, já que foi formado um maior conhecimento sobre os papéis das variáveis que modificam esse ambiente e sua fauna. Tipo de sedimentação, teor de matéria orgânica e granulometria em geral, são as variáveis mais apontadas como importantes para essa estruturação dessas comunidades bentônicas (Weston, 1988).

Esses organismos que vivem no sedimento mole têm papel importante na ecologia do ecossistema marinho como produtores secundários, filtradores de partículas na água e ingestão de matéria orgânica no sedimento (Snelgrove, 1998). Dentre esses animais, um dos mais diversos e abundantes são os moluscos.

Mollusca é um filo de animais terrestres e aquáticos, com cerca de 80.000 espécies viventes descritas, com a presença de um manto, e geralmente com uma concha servindo de proteção. Predominantemente, são organismos marinhos que vivem associados a costões rochosos ou no sedimento inconsolidado, como areia, cascalho e lama (Brusca & Brusca, 2007; Haszprunar & Wanninger, 2012). Esse filo possui oito classes distintas, em destaque: Gastropoda, Bivalvia, Polyplacophora e Scaphopoda. Essas classes são as mais reportadas de viverem associadas a sedimentos inconsolidado.

Os gastrópodes são organismos compostos, em geral, por uma concha helicoidal, na qual seu corpo fica retraído. Apresentam também, um pé rastejador muscular para escavar e até nadar, e em sua maioria são carnívoros. Já os bivalves são indivíduos compostos por um conjunto de duas valvas, as quais são unidas pelos dentes da charneira e pelos ligamentos elásticos. Apresentam também, um sifão e um pé comprimido, sendo predominantemente suspensívoros. Os poliplacóforos são organismos cobertos por placas de concha em sua região dorsal, envoltos por um manto que forma uma espécie de cinturão espesso ao redor do seu corpo, e com uma rádula bem desenvolvida. E os escafópodes são organismos alongados, também chamados de concha dente de elefante. Essa denominação se dá pelo formato cônico e longo da sua concha, que contém apenas aberturas em ambas extremidades (Brusca & Brusca, 2007).

Os moluscos compõem a vasta diversidade de invertebrados marinhos presente no substrato inconsolidado, e mesmo sendo o segundo filo com mais espécie de animais, seus estudos ainda não são tão abrangentes na interface do costão rochoso com o sedimento. Além disso, grande parte dos trabalhos presentes na comunidade científica, são referentes a regiões temperadas (Soares-Gomes, 2003). Regiões temperadas são residentes de países com mais incentivo a pesquisa e conhecimento biológico, incentivando e aumentando as informações dos mesmos, e assim sendo conhecido mais e mais sua fauna (Soares-Gomes, 2003).

Levantamentos da fauna de molusco no sedimento inconsolidado na costa do Brasil são realizados mais comumente, porém pouco se sabe sobre a fauna de moluscos que vivem em regiões de ressurgência. Exemplos disso são os trabalhos como Absalão et al. (1999), que faz um levantamento da malacofauna do arquipélago de Santana em Macaé, ou em Absalão et al. (2003), com uma lista de novas ocorrências de gastrópodes na Bacia de Campos, Rio de Janeiro.

Na área específica de Arraial do Cabo, estudos sobre a biodiversidade da fauna bentônica foram reportados durante diversos anos. Porém, especificamente sobre a malacofauna, não tem muitos registros. Estudos sobre as algas bentônicas (Guimaraens & Coutinho, 2000; Almeida & Ruta, 2000), equinodermas e crustáceos (Ventura & Fernandes, 1995; Ventura et al, 1997), sobre as comunidades de peixe (Ornellas & Coutinho, 1998; Ferreira et al, 2001; Ferreira et al, 2004), assentamento das larvas de invertebrados (Chasilew, 1998) e sobre a fauna de poliqueta (Almeida & Coutinho, 2003) são feitos com mais regularidade.

Poucos são os estudos de levantamento de moluscos nessa área de estudo em comparação com outras áreas costeiras. Entretanto, existem estudos como o de Soares-Gomes & Fernandes (2005), que apresentou a distribuição de moluscos bivalves na região afetada pela ressurgência costeira local na plataforma continental. Esse estudo, assim como os citados acima, foi feito apenas com a caracterização das espécies sem o registro fotográfico das mesmas, tornando difícil a comparação dos dados de identificação.

Devido ao baixo número de estudos de levantamento e análise das variáveis que interferem a biodiversidade da malacofauna, é possível observar a importância dos mesmos. Sendo eles apresentados com pranchas ilustrativas da fauna encontrada e suas determinadas literaturas usadas. E até mesmo estudos mostrando toda a fauna de invertebrados marinhos encontrada na região, como no estudo de Almeida &

Coutinho (2003), que apresenta tanto a fauna de poliqueta como também de molusco na região estudada.

Com o objetivo de aumentar os conhecimentos da região marinha de Arraial do Cabo, sendo uma área de transição de um clima tropical para temperado, foi realizado o “Projeto Costão Rochoso”, com duração de 2017 até 2020, na RESEXMar de Arraial do Cabo, financiado pelo Fundo Brasileiro para a Biodiversidade. Entre os diversos objetivos desse projeto, esse estudo tem o foco de fazer um levantamento da malacofauna presente na região estudada, visando entender as relações dessa fauna com o sedimento e as condições ambientais, como a presente ressurgência do local.

2. Objetivos

O objetivo geral do presente trabalho foi aumentar o conhecimento sobre a biodiversidade de moluscos presentes no substrato inconsolidado de Arraial do Cabo.

Os objetivos específicos se dividem em:

- Identificar, catalogar e ilustrar os moluscos encontrados através de pranchas com fotos;
- Avaliar a distribuição espacial da malacofauna com base nas variáveis ambientais mensuradas;
- Avaliar os possíveis efeitos da ressurgência na distribuição de moluscos;
- Comparar a distribuição geográfica e batimétrica das espécies encontradas na região com os dados da literatura.

3. Área de estudo

Arraial do Cabo é um município do estado do Rio de Janeiro, da Região dos Lagos. Nessa região foi criada uma Reserva Extrativista Marinha em 1997, com o intuito de assegurar um cinturão pesqueiro da praia de Massambaba (em Pernambuco) até a praia do Pontal (na divisa com Cabo Frio) com uma faixa marinha de três milhas (Brasil, 1997).

Essa região foi escolhida como reserva extrativista levando em consideração os objetivos propostos no decreto s/n de 03 de janeiro de 1997, como o uso racional e a conservação dos recursos naturais, a promoção da pesquisa científica do local, a preservação da pesca artesanal do local, além de ser afetada pelo fenômeno oceanográfico conhecido como ressurgência (Carneiro et al, 2012).

Ressurgência é um fenômeno marinho que se caracteriza como um processo de elevação de águas profundas mais frias, de origem polar, para a superfície, trazendo consigo nutrientes e aumentando a disponibilidade de alimentos presente nela. O que gera uma alta produtividade primária elevando a biomassa de espécies marinhas, elevando a pesca local e a biodiversidade da região (Valentin, 1984).

Arraial do Cabo sofre, especificamente a ressurgência costeira (Valentin, 1984). Esse fenômeno ocorre entre a primavera e o verão, principalmente de setembro até março, quando ocorre um afloramento das Águas Centrais do Atlântico Sul (ACAS), pela ação dos ventos locais e da mudança na orientação da costa (Valentin, 1984). Além disso, essa área é onde se concentra as principais atividades locais, como a pesca e o turismo, com uma maior população ao seu torno, aumentando o impacto e interação humano nos ambientes naturais.

Essa região também é onde ocorre a transição de um clima temperado para um clima tropical, abrigando faunas desses dois climas e ainda mais aumentando a diversidade local. Podendo ser considerado uma região subtropical, Arraial do Cabo apresenta altas variações de temperatura local durante o ano, como no verão, suas águas estarem muito geladas e já no inverno, águas consideradas temperaturas moderadas (Valentin, 1984). Por causa desses motivos, essa área foi escolhida para o estudo.

Foram escolhidos seis pontos de coleta. Três no mar de dentro, região onde a ressurgência tem uma ação com menos força, sendo uma área mais abrigada encontrada dentro da baía de Arraial do Cabo, com uma menor força de hidrodinamismo e uma menor variação de temperatura, se mantendo numa média de

22° C de temperatura (Cordeiro et al, 2015). Já as três no mar de fora são locais onde a ressurgência atua com mais força, tendo uma variação maior de temperatura, em que épocas que a ressurgência atua, as águas podem chegar a ter temperaturas abaixo de 18° C (Cordeiro et al, 2015). E nessas localidades possuem maior hidrodinamismo por conta das constantes entradas de ventos sudoeste (Figura 1).

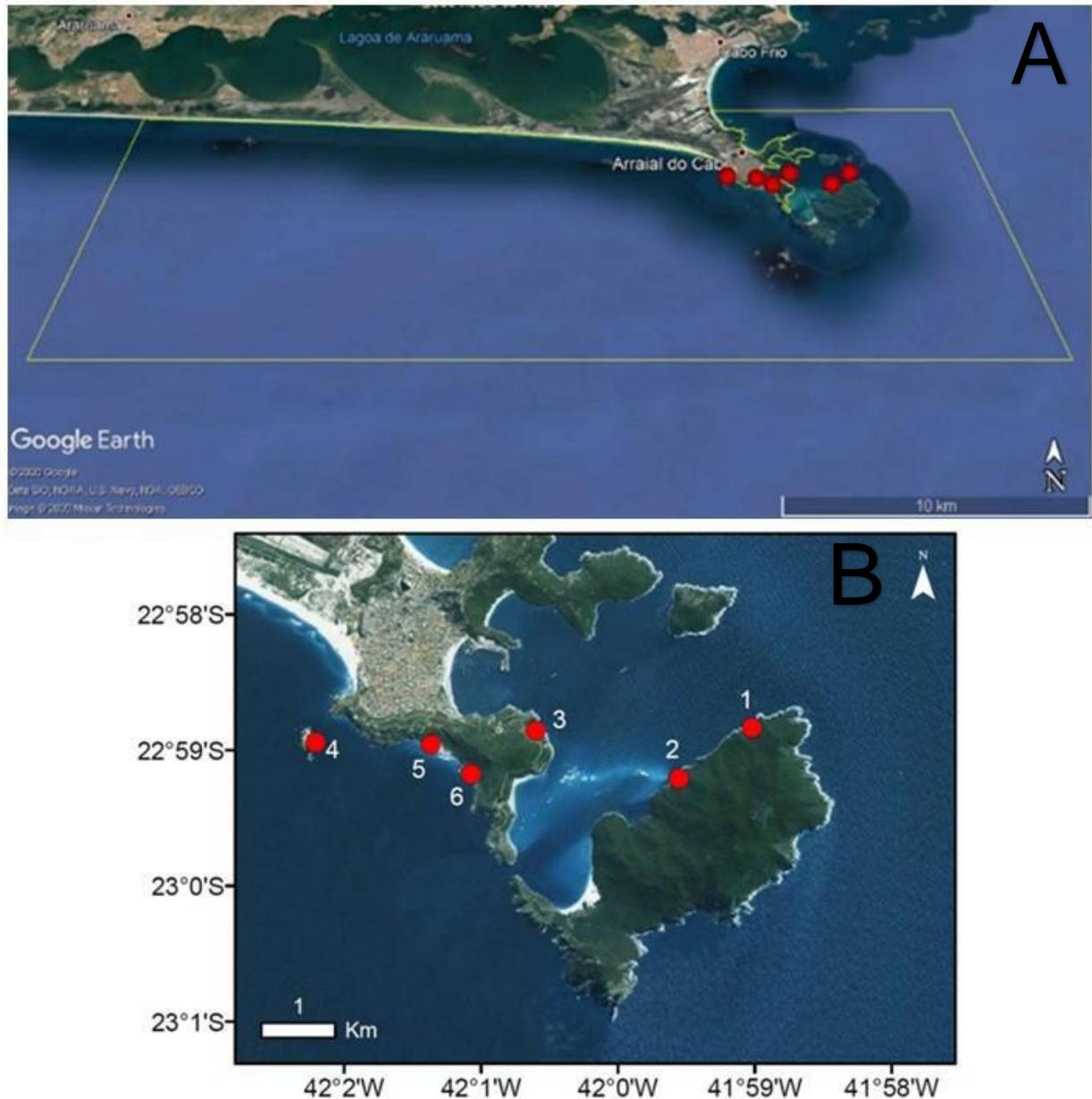


Figura 1: Mapa da Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo no Rio de Janeiro (A). O trapézio amarelo representa os limites da RESEXMar do Arraial do Cabo – RJ e os pontos vermelhos indicam as localidades que esse estudo atuou. Mapa (B) indicando as seis localidades: no mar de dentro sendo Anequim (1), Pedra Vermelha (2), Saco do Gato (3), enquanto que no mar de fora sendo Ilha dos Franceses (4), Sonar (5) e Sometudo (6).

Fonte: Google Earth.

A profundidade foi um fator importante para a escolha das localidades, evitando ser uma variável que interferisse na fauna coletada. Assim cada ponto foi escolhido com a menor diferença de profundidade entre eles, já que sua amplitude de variação é pouca e apenas foram estudados animais que vivem tipicamente em águas rasas. Portanto, a média da batimetria dos pontos foi de oito a doze metros, com apenas um ponto (Ilhas dos Franceses) que excedia essa profundidade, com 20 a 22 metros em todas as épocas que ocorreram as coletas.

As amostras foram coletadas na interface entre o costão rochoso e o sedimento. Ou seja, no decorrer do costão rochoso, os primeiros metros de sedimento inconsolidado foram coletados e analisado sua fauna, mais especificamente a malacofauna.

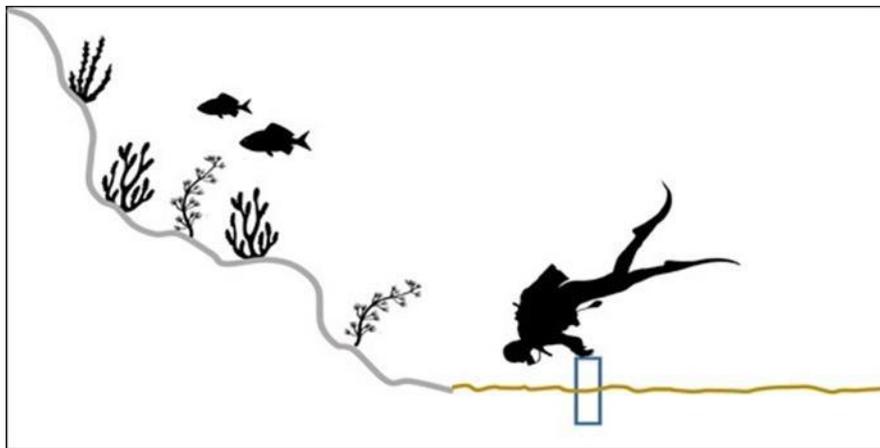


Figura 2: Exemplo do mergulho realizado nesse estudo. Coleta entre a interface do costão rochoso e o sedimento inconsolidado.

