

3.2.2.2 COSTÕES ROCHOSOS

3.2.2.2.1 Introdução

Costões rochosos são afloramentos de rochas cristalinas na linha do mar, sujeitos à ação das ondas, correntes e ventos, podendo apresentar diferentes configurações como falésias, matacões e costões amplos e contínuos. Integrantes da zona costeira entremarés, os costões rochosos são ambientes de transição, permanentemente sujeitos a alterações do nível do mar (MILANELLI, 2003; CARVALHAL & BERCHEZ, 2009; MORENO & ROCHA, 2012) (**Figura 3.2.2.2.1-1**).

Ao longo da costa brasileira os costões, de origem vulcânica e estruturados de diversas maneiras, estão distribuídos desde a Baía de São Marcos (MA) até Torres (RS), sendo mais comuns na costa sudeste, devido à proximidade da serra com o Oceano Atlântico. São formados por paredões verticais bastante uniformes, que se estendem muitos metros acima e abaixo da superfície da água, ou por matacões de rocha fragmentada de pequena inclinação (CARVALHAL & BERCHEZ, 2009).

O Estado de São Paulo, que acolhe a segunda maior área brasileira deste ecossistema, sendo que aproximadamente 90% de sua superfície estão em UCs de proteção integral (MMA,2010) (**Quadro 3.2.2.2.1-1**).

Quadro 3.2.2.2.1-1 – Ecossistema costão rochoso (em hectares) presentes no Estado de São Paulo e suas respectivas porções protegidas.

| Costões Rochosos/Estado | SP |
|----------------------------------|--------|
| Área do ecossistema | 37.967 |
| Em UC proteção integral | 29.876 |
| Em UC uso sustentável | 112 |
| Apenas em APA | 3.002 |
| Total dentro de UCs | 32.990 |
| % do ecossistema protegido na UF | 86,9% |

Fonte: Elaborado a partir de MMA (2010).

Segundo Lamparelli *et. al.*, (1998), o Estado de São Paulo comporta 288 costões ou trechos de costões com extensão total não linear de 437 Km. Deste total, 75% dos costões ocorrem no litoral norte, o que estabelece esta região como essencialmente rochosa.

A ARIE SS tem aproximadamente 17 km lineares de costa, integrando seus 3 setores. Sua localização e geomorfologia estão detalhados no tópico Meio Físico do presente Diagnóstico. É, portanto, uma porção de costa essencialmente rochosa, com predomínio absoluto do ecossistema costão rochoso na zona entremarés, tendo na sua retro área os polígonos de floresta ombrófila densa. Os 3 segmentos de costões são, de norte a sul:

- Costão entre a praia de Guaecá e a Praia de Toque-Toque Grande – 7 km lineares
- Costão entre a Praia Grande e a Praia de Barequeçaba – 2,8 km lineares
- Costão entre a Praia de Maresias e a Praia de Boiçucanga –7 km lineares