4. Materiais e métodos

Foram realizadas oito campanhas de coleta da fauna de invertebrados na região de Arraial do Cabo. Estas, de julho de 2017 e junho de 2019 (julho e outubro de 2017; janeiro, abril, agosto e novembro de 2018; março e junho de 2019). Em cada coleta nas seis localidades, foram adquiridas cinco amostras, sendo esses locais: três no mar de dentro e três no mar de fora, totalizando 30 amostras por campanha. Ao lado de cada amostra biológica, foram coletados amostras para análises granulométricas.

Em uma das campanhas de coleta da fauna, no mês de março de 2019, não foi possível realizar a coleta no mar de fora, pois estava com condições oceanográficas que tornaram a atividade insegura para realizar.

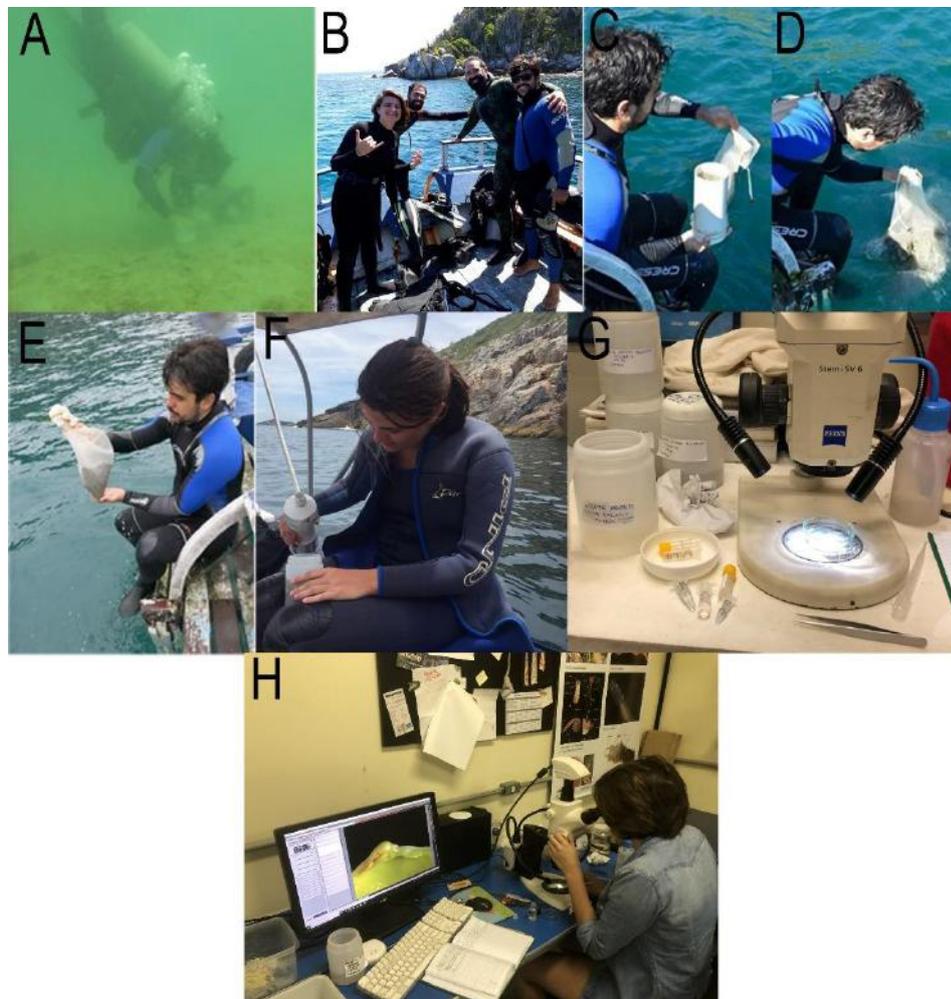


Figura 3: Mergulho (quadros A e B), registros da coleta (quadros C ao F), triagem (quadro G), identificação e realização das pranchas da malacofauna (quadro H).

As amostras foram coletadas com auxílio de um barco para transporte até o local de coleta. Elas foram obtidas realizada através de mergulho autônomo (Figura 2), com

auxílio de um *corer* (amostrador cilíndrico de PVC) de 10 cm de diâmetro (1570 cm³), que foi enterrado a uma profundidade de cerca de 20cm no substrato inconsolidado. As amostras coletadas foram então lavadas por uma malha de 0,5mm para reter a macrofauna, e conservadas em álcool 96% em um frasco para armazenamento e fixação do molusco, sendo devidamente etiquetados. Sendo que apenas foi catalogado moluscos que apresentavam sua parte mole. (Figura 2).

Em laboratório, as amostras foram triadas em microscópio estereoscópio (Figura 2). Os moluscos foram separados e identificados ao menor nível taxonômico possível, com auxílio de bibliografias específicas e especialistas da área. As bibliografias utilizadas nesse estudo foram Rios (1994), Amaral et al (2006), Tallarico et al (2014) e Caetano et al (2008) e o especialista consultado foi o Dr. Leonardo Souza, do Setor de Malacologia do Museu Nacional. A classificação taxonômica das espécies identificadas foi verificada usando a base de dados *World Register of Marine Species* – WoRMS (www.marineespecies.org/).

Após a identificação de todo material, os espécimes foram fotografados utilizando-se microscópios estereoscópios (Figura 2) providos com câmera (LEICA M205 C e LEICA S8APO). Essas imagens foram feitas com as recomendações do Callomon (2019) onde em cada classe foi tirada fotos em diferentes vistas recomendadas. Nos bivalves foram registradas as superfícies internas e externas de uma das valvas, detalhes da charneira e as valvas conjugadas. Já nos gastrópodes e polioplacóforas, a vista apical, basal e dorsal. Por fim, o escafópode foi fotografado em vista lateral e vistas das suas duas extremidades. As fotos foram editadas e organizadas em pranchas, usando o programa *Photoshop CS6 Portable*.

As análises granulométricas das coletas foram realizadas em parceria com a Unidade Multiusuário de Análises Ambientais (UMAA) da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Essas amostras foram analisadas quanto a matéria orgânica total presente, concentração de carbonato e a granulometria. A análise de carbonato foi realizada com o equipamento Estufa DeLeo Balança Bel Mark 214A, usando a metodologia de dissolução ácida (Holme & McIntyre, 1984).

Já a granulometria do sedimento foi analisada pelo método de peneiramento (para grãos maiores e até 2 mm) e de difração do laser (grãos menores que 2 mm) pelo Malvern Hidro 2000MU (Diaz & Ferraz, 2004; Suguio, 1973). Por fim, o conteúdo de matéria orgânica total foi analisada com a Mufla Fornitec Balança Mark 214A, usando a metodologia da calcinação, que é calculado a diferença entre o peso da amostra seco e a calcinada (Heirin & Lemcke, 2001).

Foi retirado informações da base de dados do *Global Biodiversity Information Facility* – GBIF (www.gbif.org/) para todas as espécies que tiveram sua identificação taxonômica mais específica, ou seja, espécimes que foram identificadas até o nível de espécies. Essas informações foram usadas para verificar a distribuição geográfica e batimétrica conhecida para as espécies e correlacionar com os dados obtidos em Arraial do Cabo.

Os dados, do GBIF, foram filtrados e apenas usados, nesse estudo, os que eram oriundos de material preservado em coleções oficiais de museus e que possuíam informação sobre seu local de coleta (latitude e profundidade). Foram excluídos dados de fósseis, dados errados ou digitados incorretamente (como de registros na terra) e mantido apenas as informações consideradas sobre a costa oeste do Oceano Atlântico.

5. Resultados

Ao longo deste estudo foram coletados 132 espécimes de moluscos divididos em 35 morfotipos sendo 110 indivíduos e 34 morfotipos encontrados no mar de dentro (83,3% do total coletado) e 22 indivíduos e 7 morfotipos coletados no mar de fora totalizando 16,6% do total (Tabela 1). Desses foram encontradas 4 classes: Bivalvia, Gastropoda, Polyplacophora e Scaphopoda (Figura 3).

A classe mais abundante foi a Bivalvia, representando 55,30% do total de molusco. Sendo que deste número, mais de 90% dos indivíduos foram encontrados no mar de dentro e o restante (9,58%) no mar de fora. E dessa classe, foram relatadas 24 morfotipos de espécimes, ou seja cerca de 68,57% da diversidade se concentra na classe dos bivalves. Desses números, 23 morfotipos divididos em 11 famílias, foram encontrados no mar de dentro e apenas quatro foram coletados no mar de fora.

Já a classe Gastropoda, foi a segunda mais abundante somando 40,9%. Assim como os bivalves, os gastrópodes foram também mais coletados no mar de dentro com 72,22% dos indivíduos coletados. Reportando igual aos bivalves e as outras classes, possuem uma maior abundância no mar de dentro com 27,77% coletado nessa localidade. Em relação a sua diversidade, foram coletadas nove morfotipos divididos em nove famílias, representando 25,71% da diversidade total do estudo. Destes todos foram encontrados no mar de dentro e apenas três foram relatados nos tanto do mar de dentro quanto no mar de fora.

Polyplacophora foi a terceira classe coletada nesse estudo, representando apenas 3,03% dos espécimes coletados. E todos seus indivíduos foram encontrados no mar de dentro, apenas apresentando um morfotipo desse estudo, *Schizochiton* sp (Prancha 9). Já a classe Scaphopoda, só foi coletado um indivíduo no mar de dentro, da espécie *Paradentalium gouldii* (Prancha 9).

Tabela 1: Abundância da malacofauna de todas as coletas (julho/17 a junho/19) na RESEXMar de Arraial do Cabo – RJ.

Classe	Familia	Nome específico	Ocorrência Dentro	Ocorrência Fora	Total
Bivalvia	Carditidae	<i>Carditamera floridana</i> Conrad, 1838	4	2	6
	Crassatellidae	<i>Crassinella</i> sp.	5	3	8
	Cardiidae	<i>Laevicardium</i> sp.	2	0	2
	Semelidae	<i>Abra lioica</i> (Dall, 1881)	4	0	4
		<i>Semele casali</i> Doello-Jurado, 1949	2	0	2
	Tellinidae	<i>Eurytellina</i> sp.	5	1	6
		<i>Tellina</i> sp.	1	0	1
	Lucinidae	<i>Codakia</i> sp.	7	0	7
	Corbulidae	<i>Corbula</i> sp.	10	0	10
	Ungulinidae	<i>Diplodonta</i> sp.	4	0	4
	Veneridae	<i>Chionopsis crenata</i> (Gmelin, 1791)	1	0	1
		<i>Globivenus rígida</i> (Dillwyn, 1817)	1	0	1
		<i>Gouldia cerina</i> (C.B.Adams, 1841)	2	0	2
		<i>Lirophora paphia</i> (Linnaeus, 1767)	1	0	1
		<i>Pitar</i> sp. 1	1	0	1
		<i>Pitar</i> sp. 2	2	0	2
		<i>Pitar</i> sp. 3	1	0	1
		<i>Pitar</i> sp. 4	6	0	6
		<i>Pitar</i> sp. 5	1	0	1
		<i>Pitar</i> sp. 6	2	0	2
<i>Pitar</i> sp. 7		2	0	2	
	<i>Tivela</i> sp.	1	0	1	
?	Bivalvia 1	1	0	1	
Noetiidae	<i>Arcopsis adamsi</i> (Dall, 1886)	0	1	1	
Gastropoda	Modulidae	<i>Modulus modulus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	1
	Calyptraeidea	<i>Calyptraea centralis</i> (Conrad, 1841)	1	0	1
	Naticidae	<i>Tectonatica pusilla</i> (Say, 1822)	7	4	11
	Columbellidae	<i>Decipifus</i> sp.	1	0	1
	Nassariidae	<i>Phrontis</i> sp.	12	1	13
	Conidae	<i>Conus</i> sp.	1	0	1
	Olividae	<i>Olivella minuta</i> (Link, 1807)	14	10	24
	Bullidae	<i>Bulla striata</i> Bruguière, 1792	1	0	1
Tornatinidae	<i>Acteocina</i> sp.	1	0	1	
Polyplacophora	Schizochitonidae	<i>Schizochiton</i> sp.	4	0	4
Scaphopoda	Dentallidae	<i>Paradentalium gouldii</i> (Dall, 1889)	1	0	1
Total	22	35	110	22	132

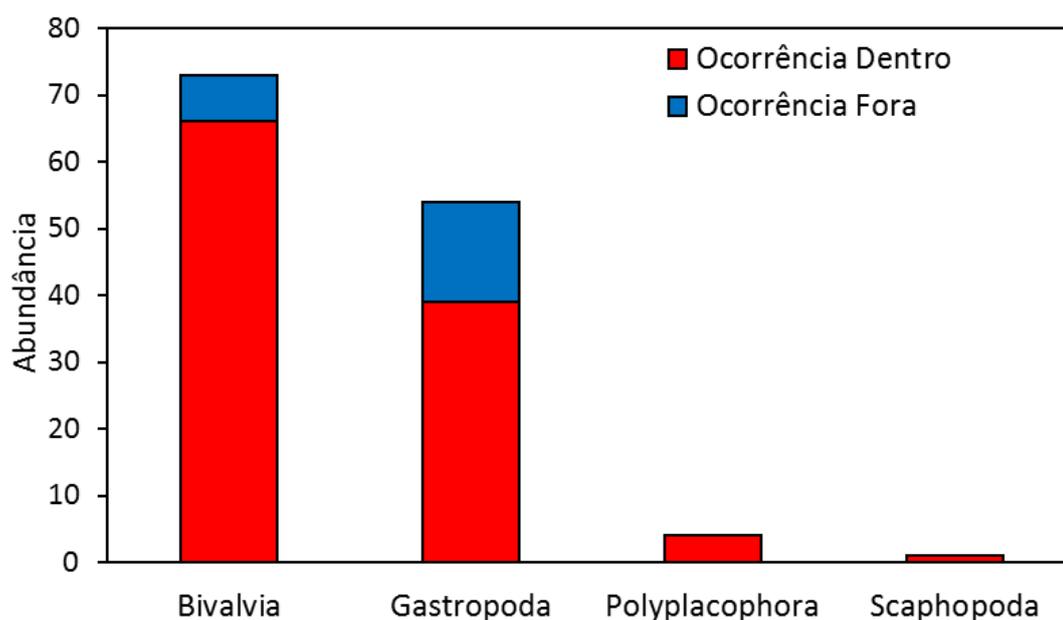


Figura 4: Dados das classes de Mollusca encontradas nas coletas (período de julho/17 a junho/19).