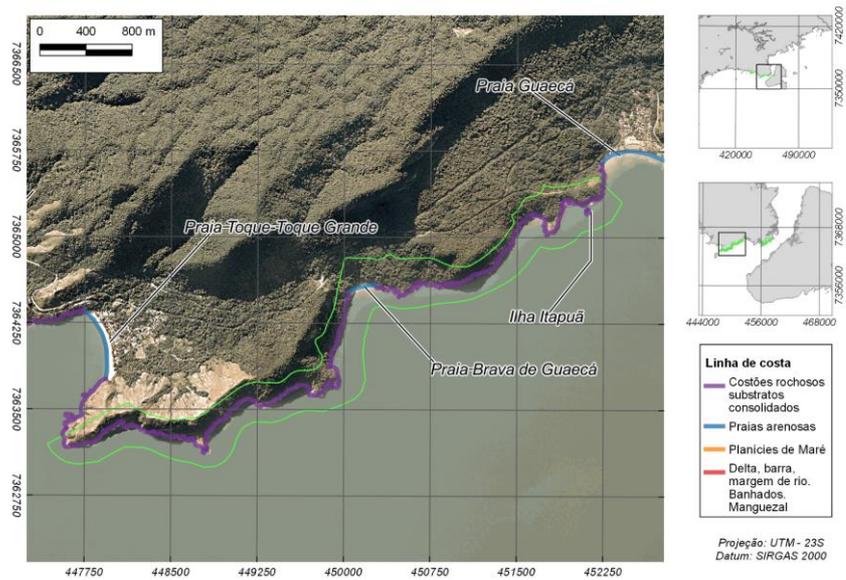
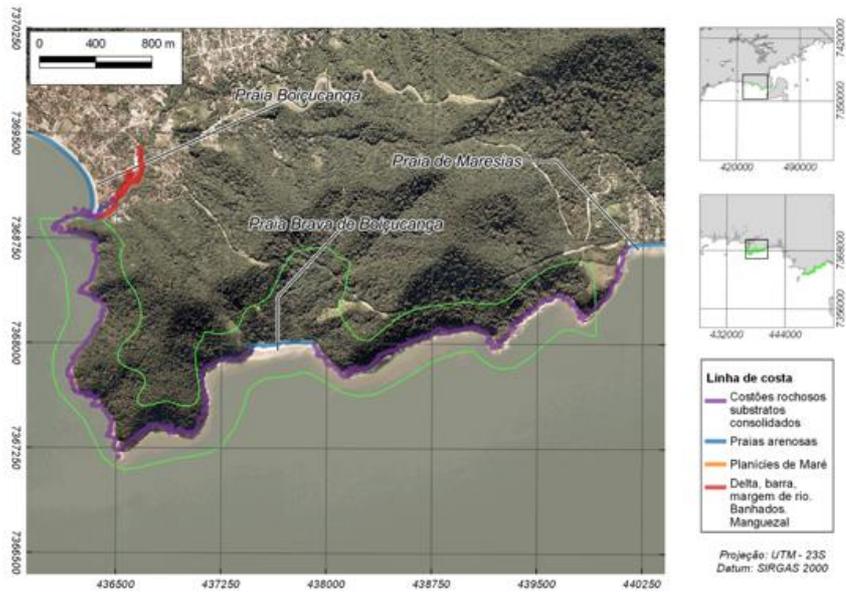
Os costões rochosos da ARIE SS estão representados no **Mapa de Ecossistemas da ARIE São Sebastião**.

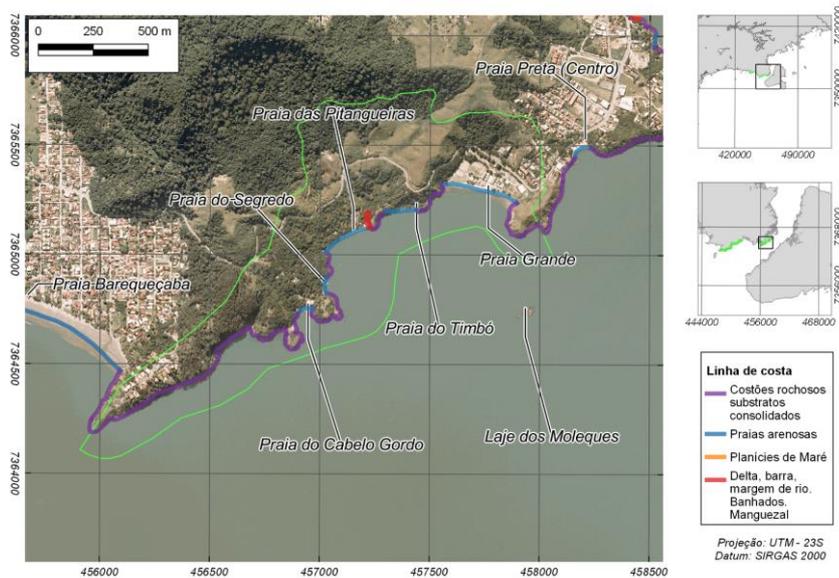
Figura 3.2.2.2.1-1 – Destaque dos 3 segmentos costeiros que compõem a ARIE SS.



A seguir é apresentada a **Figura 3.2.2.2.1-2** detalhando os 3 segmentos costeiros da ARIE SS, indicando o absoluto predomínio de costões rochosos ao longo de sua extensão.

Figura 3.2.2.1-2 – ARIE São Sebastião, com seus 3 segmentos de costões rochosos





Abaixo se observa a costa rochosa do Costão do Navio, com a presença de pequenas faixas isoladas de praia.

Figura 3.2.2.1-3 – Vista do final da praia Brava de Guacá e início do costão rochoso conhecido como Costão do Navio.



Fonte: www.pinterest.com.

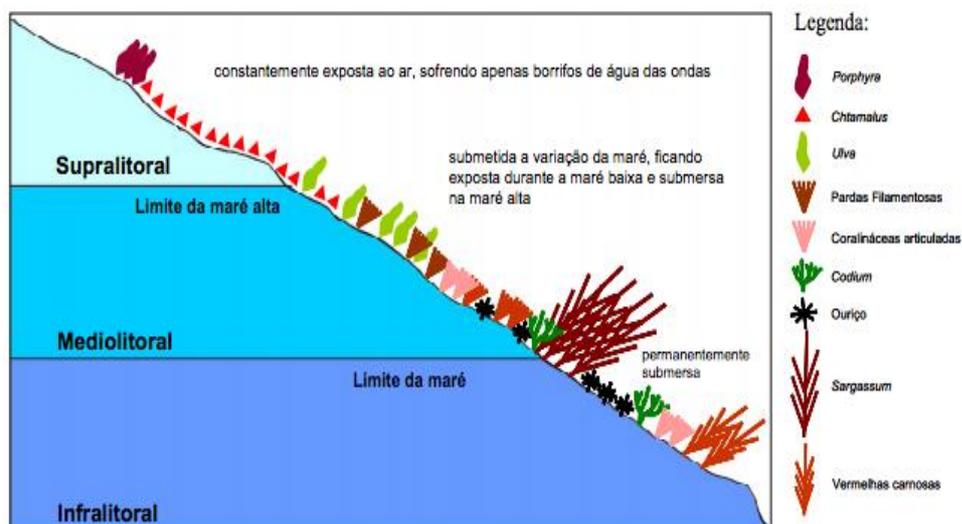
3.2.2.2 Características ecológicas

A superfície rochosa dos costões é pobre em nutrientes, salgada e constantemente impactada pelas ondas. Além disso a variação do nível da maré expõe as rochas ao ambiente seco duas vezes ao dia, submetendo os habitantes do local ao risco de desidratação. Apenas algas marinhas e animais

invertebrados conseguem sobreviver, aderidos ao substrato ou escondendo-se das ondas e da insolação (COUTINHO, 1995). Entretanto, a diversidade biológica nos costões é grande e pode ser considerada a maior dentre os ambientes de entre marés. Essa diversidade faz com que ocorram fortes interações biológicas como consequência da limitação de substrato ao longo de um gradiente existente entre o habitat terrestre e marinho (COUTINHO, 1995).

As espécies podem se distribuir tanto verticalmente como horizontalmente, fenômeno denominado zonação (**Figura 3.2.2.2-1**). Este padrão de zonação é comum nos costões rochosos do mundo inteiro. Um aspecto claro na zonação vertical é a existência de um gradiente vertical de riqueza e diversidade, com o aumento progressivo no número de espécies do supralitoral para o infralitoral, o que é perfeitamente explicável uma vez que os tensores ambientais são bem mais amenos nas porções inferiores da rocha, permitindo a coexistência de espécies mais sensíveis (MILANELLI, 2003).

Figura 3.2.2.2-1 – Distribuição dos organismos em costões rochosos



Fonte: CRESPO & SOARES-GOMES 2002.

Esses ecossistemas são sujeitos a um mosaico de condições ambientais como temperatura, vento, umidade e radiação, que mudam repentinamente ou em poucas horas e como em geral são de fácil de acesso, e apresentam locais de alimentação, crescimento e reprodução de um grande número e diversidade de espécies, podem ser considerados laboratórios naturais onde diversos organismos de fauna e flora coabitam juntos sob forte gradiente de condições (COUTINHO *et. al.*, 2016), tornando evidente a distribuição dos organismos em faixas (**Figura 3.2.2.2-2**).

Figura 3.2.2.2-2 – Distribuição e zonação dos organismos em costões rochosos. Canal de São Sebastião.



Fonte: www.ambiente.sp.gov.br.