As famílias mais abundantes e frequentes encontradas, foram as pertencentes as famílias Olividae (Gastropoda), Veneridae (Bivalvia), e Nassariidae (Gastropoda) (Figura 4). Elas três juntas representam 43,93% do total das famílias encontradas nesse estudo, mostrando sua dominância às outras.

Famílias como a Naticidae, Corbulidae, Carditidae, Crassatellidae, Tellinidae, Lucinidae, Semelidae, Ungulinidae e Schnochitonidae também foram encontradas, mas com pouca abundância, destacando a Naticidae, Carditidae, Crassatellidae e Tellinidae, que foram reportadas tanto no mar de dentro como de fora. Já as famílias Noetiidae, Modulidae, Columbelloidae, Conidae, Tornatinidae, Calyptraeidae, Bullidae e Dentallidae foram apenas coletadas e reportadas uma vez com um indivíduo, sendo a única que foi coletada no mar de fora foi a Noetiidae.

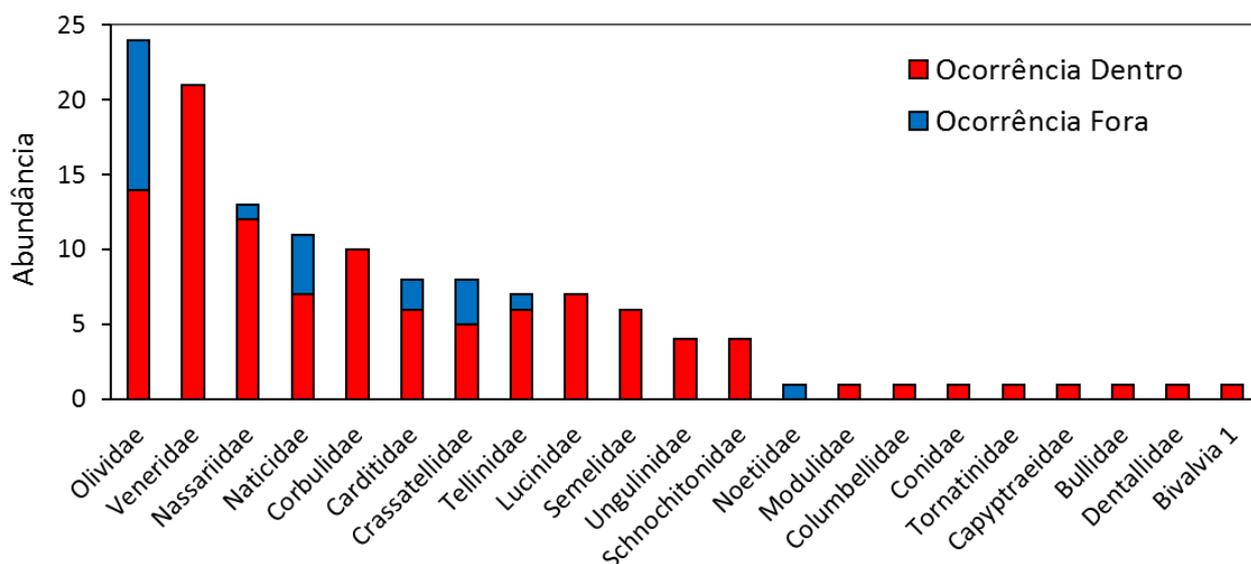


Figura 5: Abundância das famílias de Mollusca encontrados nas coletas no período de julho/17 a junho/19.

A família Olividae (Gastropoda) possui maior abundância (18,18%), porém uma baixa diversidade com apenas a espécie *Olivella minuta* (Prancha 8). Mesmo com somente uma espécie presente nessa região, ela foi coletada tanto no mar de dentro (10,60%), quanto no mar de fora (7,57%) (Figura 5).

A segunda família mais encontrada foi Veneridae (Bivalvia) que possui a maior diversidade com doze espécies reportadas: *Tivela* sp, *Pitar* sp, *Pitar* sp.2, *Pitar* sp.3, *Pitar* sp.4, *Pitar* sp.5, *Pitar* sp.6, *Pitar* sp.7, *Gouldia cerina*, *Globivenus rigida*, *Chionopsis crenata* e *Lirophora paphia*. Sendo que todos os indivíduos dessa família foram coletados no mar de dentro (15,90%). Essas espécies foram registradas nas Pranchas 3, 4, 5 e 6.

Já a terceira família mais abundante foi a Nassariidae (Gastropoda) com 9,84% de dominância com apenas a espécie *Phrontis* sp (Prancha 8), aparecendo nas duas áreas de estudo (mar de dentro com 9,09% de indivíduos e no mar de fora com menos de 1%).

A quarta família mais encontrada foi a Naticidae (Gastropoda), com apenas uma espécie *Tectonatica pusilla* com 8,33% de abundância no presente estudo, sendo 5,3% no mar de dentro e 3,03% no mar de fora (Prancha 7).

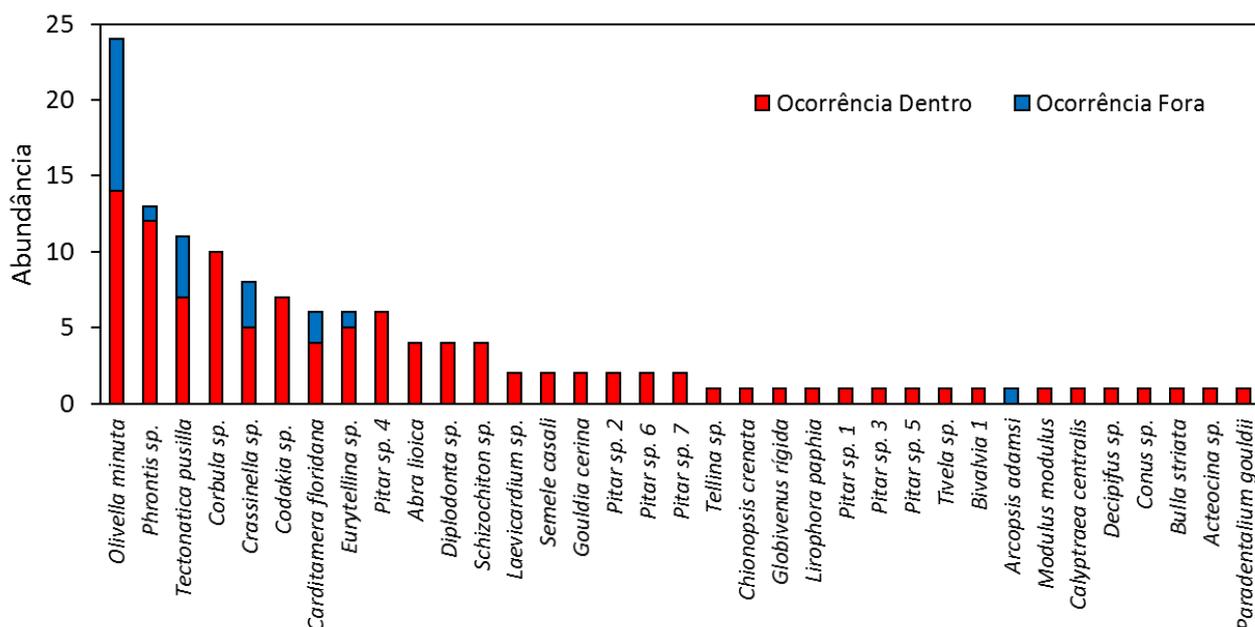


Figura 6: Dados das espécies encontradas nas coletas no período de julho/17 a junho/19.

As espécies reportadas no estudo (Figura 6 e 7) totalizaram 35 morfotipos. Sua abundância se concentra nas espécies *Olivella minuta*, *Phrontis. Sp*, *Tectonatica pusilla* e *Corbula sp.* Elas foram coletadas dez ou mais que dez vezes no estudo. Já as espécies *Crassinella sp.*, *Codakia sp.*, *Carditamera floridana*, *Eurytellina sp.*, *Pitar sp. 4*, *Abra lioica*, *Diplodonta sp.*, e *Schizochiton sp.* foram reportadas com abundância entre quatro a oito indivíduos, no total das coletas.

Já as espécies *Laevicardium sp.*, *Semele casali*, *Gouldia cerina*, *Pitar sp. 2*, *Pitar sp.6* e *Pitar sp. 7* foram coletadas com apenas dois indivíduos, mostrando ser espécies raras neste ambiente. Assim como as espécies que só foram encontradas uma vez durante todas as coletas : *Tellina sp.*, *Chionopsis crenata*, *Globivenus rígida*, *Lirophora paphia*, *Pitar sp. 1*, *Pitar sp. 3*, *Pitar sp. 5*, *Tivela sp.*, *Arcopsis adamsi*, *Modulus modulus*, *Calyptraea centralis*, *Decipifus sp.*, *Conus sp.*, *Bulla striata*, *Acteocina sp.* e *Paradentalium gouldii*.

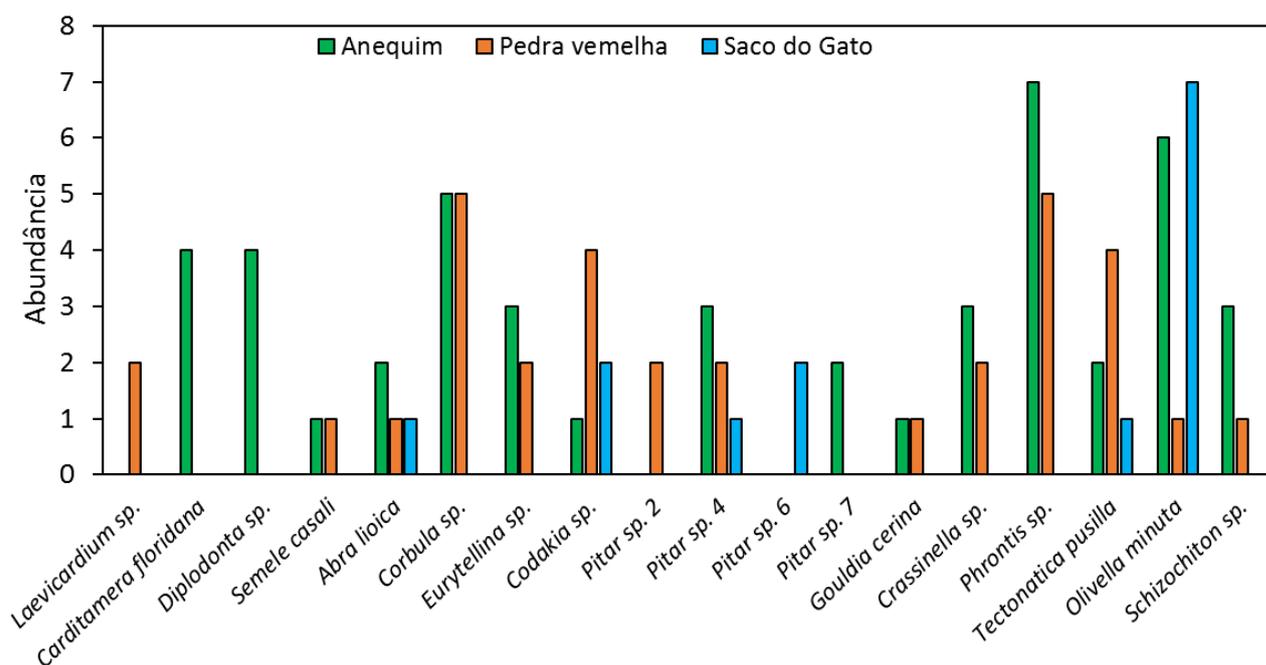


Figura 7: Dados da Abundância das espécies em relação a localidade encontrada no mar de **DENTRO**. Apenas representado espécies que tinham dois ou mais de abundância total no estudo. Considerando espécies com apenas uma ocorrência, sendo espécies raras e não representadas no gráfico.

Abra lioica, *Codakia sp.*, *Pitar sp.4*, *Phrontis sp.* e *Olivella minuta* foram as únicas espécies que foram coletadas e reportadas em todas as três localidades do mar de dentro (Figura 6). A maioria das espécies foram encontradas em pelo menos duas das localidades do mar de dentro. Das 18 representadas na figura 7, 11 tiveram esse comportamento descrito acima. Apenas sete foram coletadas em apenas uma localidade.

Anequim foi a localidade com maior ocorrência de moluscos no mar de dentro, com 15 espécies e representando 40,15% da abundância total de moluscos encontrados no estudo. Já a localidade Pedra Vermelha com 14 espécies relatadas na localidade, e representando 30,30% da totalidade dos indivíduos. Saco do Gato foi o local de coleta do mar de dentro com menos espécies reportadas, sendo apenas seis e com uma dominância de apenas 12,87% de moluscos encontrados. Mesmo assim, obteve uma maior porcentagem em comparada com as localidades do mar de fora (Figura 7).

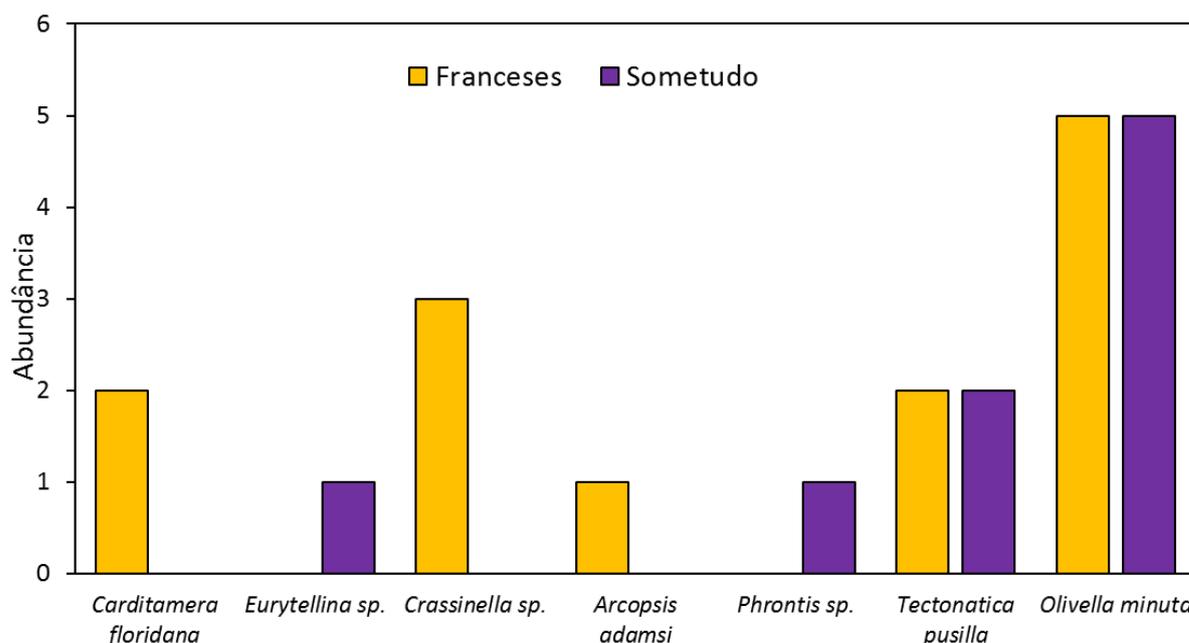


Figura 8: Dados de Abundância das espécies em relação a localidade encontrada no mar de FORA.

Pelas localidades do mar de fora, não foi encontrado moluscos no local Sonar. Já as localidades Franceses e Sometudo, comparada com a totalidade do estudo, foram relatados 13 e 9 indivíduos, respectivamente.

Os indivíduos encontrados nos Franceses representaram 9,84% dos moluscos coletados nesse estudo. Sendo que essa localidade foi a que teve mais abundância do mar de fora, com cinco espécies reportadas: *Carditamera floridana*, *Eurytellina sp.*, *Crassinella sp.*, *Arcopsis adamsi*, *Phrontis sp.*, *Tectonatica pusilla* e *Olivella minuta*. Dessas espécies, a mais abundante foi *Olivella minuta* com cerca de 38,46% da totalidade dessa localidade, que significa cinco indivíduos coletados nessa área.

Já Sometudo representa 6,81% dos animais encontrados no estudo. Dessa porcentagem, apenas apresenta quatro espécies, sendo três gastrópodes (*Phrontis sp.*, *Tectonatica pusilla* e *Olivella minuta*) e um bivalve, *Eurytellina sp.* Assim como os Franceses, sua maior abundância se dá com a espécie *Olivella minuta*, que representa 55,55%, sendo cinco indivíduos do total.

Já em relação as oitos coletas (Figura 8), foi possível analisar a diferença entre os meses que foram realizados nesse estudo. Os meses de ação de ressurgência são de Setembro ate Março e pelos os dados, pode-se observar se os dados obtiveram uma influência dela.

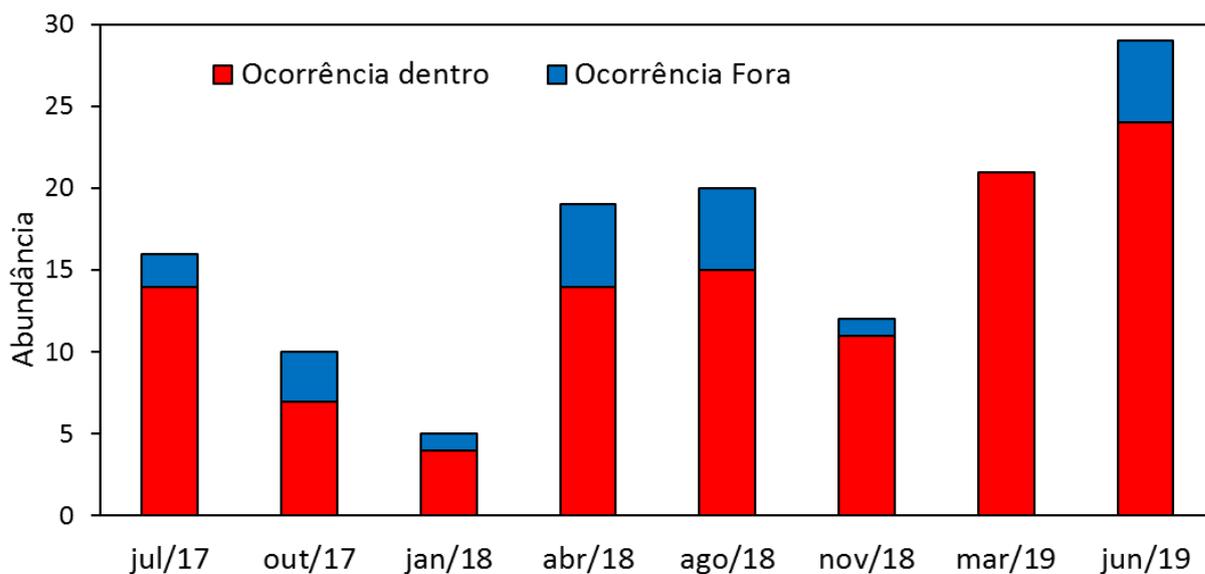
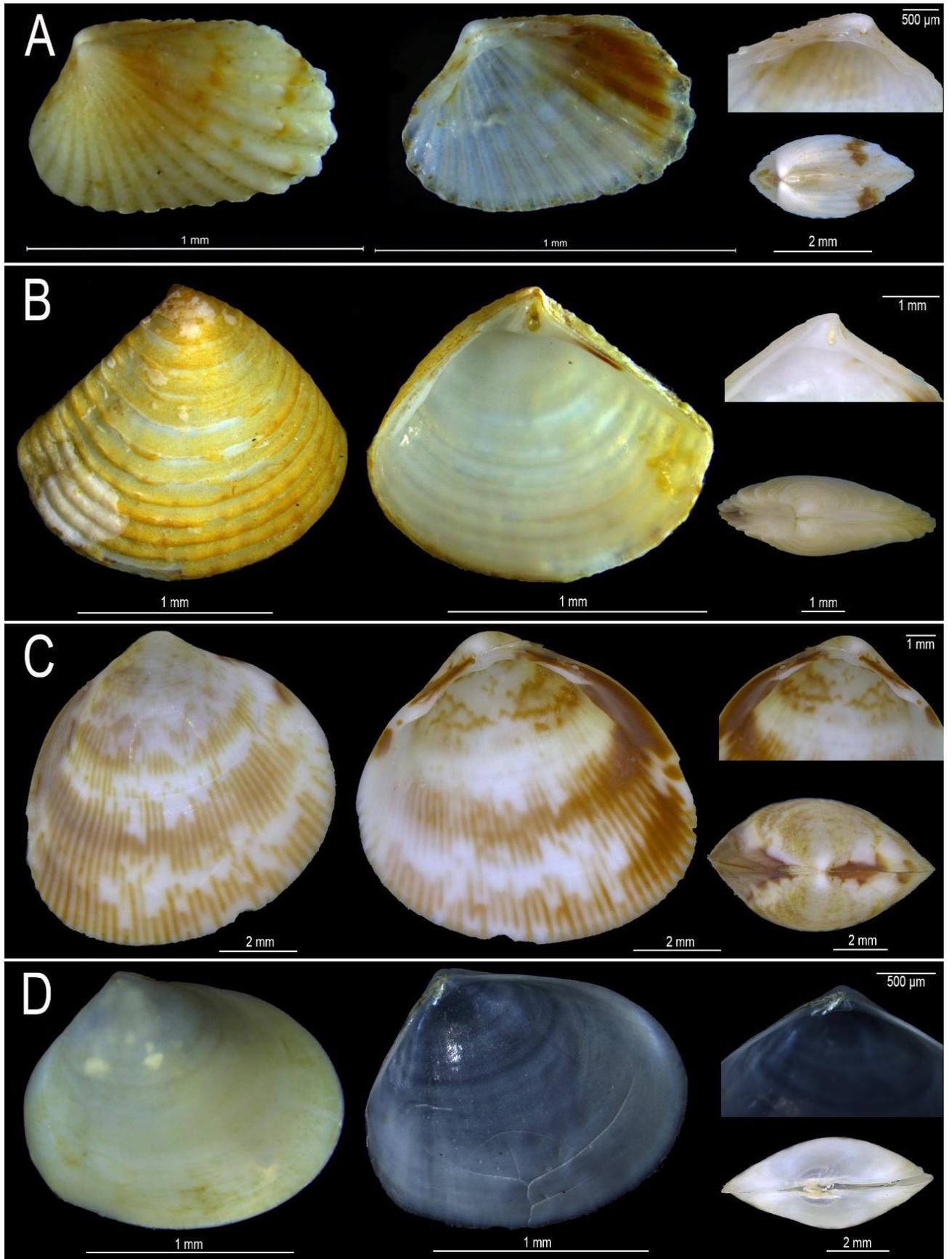
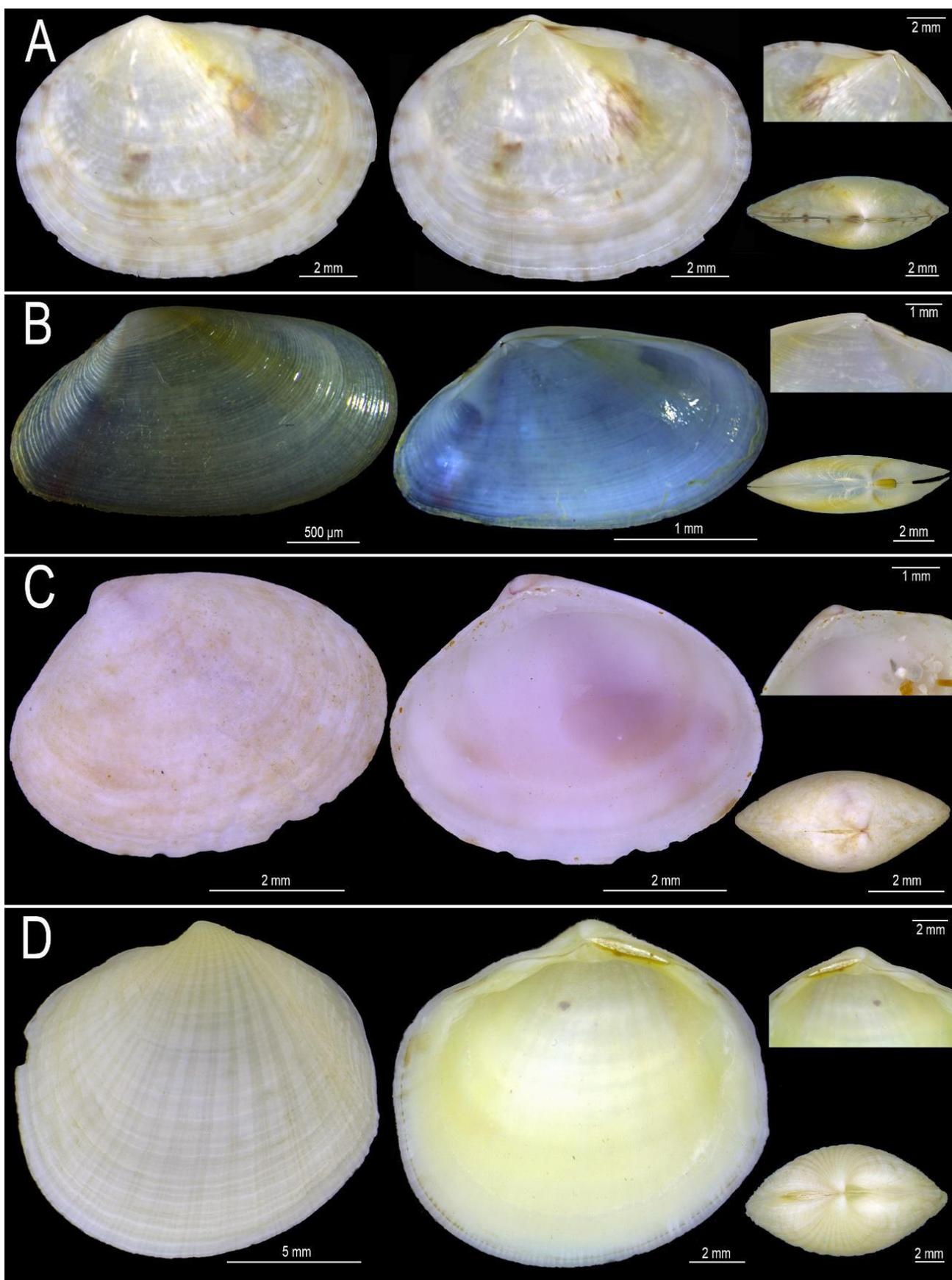


Figura 9: Dados da Abundância de moluscos durante as oito coletas realizadas. Lembrando que março não foi possível a coleta no mar de fora por questão de segurança.

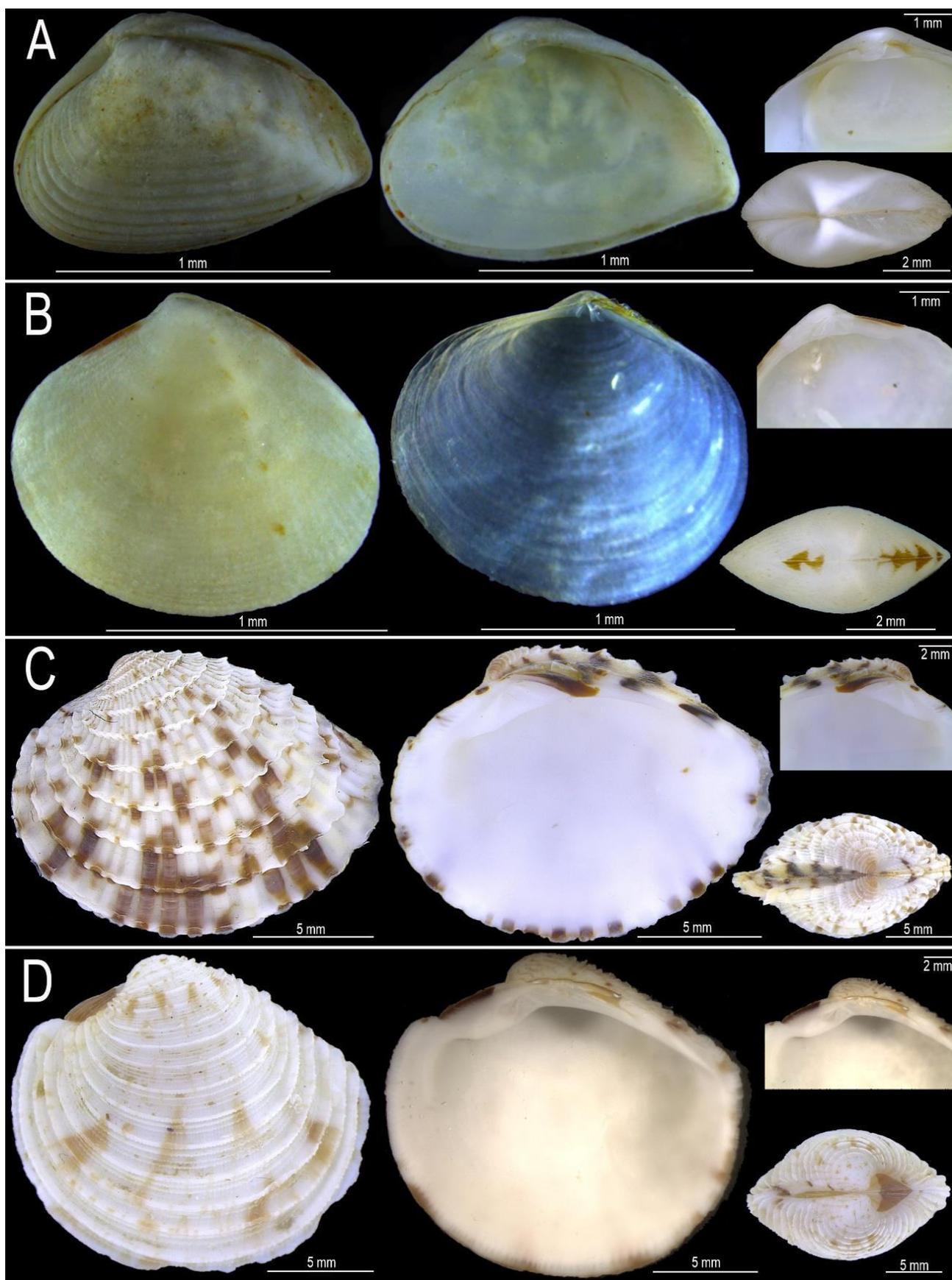
Os meses em que a forte ressurgência já passou, foram os meses com mais ocorrência de moluscos, sendo eles abril de 2018, agosto de 2018 e junho de 2019. E a fauna do mar de fora, tende a aumentar em comparação aos outros meses. Já em meses que a ressurgência atua fortemente, janeiro de 2018 e novembro de 2018, a malacofauna foi reportada sendo em menor número.