Segundo Fields *et. al.*, (1993), a zonação é a característica mais importante dos substratos consolidados. As faixas de cada região são formadas por diferentes tipos de organismos, e são semelhantes globalmente. A temperatura flutuante é um dos fatores responsáveis pela formação dessas faixas, pois os organismos precisam ser adaptados a essas flutuações de temperatura. Na faixa do mediolitoral, extremos de temperatura ocorrem em pequenas escalas espaciais, podendo exceder as encontradas em amplas faixas de latitudes. Dessa forma, os substratos consolidados são ambientes com grande potencial para avaliação de efeitos de mudanças climáticas (HELMUTH, 2009).

O hidrodinamismo, compreendido como o grau de movimentação das águas, atua também como um fator controlador no grau de diversidade, bem como na composição de espécies dos costões. Ambientes com forte embate de ondas dificultam ou inviabilizam a instalação de esporos e larvas de diversas espécies (OLIVEIRA-FILHO & MAYAL, 1976).

Os grupos animais mais comuns nos costões rochosos entremarés são os Crustacea (Cirripedia, Brachyura, Anomura, Isopoda), Mollusca (Gastropoda, Bivalvia), além de Polychaeta, Porifera, Ascidiacea, Echinodermata, Cnidaria (Anthozoa, Hydrozoa, Scyphozoa) e Bryozoa. Acompanhando a comunidade algal, formada por dezenas de espécies de Chlorophyta, Phaeophyta e Rhodophyta, a comunidade fital é representada por espécies geralmente pequenas, e muitas vezes pertencentes a grupos mais raros, além dos Mollusca e Polychaeta dominantes. São encontrados também Platyhelminthes (Turbellaria), Nemertinea, Sipuncula, Pycnogonida, e outros representantes (MILANELLI, 1994).

A ecologia e a dinâmica dos costões rochosos do estado de São Paulo são, de certa forma, bem conhecidas. Merecem destaque os trabalhos de Migotto *et al.* (1993), Milanelli (1994, 2003), Lamparelli *et. al.*, (1998), Coutinho & Zalmon (2009), Pereira (2007), Szechy & Paula (2000, 2001), Mantelatto *et. al.*, (2004), Custódio & Hadju (2011), Machado, *et. al.*, (2011), Amaral *et. al.*, (1990, 1998, 2010, 2011) e, Leite *et. al.*, (2011).

Avaliando a disponibilidade de informações científicas, observa-se que estudos específicos sobre a biota dos costões que integram a ARIE SS são escassos. No entanto, considerando que há forte similaridade geomorfológica, fisiográfica e ambiental destes costões com os demais ambientes existentes no seu

entorno imediato (costa de São Sebastião e Ilhabela, no interior e imediações do Canal de São Sebastião), espera-se também que haja uma similaridade na composição e estrutura das comunidades ali presentes com as de seu entorno. Assim, descrevemos abaixo de forma sucinta informações básicas sobre as mesmas.

A riqueza em espécies é bastante elevada nos costões da região. Estudando os povoamentos bentônicos de substrato consolidado na Ilha Anchieta (Litoral Norte de São Paulo), Pereira (2007) define a Enseada das Palmas como um reduto de biodiversidade, onde foram registrados pelo menos 131 táxons associados especificamente a povoamentos fitobentônicos, entre fitobentos (93 spp) e zoobentos (38 spp).

Estudando os costões do Canal de São Sebastião (Caraguatatuba, Ilhabela e São Sebastião), Milanelli (2003) elencou 298 espécies de macrofauna e macroalgas, após quatro anos de monitoramento de 17 pontos (muitos deles bastante próximos e um deles dentro da ARIE SS). Estes dados mostram a região como uma importante área para a manutenção da biodiversidade bentônica de fundos consolidados. Em seu estudo sobre a espongiofauna do Estado de São Paulo, Custódio e Hajdu (2011) constataram que o litoral paulista contribui com pelo menos 140 espécies marinhas de porífera, sendo que a maioria dos táxons teve ocorrência registrada nos costões do Canal de São Sebastião. Esta elevada riqueza da espongiofauna no litoral paulista é vinculada, segundo os autores, à costa essencialmente rochosa, a qual com sua complexidade espacial propicia a existência deste grupo.