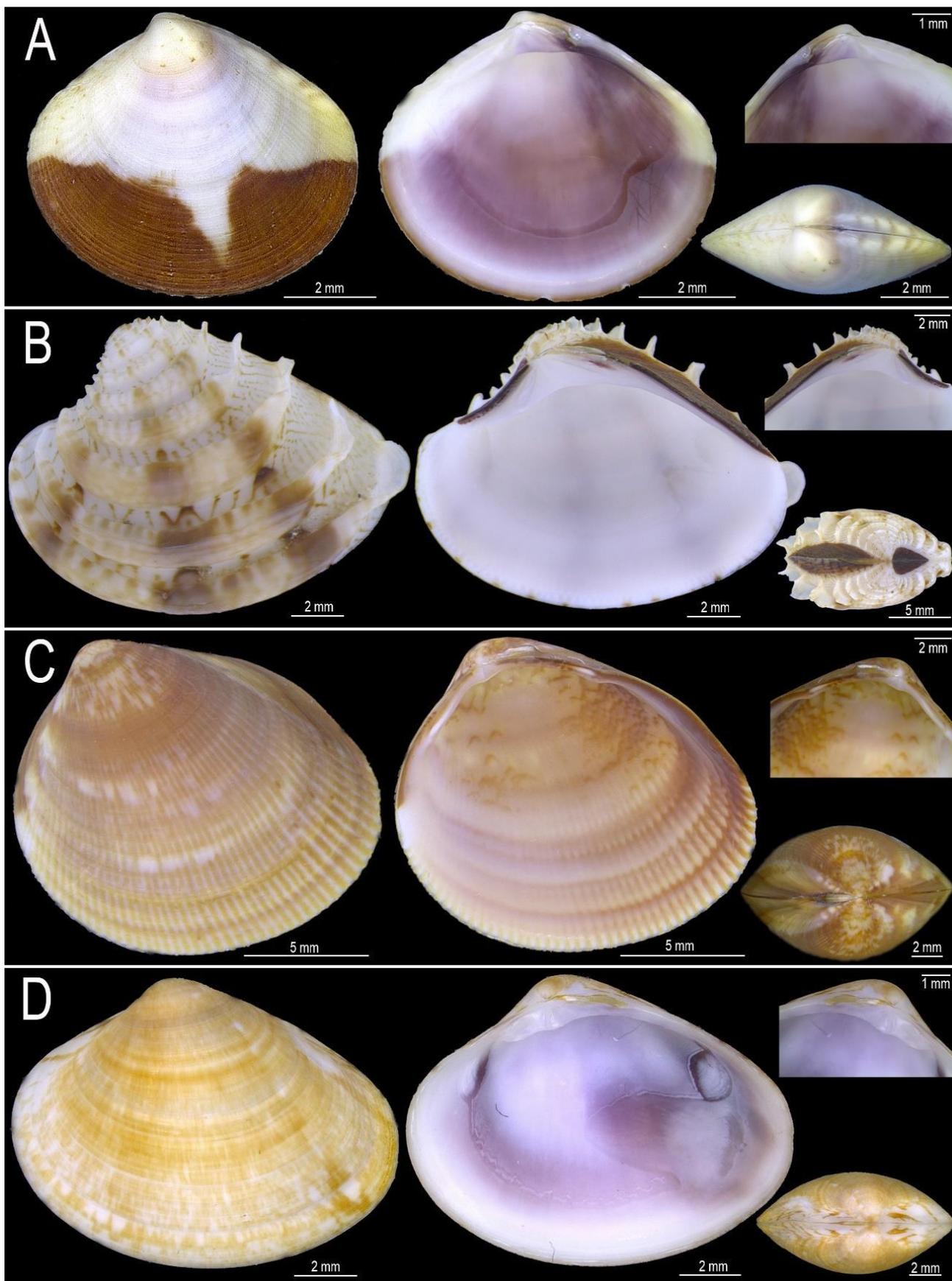
Prancha 1: Bivalves coletados na RESEXMar de Arraial do Cabo. **A:** *Carditamera floridana* Conrad, 1838. **B:** *Crassinella* sp. **C:** *Laevicardium* sp. **D:** *Abra lioica* (Dall, 1881).



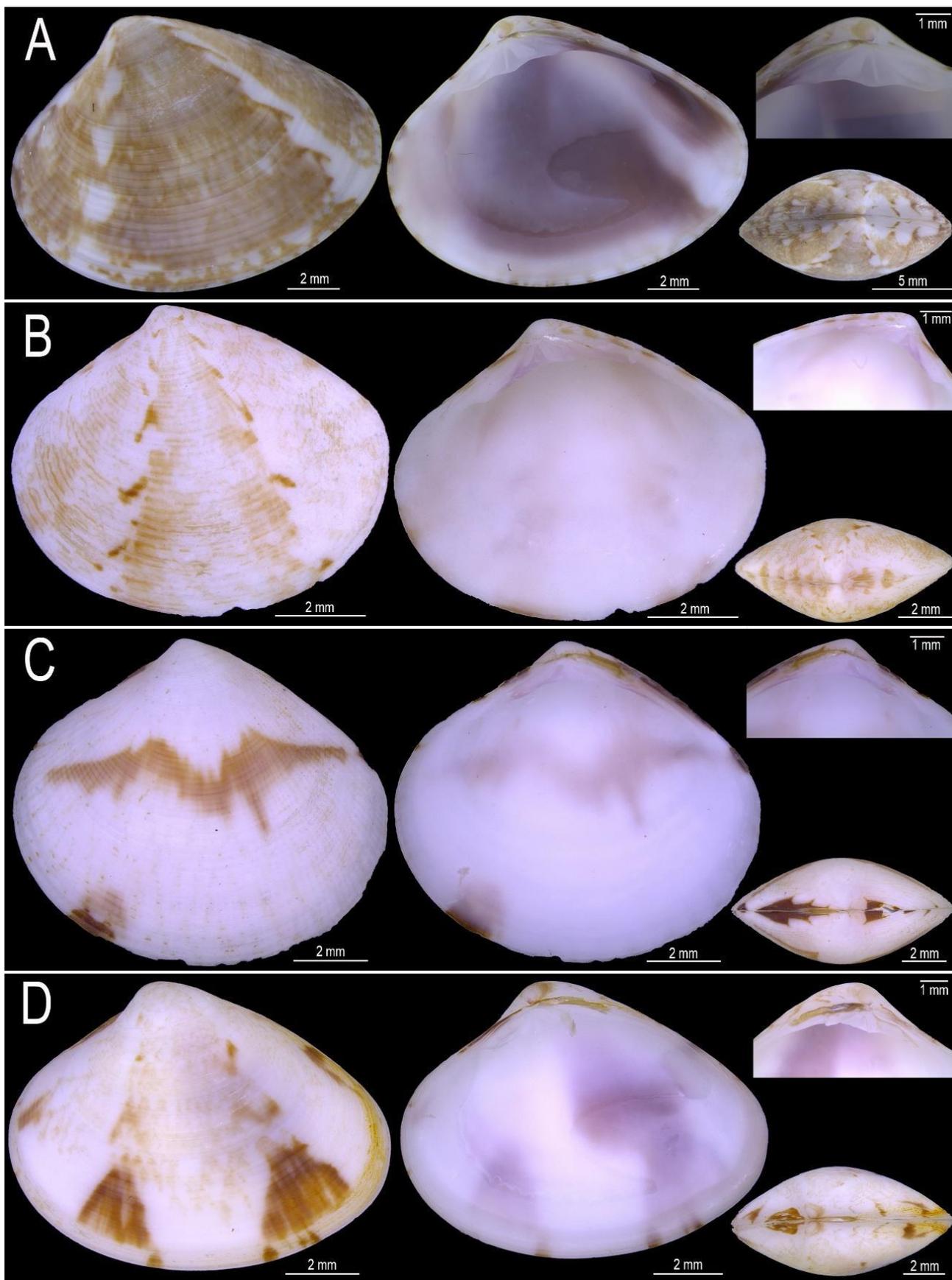
Prancha 2: Bivalves coletados na RESEXMar de Arraial do Cabo. **A:** *Semele casali* Doello-Jurado, 1949. **B:** *Eurytellina* sp. **C:** *Tellina* sp. **D:** *Codakia* sp.



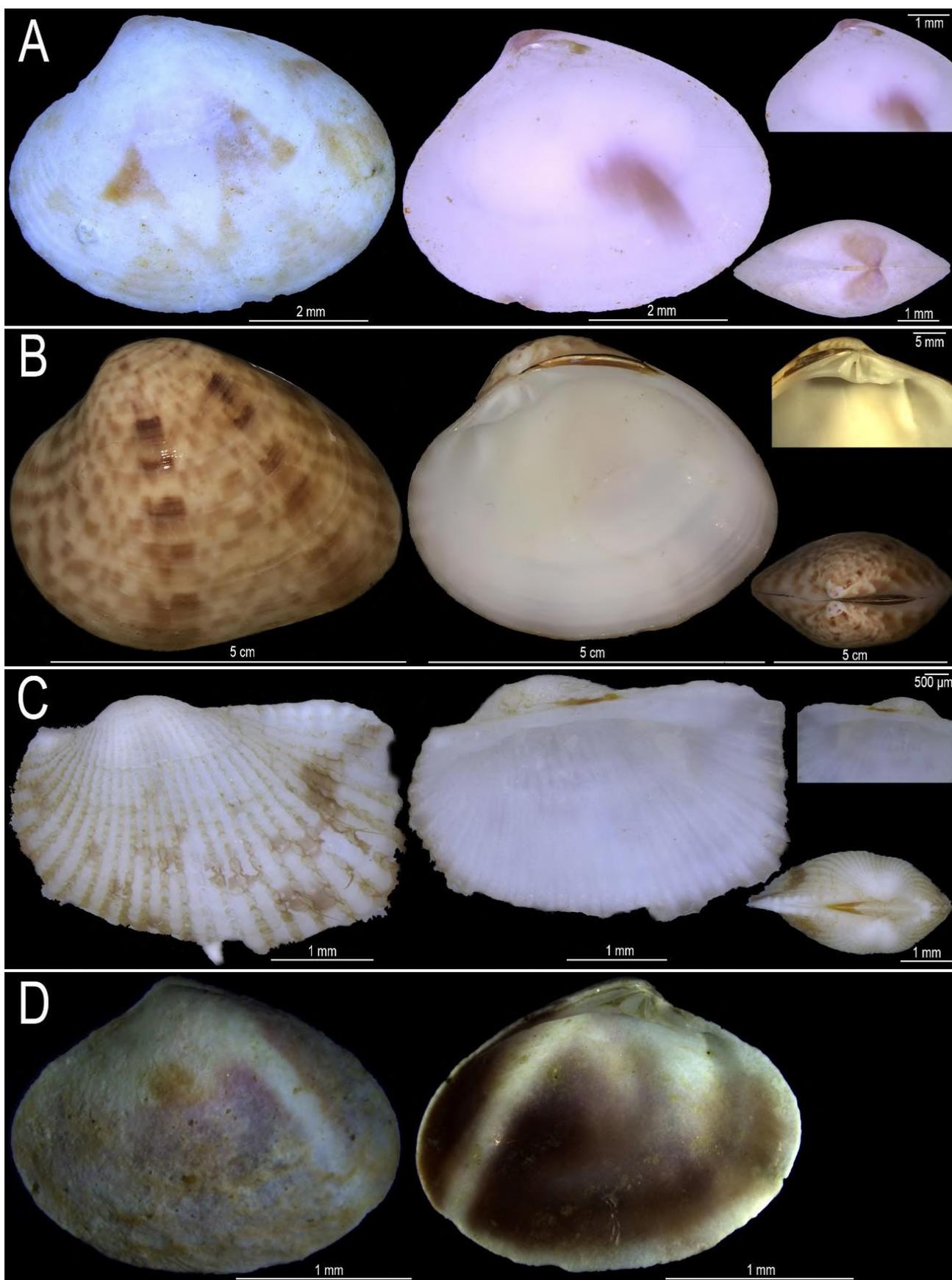
Prancha 3: Bivalves coletados na RESEXMar de Arraial do Cabo. **A:** *Corbula* sp. **B:** *Diplodonta* sp. **C:** *Chionopsis crenata* (Gmelin, 1791). **D:** *Globivenus rigida* (Dillwyn, 1817).



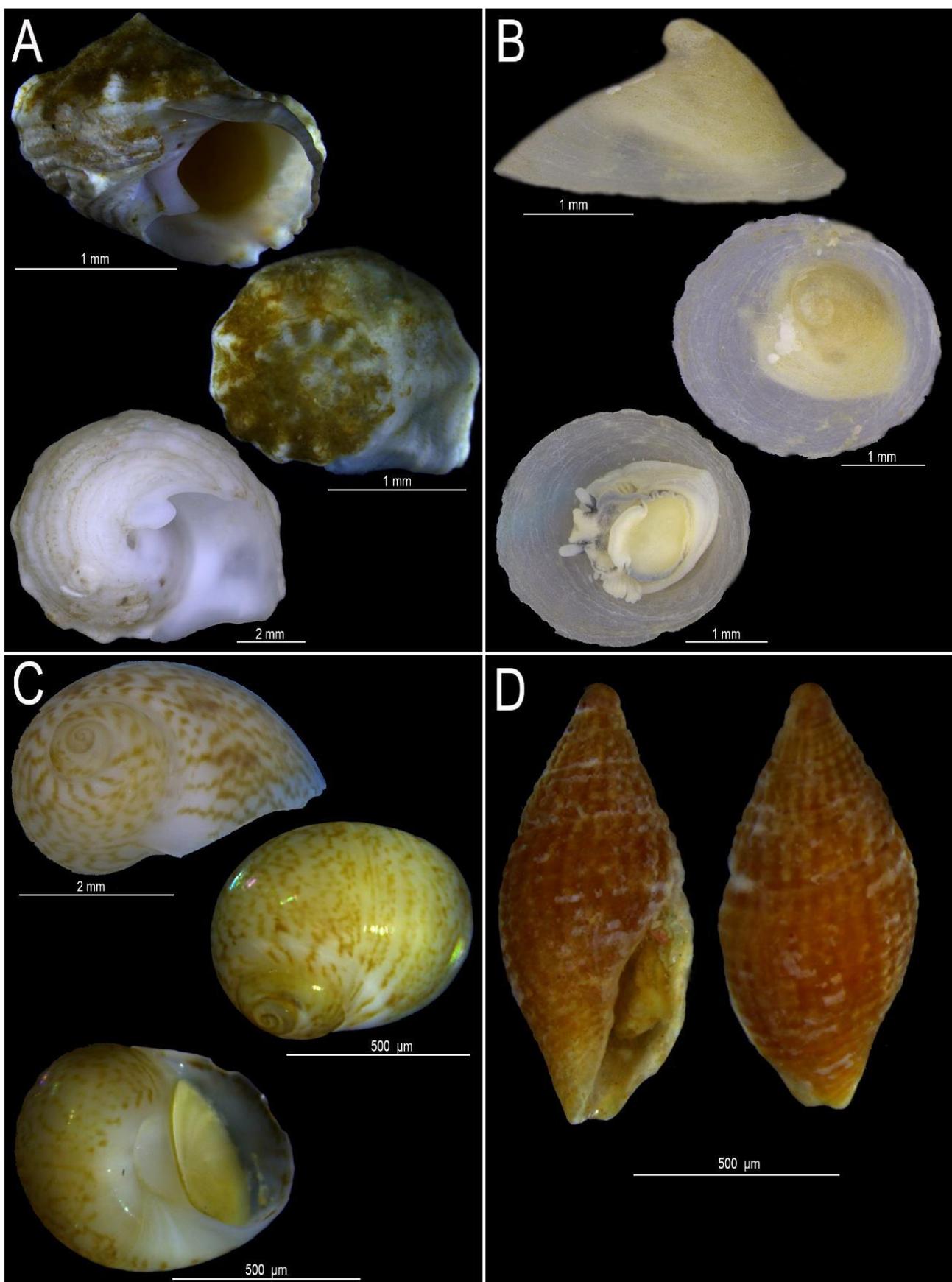
Prancha 4: Bivalves coletados na RESEXMar de Arraial do Cabo. **A:** *Gouldia cerina* (C.B. Adams, 1841). **B:** *Lirophora paphia* (Linnaeus, 1767). **C:** *Pitar* sp.1. **D:** *Pitar* sp.2.



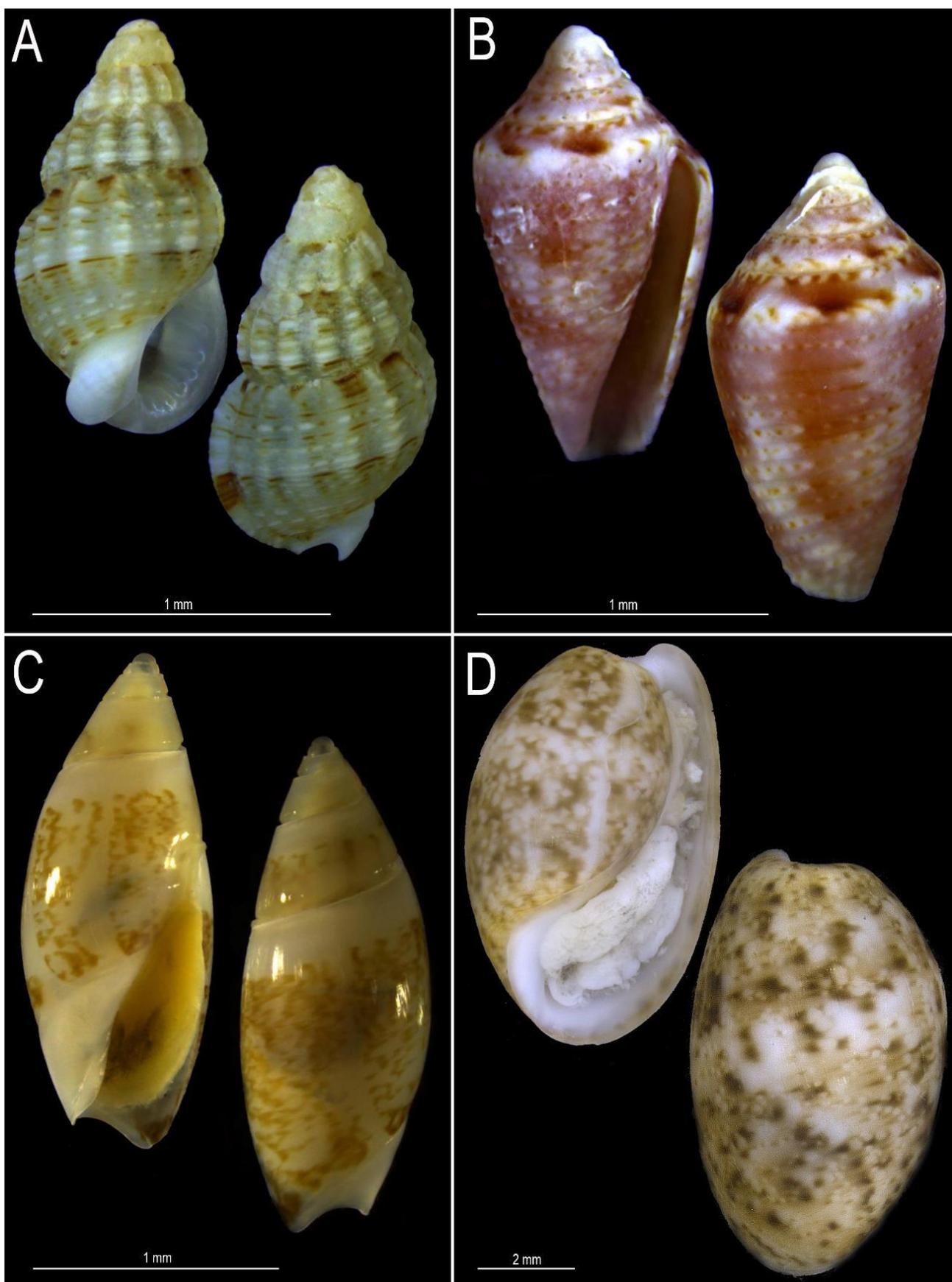
Prancha 5: Bivalves coletados na RESEXMar de Arraial do Cabo. **A:** *Pitar* sp.3. **B:** *Pitar* sp.4.
C: *Pitar* sp.5. **D:** *Pitar* sp.6.



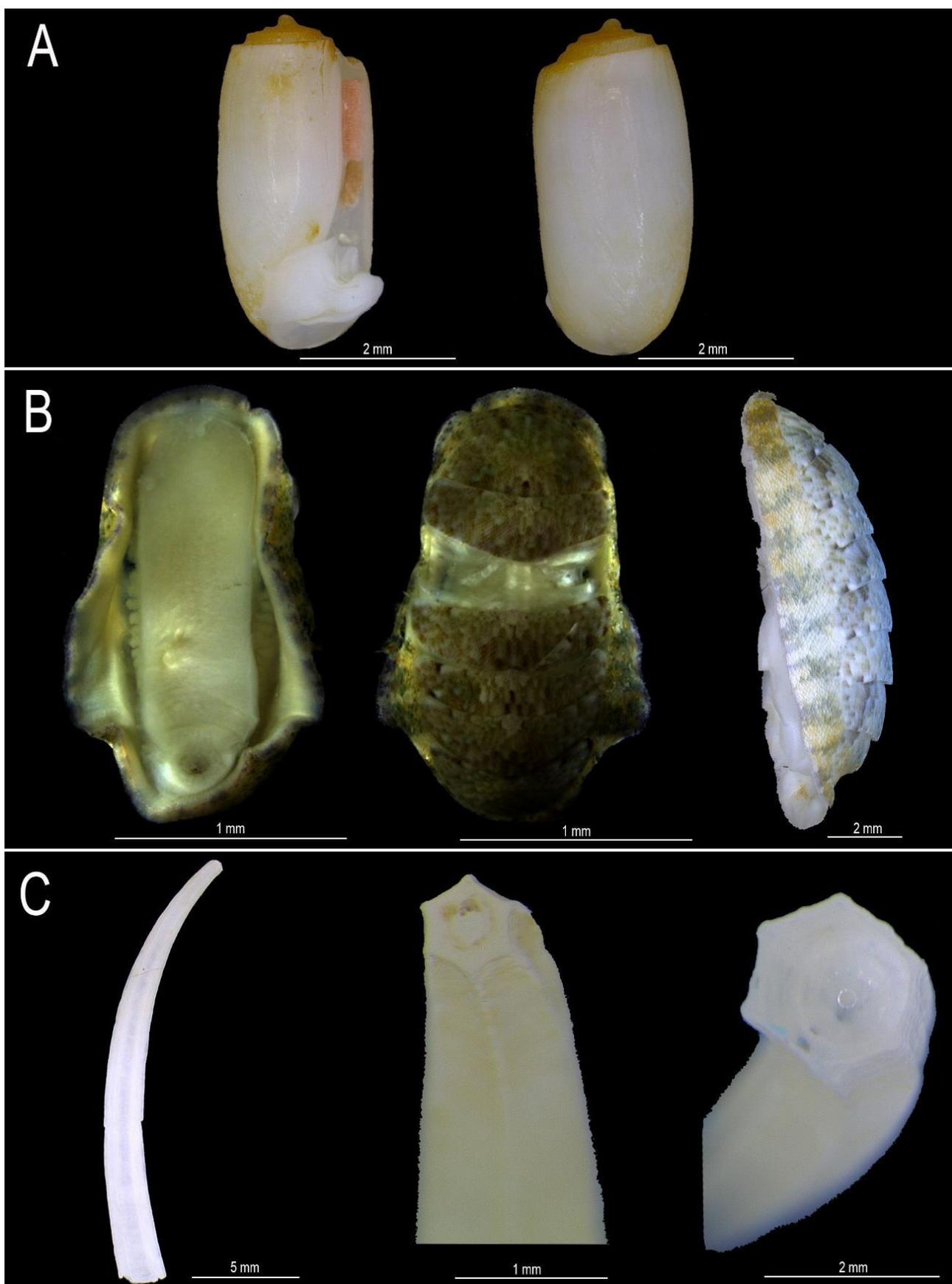
Prancha 6: Bivalves coletados na RESEXMar de Arraial do Cabo. **A:** *Pitar* sp.7. **B:** *Tivela* sp. **C:** *Arcopsis adamsi* (Dall, 1886). **D:** Bivalvia 1.



Prancha 7: Gastrópodes encontrados na RESEXMar de Arraial do Cabo. **A:** *Modulus modulus* (Linnaeus, 1758). **B:** *Calyptraea centralis* (Conrad, 1841). **C:** *Tectonatica pusilla* (Say, 1822). **D:** *Decipifus* sp.



Prancha 8: Gastrópodes encontrados na RESEXMar de Arraial do Cabo. **A:** *Phrontis* sp. **B:** *Conus* sp. **C:** *Olivella minuta* (Link, 1807). **D:** *Bulla striata* Bruguière, 1792.



Prancha 9: Gastrópode, Polyplacophora e Scaphopoda encontrados na RESEXMar de Arraial do Cabo. **A:** *Acteocina* sp. **B:** *Schizochiton* sp. **C:** *Paradentalium gouldii* (Dall, 1889).

Pelas análises granulométricas (Figura 9) é possível observar uma grande variabilidade dos parâmetros sedimentológicos entre as localidades do mar de dentro e de fora. Localidades com um hidrodinamismo menor (pouca ação de ondas e ventos mais fraco) são compostos por grãos maiores e menos seletivos, o que significa ter a presença de vários tamanhos de grão no mesmo ambiente, com uma variação entre grão de areia fina a cascalho muito fino pela escala de Wentworth (1922).

Esses locais apresentam também, maior disponibilidade de porcentagem de matéria orgânica com uma média de 3% nas três localidades do mar de dentro. E também uma porcentagem de carbonato alta, variando de 60 a 95%.

Por sua vez, as localidades do mar de fora que possuem um maior hidrodinamismo, tem um tamanho médio de grão menor e mais selecionado, sendo uma concentração de porcentagem de mais de 80% de grão de areia, chegando até em 100% do sedimento composto de areia na localidade Sonar.

Apresentam pouca quantidade de carbonato no sedimento, com porcentagens de 40% (Franceses), até 5% (Sonar) desse composto disponível. Já a quantidade de material orgânico presente, é baixa, sendo em média de 1,5% nos Franceses, 1% no Sometudo e cerca de 0,5% no Sonar.

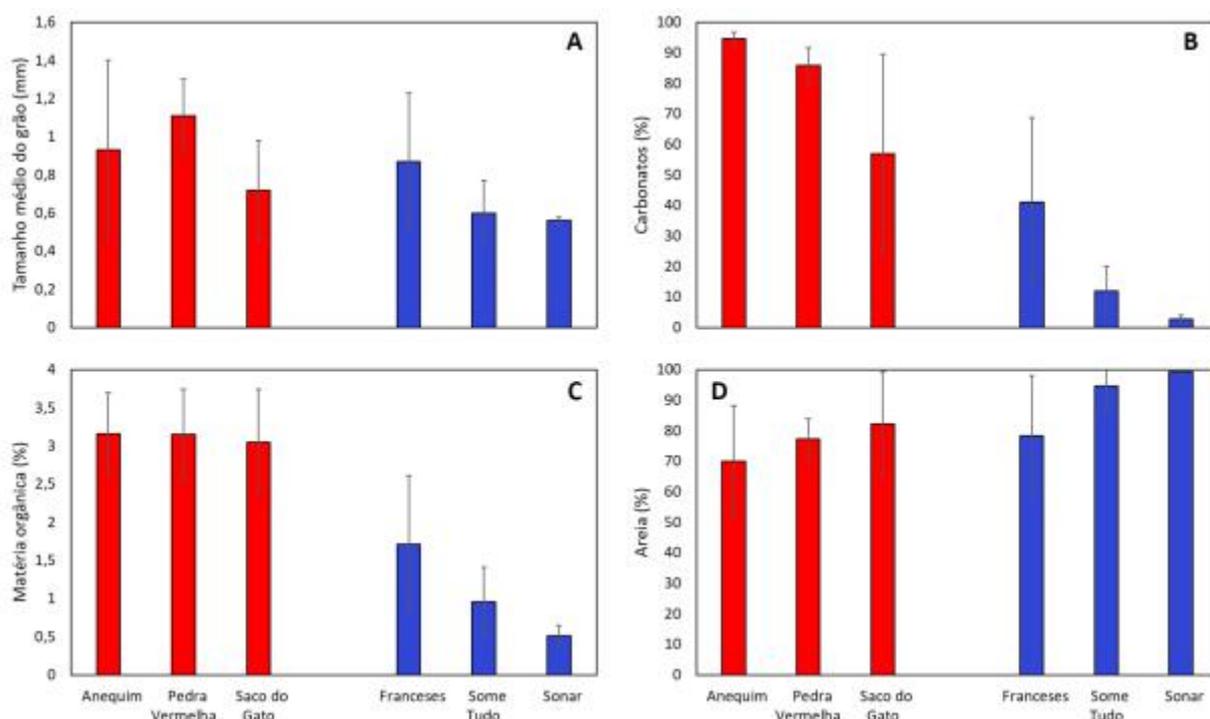


Figura 10: Resultados das análises granulométricas das amostras coletas nas localidades. Em vermelho representa as informações do mar de dentro e em azul, do mar de fora. **A:**

Tamanho médio do grão. **B**: Concentração de carbonato. **C**: Concentração de matéria orgânica. **D**: Porcentagem de areia. \pm : Desvio Padrão.