No âmbito do projeto BIOTA/FAPESP (AMARAL & NALLIN, 2011), foram estudados padrões de zonação nos costões do Litoral Norte paulista, totalizando o registro de 28 espécies de macrofauna e 72 espécies de macroalgas (LEITE *et. al.*, 2011) além de 38 espécies de peracarida associados ao fital (LEITE *et. al.*, 2011).

Dentre os animais sésseis mais comuns e dominantes (formadores de estratos bem definidos) nos costões da região estão os cirripédios *Chthamalus bisinuatus* e *Tetraclita stalactifera*, os bivalves *Brachidontes solisianus* e *Perna perna*, o bivalve exótico *Isognomon bicolor*, e o poliqueta colonial *Phragmatopoma caudata*. Dentre os invertebrados vágéis, destacam-se os gastrópodes *Collisella subrugosa*, *Echinolittorina lineolata* e *Stramonita brasiliensis*, os crustáceos *Ligia exótica* e *Pachygrapsus transversus*.

Outras espécies relativamente frequentes nos costões do canal de São Sebastião são *Anemonia sargassensis*, *Astraea phoebia*, *Bunodosoma caissarum*, *Bugula* sp., *Cerithium atratum*, *Crassostrea rhizophorae*, *Crepidula aculeata*, *Doris verrucosa*, *Echinometra lucunter*, *Eriphia gonagra*, *Fissurella clenchi*, *Holothuria* sp., *Leucozonia nassa*, *Lythechinus variegatus*, *Megabalanus coccopoma*, *Morula nodulosa*, *Palythoa brasiliensis*, *Siphonaria hispida*, *Tedania ignis*, *Tegula viridula*, *Tropiometra carinata*, entre muitas outras (BRITO *et. al.*, 2014; MILANELLI, 2003).

Dentre as macroalgas, a alga parda *Sargassum cymosum* apresenta forte dominância no mediolitoral inferior e franja do supralitoral, mas *Amphiroa beauvoisii*, *Colpomenia sinuosa*, *Goniolithon solubile*, *Hypnea musciformis*, *Ulva fasciata*, *Cladophora vagabunda* e *Jania adhaerens* também podem ser citadas com alta representatividade no litoral paulista. (OLIVEIRA-FILHO & MAYAL, 1976; DUARTE & GUERRAZZI, 2004; AMARAL & NALLIN, 2011). Outras espécies de macroalgas bastante frequentes nos costões entremarés dos costões de São Sebastião são: *Bostrychia radicans*, *Asparagopsis taxiformis*, *Amphiroa fragilissima*, *Acanthophora spicifera*, *Bryopsis pennata*, *Caulerpa racemosa*, *Centroceras clavulatum*, *Ceramium tenerrimum*, *Cladophora vagabunda*, *Cladophoropsis membranacea*, *Codium decorticatum*, *Colpomenia sinuosa*, *Dictyopteris delicatula*, *Dictyota cervicornis*, *Ectocarpus breviarticulatus*, *Galaxaura frutescens*, *Giffordia irregulares*, *Gigartina teedii*, *Herposiphonia secunda*, *Hypnea cervicornis*, *Padina gymnospora*, entre outras (MILANELLI, 2003).

Com base em Coutinho, (1995) e Milanelli (2003), pode-se reconhecer um padrão de zonação típico dos costões da região de São Sebastião (MILANELLI, 2003; FUNDEPAG, 2014):