Os dados coletados no GBIF (Figura 10A) apresentaram que as espécies possuem uma alta amplitude de distribuição geográfica. Todas as 14 espécies analisadas, foram reportadas tanto no hemisfério norte quanto sul, ou seja, tanto em águas tropicais como temperadas. Todas as médias de abundância dessas espécies foram determinadas no hemisfério norte, tendo apenas uma média de espécie localizada no hemisfério sul, a *Semele casali*, sendo apenas reportada em águas temperadas.

Analisando a latitude de Arraial do Cabo (linha azul da figura 10), que é na de 22° de latitude e na interface entre águas tropicais e temperadas, é possível observar que todas as espécies coletadas nesse estudo, já foram reportadas nessa localidade, tirando a espécie *Carditamera floridana*. Essa espécie é majoritariamente encontrada no norte do globo, tendo apenas um relato de coleta na parte sul do mundo, abaixo de 40° S.

Espécies como *Arcopsis adamsi*, *Bulla striata*, *Calyptraea centralis*, *Gouldia cerina*, *Modulus modulus*, *Olivella minuta* e *Tectonatica pusilla* não apresentam tantos relatos de distribuição pelo hemisfério sul, mas ainda são reportadas nesse hemisfério, sendo coletadas apenas em pequenos números. Já espécies como *Abra lioica*, *Chionopsis crenata*, *Fustiaria liodon*, *Lirophora paphia* e *Semele casali* são coletadas comumente nas regiões do sul do planeta, sendo consideradas recorrentes em trabalhos.

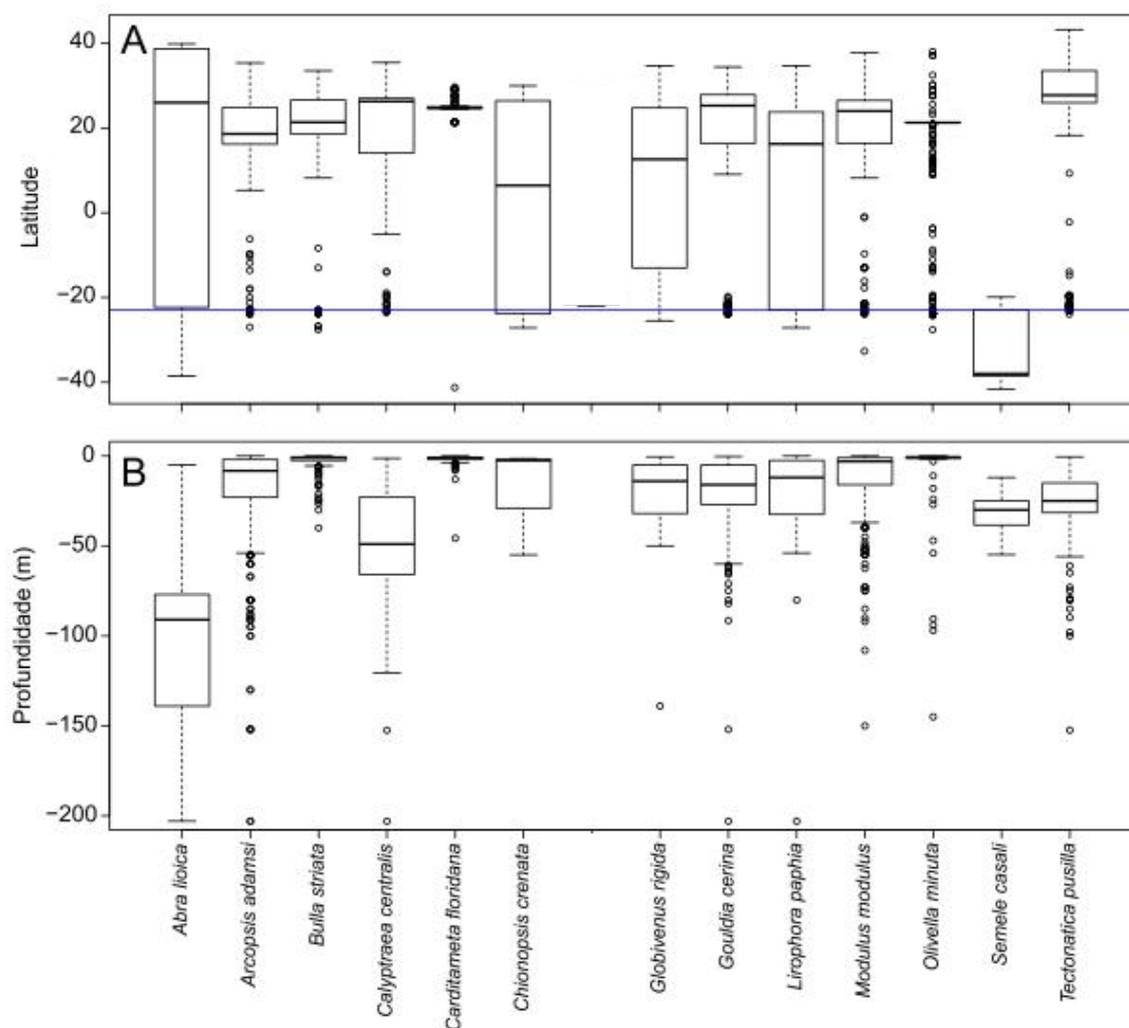


Figura 11: Diagrama de caixa (boxplot) com informações de latitude (A) e profundidade (B) das ocorrências disponíveis no GBIF. A linha azul representa a latitude de Arraijal do Cabo. Os dados de profundidade foram limitados de 0 a 200 metros (m), de acordo com os limites da Plataforma Continental.

Em relação a profundidade (Figura 10B), os dados do GBIF indicam que a maioria dessas espécies coletadas nesse estudo, são espécies de águas rasas ocorrendo principalmente entre 0 a 50 metros. Com exceção de *Abra lioica*, que apresenta uma profundidade média de aparição de 90 m. Alguns registros do GBIF para *Calyptraea centralis*, *Abra lioica* e *Fustiaria liodon* foram relatadas de viverem em altas profundidades, sendo descartados esses dados pois passaram dos limites da Plataforma Continental.

Esses dados eram: *Abra lioica* foi coletada ela entre 690 e 760 metros de profundidade na região de Nova Jersey. Já a *Calyptraea centralis*, foi relatada a 1170 m de batimetria na Península de Yucantan. E a *Fustiaria liodon*, a 1600 metros de profundidade na Bacia de Campos.

6. Discussão

A maior riqueza de espécies e abundância neste trabalho foram coletadas no mar de dentro (Anequim, Pedra Vermelha e Saco do Gato), que são locais onde têm uma maior heterogeneidade no tamanho do seu grão e uma maior disponibilidade de carbonatos e matéria orgânica. É altamente conhecido que a grande diversidade bentônica marinha está relacionada diretamente com a alta heterogeneidade do sedimento em que vive (Etter & Grassle, 1992, Anderson, 2008).

Essa baixa seletividade do sedimento, torna mais fácil animais bentônicos se enterrarem nesse substrato, já que o mesmo não fica compactado, deixando vários caminhos livres para esses animais forragearem. Essa heterogeneidade também favorece o aumento e criação de vários nichos ecológicos, pois abriga diversos tipos de grão, desde mais finas (siltes e argila) até cascalho (Fresi et al, 1983).

No mar de dentro também foi reportado existir maior quantidade de material orgânico disponível. Esse material orgânico, por sua vez, consegue se depositar no sedimento, pois esse local não é afetado com tanta força pelo hidrodinamismo e ondas, pois é uma área abrigada de Arraial do Cabo. Com isso, permite a sedimentação dos grãos mais finos que tem um conteúdo orgânico proporcionalmente maior que os grãos mais grossos (Weston, 1998; Arruda et al, 2003). Essa maior disponibilidade de nutrientes no sedimento amplifica a abundância de moluscos nessas áreas, como visto no estudo, já que usam matérias orgânicas para sua alimentação (Carlson et al, 1997).

A dominância da classe Bivalvia pode ser explicada pelo tipo de alimentação diretamente relacionada com a quantidade de material orgânico. Como visto no trabalho de Arruda et al. (2003), essa classe é considerada suspensívora e depositívora, que são comportamentos de animais vivos desses ambientes com essa sedimentação pouco seletiva e com alta concentração de matéria orgânica.

Amplamente conhecido que animais suspensívoros dominam os sedimentos mais arenosos, de areias médias e grossas (Driscoll & Brandon, 1973). Isso foi visível nesse estudo, pois ambientes com essas características, ou seja, todos do mar de dentro e “Franceses” do mar de fora, foram relatados com a maior abundância e diversidade de moluscos.

Exemplo desse comportamento apresentado acima, seria a família Veneridae (Bivalvia), que foi a segunda família mais reportada. Ela, mesmo com a maior riqueza de espécies registradas, foi apenas coletada no mar de dentro. Mesmo tendo espécies

diferentes entre si, seu comportamento na escolha do habitat, foi o mesmo. As espécies dessa família são bastante relatadas nos estudos da costa brasileira, sendo consideradas com uma distribuição cosmopolita e uma grande representatividade nos estudos de águas rasas (Denadai et al, 2006), dando mais suporte para a grande abundância dessa família nesse projeto.

A quantidade de carbonato no mar de dentro pode ser explicado pela maior cobertura de corais neste local “mais tropical” (Rogers et al 2014). Os corais são animais que utilizam esse carbonato para sua construção corporal. Eles são fontes de carbonatos, que com o passar do tempo, são depositados no sedimento inconsolidado, seja quebrando as estruturas suas pelo desgaste ou até mesmo despreendendo estruturas carbonáticas por outro motivo. Assim esse carbonato se deposita no sedimento e por isso esses ambientes tem uma alta concentração desse composto. Como são considerados “engenheiros dos ambientes”, os corais favorecem a criação de vários nichos ecológicos, favorecendo a diversidade da fauna bentônica e assim a malacofauna. E esse carbonato presente nessas áreas do estudo também são fragmentos de concha de moluscos que também podem ser usados por outros animais (Rogers et al, 2014).

Já nas localidades de fora, como constatado no estudo, são compostas de sedimento mais homogêneas, com exceção dos Franceses, e conseqüentemente apresentou menor abundância e riqueza dos moluscos. Esse sedimento encontrado foi praticamente composto só de areia nas localidades do Sonar e Sometudo. Isso se deu por causa da grande exposição do local para correntes marinhas mais fortes, pois está virado para o mar aberto com recebimento de ondulações, que torna o sedimento bem selecionado. Essas características locais contribuem para grãos finos não se depositarem nessa areia, já que quanto maior hidrodinamismo, maior a seleção de grãos no local (Castro & Huber, 2012).

Essas localidades, Sonar e Sometudo, não tiveram uma grande coleta de moluscos nesse estudo. Outra explicação para ter acontecido isso, é já visto acima que uma baixa disponibilidade de matéria orgânica no local, causa uma menor abundância e riqueza no local (Carlson et al, 1997). Isso mostra, portanto, que esses animais são bastante seletivos na escolha do substrato inconsolidado em que vivem, optando por aquele que melhor os beneficiem (Soares-Gomes et al, 2009).

Já na localidade dos Franceses, não se comportou como os outros locais do mar de fora. Esse resultado pode ser explicado por ser uma ilha, onde os processos de sedimentação e hidrodinamismo possuem características distintas. Essa localidade

se pareceu com os locais do mar de dentro, que podem ser explicados pela sua erosão proporcionar um sedimento mais heterogêneo e por ser uma região mais abrigada pela conformidade da ilha. Essa área específica pode ter sido afetada com a atuação da Companhia Nacional de Álcalis (Pereira, 2014), já que coletavam a água “fria” perto dessa localidade para usar na produção da fábrica, mas necessita de mais estudos sobre os impactos dessa indústria na região de Arraial do Cabo.

Em compensação na localidade Sonar, não foi relatado nenhuma aparição de moluscos em todo o estudo, pois essa localidade é altamente homogênea, composta apenas de areia, dificultando a movimentação e fixação da matéria orgânica no sedimento (Weston, 1998). Essa região é altamente influenciada pelas ondas e correntes, tornando um ambiente pouco favorecido para a ocorrência dos moluscos.

Essa alta diferença entre a abundância e riqueza presente no mar de dentro e no mar de fora, também pode ser influenciada pela ressurgência, já que com esse efeito, afloram diversos nutrientes. Mas esse fenômeno impacta diretamente a produção primária e a biomassa pesqueira, aumentando a abundância de fitoplâncton. (Valentin, 1984; Quintano et al, 2014). Assim, a influência na ressurgência nos animais bentônicos pode ser mais difícil de se ver, pois são produtores secundários e tiveram poucas coletas e dados da fauna. Os dados do estudo apresentaram que a fauna de molusco é afetada diretamente negativamente pela ressurgência, pois em meses que ela atua foi reportado menor abundância de moluscos. E nos meses após a ressurgência, há um crescimento da população de moluscos na região, mas seu fenômeno não foi possível ver com clareza.

Isso pode ter acontecido por diversos casos, como poucas coletas para análise de dados, já que foram apenas coletados oito vezes durante dois anos, dando pouca base para a interpretação adequada dos dados. Uma sugestão de melhoria para esses resultados de estudo coincidirem com a bibliografia local, seria a existência de um cronograma de estudo maior, onde em um ano de projeto teriam 12 coletas, uma em cada mês. Assim poderia ser observada mais diretamente a força da influência da ressurgência, coletando meses com ressurgência ocorrendo diretamente na área de estudo, e meses sem a forte presença da ressurgência (Valentin, 2001).

Já em relação a malacofauna encontrada, foi bastante parecida com os levantamentos já feitos na região (Almeida et al, 2003; Soares-Gomes & Fernandes, 2005). Estudos feitos na mesma região que esse, mostraram que os bivalves também foram os mais coletados. No estudo do Almeida et al (2003), foi coletado 19 morfotipos de animais do filo Mollusca nos bancos de *Sargassum* sp., apenas coletando em dois

ambientes no mar de dentro e semelhantes aos dados desse estudo. Já o estudo de Soares-Gomes & Fernandes (2005), foi realizado na plataforma continental de Cabo Frio, pelas em localidades do mar de fora e apenas coletado indivíduos bivalves. Esse já obteve 44 espécies de bivalves, onde todos os bivalves encontrados no estudo presente, foram encontrados no trabalho citado acima.

No presente estudo, a família Olividae foi a mais abundante durante todos as coletas de moluscos, sendo reportada tanto no mar de dentro quanto no de fora. Esse resultado, entretanto, já era esperado pois essa família tem sua distribuição documentada e reportada mais generalista, sendo em todos os oceanos tropicais, considerados “quentes” (Tursch & Germain, 1985). Além de serem animais detritívoros e carnívoros (Arruda et al, 2003; Teso & Pastorini, 2011), o que torna possível sua sobrevivência tanto em locais com diversos tipos de grãos, como Anequim, como em locais mais homogêneos, como Sometudo. Isso é um diferencial em relação as outras famílias encontradas nesse estudo, aonde a maioria não são encontradas em ambas localidades.

Em relação aos dados da distribuição das espécies, visualmente se vê uma grande amplitude na distribuição geográfica. A maioria das espécies foi relatada com distribuição desde o hemisfério norte até o sul, implicando que essas espécies estão presentes em todos esses locais, desde águas temperada até tropicais. Sabendo que esses animais utilizam a reprodução por meio de larvas planctônicas que tem uma duração de vida curta (Fernandes et al, 2012), com pouca mobilidade e recrutamento instável com muitas variáveis que interferem (Brusca & Brusca, 2007; Lopez & Coutinho, 2008), não é esperado que espécies com essas características possuam distribuição geográficas tão amplas. E os dados do presente estudo dão apoio a essa ideia que as espécies não vivem tanto nas águas temperadas quanto tropicais, já que diferentes espécies foram relatadas vivendo ou no mar de fora ou no mar de dentro.

Esses dados podem ser explicados pela dificuldade de identificar corretamente dos moluscos, seja pela falta de análises moleculares acopladas a estudos de levantamento de fauna, quanto pela falta de trabalhos de revisão das famílias dos moluscos. Essas revisões têm bastante impacto na comunidade científica, pois diminuem os erros taxonômicos de ocorrerem, e deixam os dados cada vez os mais corretos possíveis, como trabalhos Zanol et al (2007), Giribet & Wheeler (2002) e Pimenta & Absalão (2004).

A profundidade do ambiente também interfere na fauna que habita o mesmo, ainda mais em comunidades bentônicas (Weston, 1988). Porém, apesar de ser um fator que

influência na fauna bentônica, nesse estudo essa variável de batimetria não interferiu tanto na malacofauna. Isso pode ter ocorrido já que as profundidades escolhidas para o estudo não foram com uma variância grande entre si. Ou seja, as localidades têm profundidades médias parecidas, e assim a profundidade não atua diretamente na diferença da fauna do mar de dentro comparada ao mar de fora.

Apesar dessas espécies encontradas nesse projeto serem de indivíduos viventes em águas rasas, já foram reportadas de serem coletadas em águas bem profundas. Isso ocorreu ou por erro de digitação, ou erro na identificação dessas espécies, que causa uma interpretação errada dos dados adquiridos nos estudos. Dando mais força para que ocorram estudos de revisão e levantamento de fauna, como o projeto em si.

A presença de pranchas representando todas as espécies encontradas no estudo, são ferramentas necessárias para a identificação, cada vez mais correta, em relação a toda classificação já criada. Registros fotográficos e principalmente materiais das espécies no museu, permitem analisar mais fielmente as espécies coletadas com as espécies mundialmente conhecidas como as mesmas. Para cada classe de moluscos, é necessário observar diversas estruturas corporais específicas (Callomon 2019), e seu objetivo é facilitar a identificação de todos os moluscos, e até mesmo todos os animais. Esse esforço poderá diminuir ainda mais a ocorrência de erros de identificação, que prejudicam e desorganizam o andamento do conhecimento da biodiversidade do local estudado.

7. Conclusão

- O tamanho do grão, a concentração de carbonato e matéria orgânica disponível, foram as variáveis ambientais que mais influenciaram a distribuição espacial dos moluscos no estudo;
- Não foi possível observar o fenômeno da ressurgência afetando diretamente a malacofauna da região, necessitando mais coletas;
- Há necessidade de revisões taxonômicas e análises moleculares da fauna para a melhoria na identificação das espécies do filo Mollusca.

8. Referências Bibliográficas

- Absalão, R. S.; Caetano, C. H. S. & Pimenta, A. D. 2003. Novas ocorrências de gastrópodes e bivalves marinhos no Brasil (Mollusca). *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(2):323-328.
- Absalão, R. S.; Pimenta, A.; Gomes, R. S. & Cecchetti, F. 1999. Associações Malacológicas Dos Substratos Inconsolidado na área de proteção ambiental do Arquipélago de Santana, Macaé, Rio de Janeiro. *Oecologia Brasiliensis*. 7:273–289.
- Almeida, T. C. M.; Brasil, A. C. & Coutinho, R. 2003. Macrobenthic Communities Near Submerged Macroalgal Bed in an Upwelling Region of the Southeastern Brazilian Coast. *Journal of Coastal Research*, SI 39 (Proceedings of the 8th International Coastal Symposium), pp.
- 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*, 67:199–207.
- Amaral, A. C. Z.; Rizzo, A. E. & Arruda, E. P. 2006. *Manual de identificação dos invertebrados marinhos da região sudeste-sul do Brasil*. Editora Universidade de São Paulo, São Paulo. 288 pp.
- Anderson, M. J. 2008. Animal-sediment relationships re-visited: Characterising species' distributions along an environmental gradient using canonical analysis and quantile regression splines. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366: 16-27.
- Arruda, E. P.; Domaneschi, O. & Amaral, A. C. Z. 2003. Mollusc feeding guilds on sandy beaches in São Paulo State, Brasil. *Marine Biology*. 143:691–701.
- Brasil, 1997. Decreto 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*. Brasília, DF, janeiro, 1997. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/1997/dec_03_01_1997_resexmarinhaarraialcabo_rj.pdf (8 de julho de 2020).

- Brusca, R. C. & Brusca, G. J. 2007. *Invertebrados*. 2ª edição. **Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 968 pp.**
- Caetano, C. H. S.; Cardoso, R. S.; Braga, C. M. & Mattos, G. 2008. Marine molluscs from Flexeiras beach, Rio de Janeiro state, southeastern Brazil. *Strombus*, 15:1–7.
- Callomon, P. 2019. *Standard views for imaging mollusk shells*. American Malacological Society. Available at: <http://www.malacological.org/epubs.html> (10 de janeiro de 2020).
- Carlson, J. K.; Randall, T. A. & Mroczka, M. E. 1997. Feeding habits of winter flounder (*Pleuronectes americanus*) in a habitat exposed to anthropogenic disturbance. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* 21, 65-73.
- Carneiro, A. M.; Moraes, E. A & Vieira, L. F. 2012. *Conhecimentos tradicionais da pesca artesanal para a conservação sustentável do mar: Valores Patrimoniais do Espaço Marítimo na Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo RJ*. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- Castro, P. & Huber, M. E. 2012. *Biologia Marinha*. 8ª edição. **AMGH Editora, Porto Alegre, 480 pp.**
- Chasilew, S. 1998. *Colonização, recrutamento e sucessão ecológica de organismos bentônicos sob diferentes densidades de cirripédes*. Dissertação de Mestrado em Biologia Marinha, Universidade Federal Fluminense, 94 pp.
- Cordeiro, C. A. M. M.; Mendes, T.; Harborne, A & Ferreira, C. E. L. 2015. Spatial distribution of nominally herbivorous fishes across environmental gradients on Brazilian rocky reefs. *Journal of Fish Bioiology*.
- Denadai, M. R.; Arruda, E. P.; Domaneschi, O. & Amaral, A. C. Z. 2006. Veneridae (Mollusca, Bivalvia) da costa norte do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 6(3).
- Dias, G. T. M. & Ferraz, C. B. 2004. *SAG - Sistema de Análise Granulométrica. Manual do Usuário*. Publicação interna Departamento de Geologia-Lagemar/UFF. Disponível em: <http://www.posgeo.uff.br/> (11 de junho de 2020).
- Driscoll, E. G. & Brandon, D. E. 1973. Molluscs-sediment relationships in Northwestern Buzzards Bay, Massachusetts, U.S.A. *Malacologia*, 12(1): 13-46.

- Etter, R. & Grassle, J. 1992. Patterns of species diversity in the deep sea as a function of sediment particle size diversity. *Nature*, 360:576–578.
- Fernandes, L. D. A.; Quitanilha, J.; Monteiro-Ribas, W.; Gonzales-Rodriguez, E. & Coutinho, R. 2012. Seasonal and interannual coupling between sea surface temperature, phytoplankton and meroplankton in the subtropical south-western Atlantic Ocean. *Journal of Plankton Research*, 34(3):236–244.
- 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(4):353-369.
- 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(7):1093-1106.
- Fresi, E.; Gambi, M. C.; Focardi, S.; Bargagli, R.; Baldi, F. & Falliacci, L. 1983. Benthic community and sediment types: a structural analysis. *Marine Ecology*, 4(2):101-121.
- Giribet, G. & Wheeler, W. 2002. On bivalve phylogeny: a high-level analysis of the Bivalvia (Mollusca) based on combined morphology and DNA sequence data. *Invertebrate Biology*, 121:271–324.
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF), 2020. Disponível em: <https://www.gbif.org/> (11 de junho de 2020).
- Guimaraens, M. A. & Coutinho, R. 2000. Temporal and spatial variation of *Ulva* spp. and water properties in the Cabo Frio upwelling region of Brazil. *Aquatic Botany*, 66:101–114.
- Haszprunar, G. & Wanninger, A. 2012. Molluscs. *Current Biology*. 22:510–514.
- Heirin O.; Lotter, A. F. & Lemcke, G. 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology* 25:101–110.
- Holme, N. A. & McIntyre A. D. 1984. *Methods for the study of Marine Benthos*, **Blackwell Publishing Company, Oxford, 399 pp.**

- López, M. S. & Coutinho, R. 2008. Acoplamento Plâncton-Bentos: O papel do suprimento larval na estrutura das comunidades bentônicas de costões rochosos. *Oecologia Brasiliensis*. 12(4):575–601.
- 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.
- Pereira, W. L. C. M. 2014. A indústria química de álcalis e o “Projeto Cabo Frio”. *Caderno do Desenvolvimento Fluminense*, 4:42–64.
- Pimenta A. D. & Absalão R. S. 2004. Review of the genera *Eulimastoma* Bartsch, 1916 and *Egila* Dall & Bartsch, 1904 (Mollusca, Gastropoda, Pyramidellidae) from Brazil. *Zoosystema* 26(2):157-173.
- Quintana, C. O.; Bernardino, A. F.; Moraes, P. C.; Valdemarsen, T. & Sumida, P. Y. G. 2014. Effects of coastal upwelling on the structure of macrofaunal communities in SE Brazil. *Journal of Marine Systems*, 143:120–129.
- Rios, E. C. 1994. *Seashells of Brazil*. 2ª edição, **Editora da Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande, 492 pp.**
- 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*, 10:612–624.
- Snelgrove, P. V. 1998. The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments. *Biodiversity & Conservation*, 7(9):1123-1132.
- Soares-Gomes, A.; Pitombo, F. B. & Paiva, P. C. 2009. Bentos de sedimentos não consolidados. pp. 319-337 *In*: R. C. Pereira & A. Soares-Gomes (org.). *Biologia Marinha*. 2ª edição Editora Interciência. Rio de Janeiro. 656pp.
- Soares-Gomes, A. & Fernandes, C. 2005. Spatial distribution of bivalve mollusc assemblages in the upwelling ecosystem of the continental shelf of Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22:73–80.
- Soares-Gomes, A. & Pires-Vanin, A. M. S.; 2003. Padrões de abundância, riqueza e diversidade de moluscos bivalves na plataforma continental ao largo de

- Ubatuba, São Paulo, Brasil: uma comparação metodológica. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(4):717-725.
- Suguo, K. 1973. *Introdução à sedimentologia*. Editora E. Blüncher/EDUSP, São Paulo, 317 pp.
- Tallarico, L. F.; Passos, F. D.; Machado, F. M.; Campos, A.; Recco-Pimentel, S. M & Introíni, G. O. 2014. Bivalves of the São Sebastião Channel, north coast of the São Paulo state, Brazil. *Check List*, 10(1):97-105.
- Teso, V. & Pastorino, G. 2011. A revision of the genus *Olivancillaria* (Mollusca: Olividae) from the southwestern Atlantic. *Zootaxa*, 2889.
- Tursch, B. & Germain, L. 1985. Studies on Olividae. I: A morphometric approach to the *Oliva* problem. *Indo-Malayan zoology*, 2(2):331-352.
- Valentin, J. L. 1984. Analyse des paramètres hydrobiologiques dans la remontée de Cabo Frio (Brésil). *Marine Biology*, 82:259-76.
- Valentin, J. L. 2001. The Cabo Frio upwelling system, Brazil, pp. 97-105. *In*: U. Seeliger & B. Kjerfve (eds) *Coastal marine ecosystem of Latin America*. Springer, Berlin, 311 pp.
- 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.; Falcão, A. P. C.; Santos, J. S. & Fiori, C. S. 1997. Reproductive cycle and feeding in the starfish *Astropecten brasiliensis* in the Cabo Frio upwelling ecosystem (Brazil). *Invertebrate Reproduction and Development, Rehovot*, 31(1-3):135-141.
- Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology* 30:377–392.
- Weston, D.P. 1988. Macrobenthos-sediment relationships on the continental shelf off Cape Hatteras, North Carolina. *Continental Shelf Research*, 8(3): 267-286.
- World Register of Marine Species (WoRMS), 2020. Disponível em: <http://www.marinespecies.org/> (11 de junho de 2020).
- Zanol, J.; Fauchald, K. & Paiva, P. C. 2007. A phylogenetic analysis of the genus *Eunice* (Eunicidae, polychaete, Annelida). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 150:413–434.