- Supra litoral: é a porção superior permanentemente exposta, onde chegam apenas borrifos de água do mar. Esta área está compreendida entre o limite inferior da ocorrência de vegetação terrestre, representada por líquens e algumas plantas (principalmente por bromélias e cactáceas) e o limite superior de ocorrência de cracas do gênero *Chthamalus* e, eventualmente, de moluscos gastrópodos do gênero *Littorina*. Nesta faixa, os fatores abióticos mais determinantes são a temperatura, salinidade e radiação solar, que afetam a distribuição das espécies; apenas os seres mais tolerantes à perda de água e à variação da salinidade e temperatura vivem nesta região.
- Franja supralitoral: é a faixa mais superior do costão, onde chegam apenas os respingos (“splash”) de água salgada. Esta faixa pode ser de vários metros, especialmente em costões batidos pelas ondas. Caracterizada por coloração escura devido, principalmente, à presença de líquens, normalmente de espécies de *Verrucaria* e ou por cianofíceas dos gêneros *Calothrix*, *Entophysalis*, *Hyella*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Schizothrix* e *Scytonema*, entre outros. Outras espécies de algas podem ocorrer esporadicamente, como *Bangia*, *Porphyra*, *Hinksia* e *Enteromorpha*. Crustáceos isópodes do gênero *Lygia* também são bastante comuns nesta zona, além de pequenos caranguejos (*Pachigrapsus*).
- Meso litoral: porção onde ocorrem as variações da maré, pode permanecer emersa e submersa, respectivamente, com a baixamar e preamar. Seu limite superior é marcado pela ocorrência de cracas do gênero *Chthamalus* e o inferior, pelas algas pardas do gênero *Sargassum*. Os organismos sésseis nesta região estão adaptados a variação diária das marés (geralmente duas preamares e duas baixamares em um período aproximado de 24 horas) e às mudanças físicas proporcionadas por esta variação; as variações das marés também restringem as atividades biológicas, que se desenvolvem durante o período de submersão. Já os organismos vageis (que se movimentam), podem migrar para regiões inferiores na maré baixa, tendo acesso à água, realizando pequenas migrações verticais. É nesta região que se formam as poças de maré, cavidades onde a água do mar fica represada na maré baixa e que normalmente estão sujeitas às altas taxas de evaporação e exposição solar, sofrendo grandes alterações de temperatura e salinidade; seu tamanho é muito variável e conforme o porte pode ficar mais ou menos sujeita às alterações ambientais de natureza abiótica. É comum que as poças maiores reúnam algumas espécies e indivíduos de peixes, geralmente de pequeno porte. Nesta porção de embate das ondas, muitas espécies de grande interesse para a pesca amadora costumam frequentar como o xaréu olhudo (*Caranx latus*), os carapaus (*Carangoides* spp.), a enchova (*Pomatomus saltatrix*), o badejo mira (*Mycteroperca acutirostris*) e os pamos (*Trachinotus* spp.).
- Infra litoral: região permanentemente submersa, constitui a porção mais inferior do costão; seu limite superior é delimitado pelo trecho inferior do mesolitoral e o limite inferior é marcado pelo encontro das rochas com o substrato arenoso. Nesta região começam a ter mais importância/relevância as interações e relações ecológicas entre as diferentes espécies, tais como a predação, comensalismo etc., que influenciam na distribuição dos organismos, uma vez que os fatores ambientais são mais estáveis que nas porções superiores. A grande concentração de espécies, associadas a variados microhabitats, atrai outras espécies como tartarugas e peixes, tais como os vermelhos (*Lutjanus* spp.), badejos (*Mycteroperca* spp.), garoupas (*Epinephelus* spp. e algumas espécies de *Mycteroperca*), salema (*Anisotremus virginicus*), sargo de beijo (*Anisotremus surinamensis*), e espécies de passagem, tais como a enchova (*Pomatomus saltatrix*), xaréus (*Caranx* spp.), bonitos (*Katsuwonus pelamis*, *Euthynnus alleteratus*), cavalas/sororoca (*Scomberomorus* spp.), pamos (*Trachinotus* spp.), carapaus (*Carangoides* spp.), olhete e olho-de-boi (*Seriola* spp.) (FUNDEPAG, 2014).

O **Quadro 3.2.2.2-1** consolida as principais espécies encontradas no monitoramento de 4 anos realizado pela CETESB na região de São Sebastião, Caraguatatuba e Ilhabela (MILANELLI, 2003). Esta listagem pode ser considerada como o arsenal de espécies típicas da área onde está inserida a ARIE SS. No entanto a constatação da presença destas espécies em seus costões necessita de estudos mais abrangentes e detalhados.

Quadro 3.2.2.2-1 – Lista de espécies encontradas nos costões entremarés de São Sebastião, Caraguatatuba e Ilhabela.

| Filo | Espécies/táxon |
|-------------|-----------------------------------|
| Porifera | <i>Halichondria</i> sp. |
| Porifera | <i>Tedania ignis</i> |
| Cnidaria | <i>Aglaophenia latecarinata</i> |
| Cnidaria | <i>Plumularia</i> sp. |
| Cnidaria | <i>Sertularia distans</i> |
| Cnidaria | <i>Sertularia marginata</i> |
| Cnidaria | <i>Anemonia sargasensis</i> |
| Cnidaria | <i>Bunodosoma caesarum</i> |
| Cnidaria | <i>Carijoa</i> sp. |
| Cnidaria | <i>Plumaria</i> sp. |
| Mollusca | <i>Astraea phoebia</i> |
| Mollusca | <i>Cerithium atratum</i> |
| Mollusca | <i>Collisella subrugosa</i> |
| Mollusca | <i>Costoanachis sertulariarum</i> |
| Mollusca | <i>Cypraea zebra</i> |
| Mollusca | Dorididae |
| Mollusca | <i>Doris verrucosa</i> |
| Mollusca | <i>Fissurella clenchi</i> |
| Mollusca | <i>Leucozonia nassa</i> |
| Mollusca | <i>Littoraria angulifera</i> |
| Mollusca | <i>Littoraria flava</i> |
| Mollusca | Nudibranchia |
| Mollusca | <i>Nodillitorina lineolata</i> |
| Mollusca | <i>Morula nodulosa</i> |
| Mollusca | <i>Onchidella indolens</i> |
| Mollusca | <i>Pisania auritula</i> |
| Mollusca | <i>Pisania pusio</i> |
| Mollusca | <i>Siphonaria hispida</i> |
| Mollusca | <i>Stramonita haemastoma</i> |
| Mollusca | <i>Tegula viridula</i> |
| Mollusca | <i>Collisella subrugosa</i> |
| Mollusca | <i>Brachidontes</i> sp. |
| Mollusca | <i>Brachidontes solisianus</i> |
| Mollusca | <i>Crassostrea rhizophorae</i> |
| Mollusca | <i>Modiolus carvalhoi</i> |
| Mollusca | Pteroidea |
| Mollusca | <i>Perna perna</i> |
| Mollusca | <i>Sp.henia antillensis</i> |
| Mollusca | <i>Arca imbricata</i> |
| Mollusca | <i>Chama congregata</i> |
| Mollusca | Pteroida |
| Mollusca | <i>Acanthochitona</i> sp. |
| Mollusca | <i>Schinochitonina</i> sp. |
| Annelida | <i>Phragmatopoma caudata</i> |
| Annelida | Serpulidae |

| | |
|---------------|---------------------------------|
| Crustacea | <i>Balanus eburneus</i> |
| Crustacea | <i>Balanus amphitrite</i> |
| Crustacea | <i>Balanus improvisus</i> |
| Crustacea | <i>Balanus</i> sp. |
| Crustacea | <i>Balanus trigonus</i> |
| Crustacea | <i>Chthamalus bisinuatus</i> |
| Crustacea | <i>Megabalanus coccopoma</i> |
| Crustacea | <i>Tetraclita stalactifera</i> |
| Crustacea | Porcelanidae |
| Crustacea | <i>Eriphia gonagra</i> |
| Crustacea | <i>Pachygrapsus transversus</i> |
| Crustacea | Paguridae |
| Crustacea | <i>Epialtus</i> sp. |
| Crustacea | <i>Eurypanopeus abbreviatus</i> |
| Crustacea | <i>Pachygrapsus transversus</i> |
| Crustacea | Porcelanidae |
| Crustacea | <i>Ligia exotica</i> |
| Bryozoa | <i>Amathia convoluta</i> |
| Bryozoa | <i>Amathia distans</i> |
| Bryozoa | <i>Anguinela palmata</i> |
| Bryozoa | <i>Beania intermedia</i> |
| Bryozoa | <i>Beania mirabilis</i> |
| Bryozoa | <i>Bicellariela ciliata</i> |
| Bryozoa | <i>Bugula turrata</i> |
| Bryozoa | <i>Caulibugula armata</i> |
| Bryozoa | <i>Catenicella contei</i> |
| Bryozoa | <i>Crisia ramosa</i> |
| Bryozoa | <i>Nelia occulata</i> |
| Bryozoa | <i>Savignyella lafontii</i> |
| Bryozoa | <i>Schizoporella unicornis</i> |
| Bryozoa | <i>Schizoporella unicornis</i> |
| Bryozoa | <i>Siniopelta costazii</i> |
| Bryozoa | <i>Synotum aegyptiacum</i> |
| Bryozoa | <i>Nolela gigantea</i> |
| Bryozoa | <i>Catenicella contei</i> |
| Bryozoa | <i>Savignyella lafontii</i> |
| Bryozoa | <i>Electra bellula</i> |
| Bryozoa | <i>Hipothoa hyalina</i> |
| Echinodermata | <i>Arbacia lixula</i> |
| Echinodermata | <i>Echinometra lucunter</i> |
| Echinodermata | <i>Lytechinus variegatus</i> |
| Echinodermata | Asteroidea |
| Echinodermata | Ophiuroidea |
| Echinodermata | <i>Amphipholis squamata</i> |
| Echinodermata | <i>Ophiothrix angulata</i> |
| Echinodermata | Holothuroidea |
| Echinodermata | <i>Holothuria grisea</i> |
| Echinodermata | Holothuroidea |
| Chordata | Ascidiacea |
| Chordata | <i>Distaplia bermudensis</i> |
| Chordata | <i>Herdmania momu</i> |
| Chordata | <i>Clavelina oblonga</i> |
| Chordata | <i>Didemnum psamathodes</i> |
| Chordata | <i>Didemnum vanderhorsti</i> |
| Chordata | Didemnidae |
| Chordata | <i>Diplosoma listerianum</i> |

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| Chordata | <i>Herdmania momos</i> |
| Chordata | <i>Polyandrocarpa zorritensis</i> |
| Chordata | <i>Symplegma viride</i> |
| Chlorophyta | <i>Bryopsis pennata</i> |
| Chlorophyta | <i>Bryopsis</i> sp. |
| Chlorophyta | <i>Caulerpa fastigiata</i> |
| Chlorophyta | <i>Caulerpa racemosa</i> |
| Chlorophyta | <i>Caulerpa sertularioides</i> |
| Chlorophyta | <i>Caulerpa</i> sp. |
| Chlorophyta | <i>Cladophora</i> sp. |
| Chlorophyta | <i>Chaetomorpha antennina</i> |
| Chlorophyta | <i>Chaetomorpha</i> sp. |
| Chlorophyta | <i>Cladophora fascicularis</i> |
| Chlorophyta | <i>Cladophora prolifera</i> |
| Chlorophyta | <i>Cladophora</i> sp. |
| Chlorophyta | <i>Cladophoropsis membranacea</i> |
| Chlorophyta | <i>Codium decortcatum</i> |
| Chlorophyta | <i>Codium intertextum</i> |
| Chlorophyta | <i>Codium</i> sp. |
| Chlorophyta | <i>Codium taylorii</i> |
| Chlorophyta | <i>Enteromorpha</i> sp. |
| Chlorophyta | <i>Ulva fasciata</i> |
| Chlorophyta | <i>Ulva</i> sp. |
| Chlorophyta | <i>Ulva lactuca</i> |
| Phaeophyta | <i>Bachelotia fulvescens</i> |
| Phaeophyta | <i>Colpomenia sinuosa</i> |
| Phaeophyta | <i>Dictyota</i> sp. |
| Phaeophyta | <i>Dictyopteris delicatula</i> |
| Phaeophyta | <i>Dictyopteris</i> sp. |
| Phaeophyta | Ectocarpaceae NI |
| Phaeophyta | <i>Ectocarpus breviararticulatus</i> |
| Phaeophyta | <i>Giffordia irregulares</i> |
| Phaeophyta | <i>Padina gymnospora</i> |
| Phaeophyta | <i>Padina</i> sp. |
| Phaeophyta | <i>Padina vickersiae</i> |
| Phaeophyta | <i>Sargassum</i> sp. |
| Phaeophyta | <i>Sargassum vulgare</i> |
| Phaeophyta | <i>Colpomenia sinuos</i> |
| Phaeophyta | <i>Dictyota cervicornis</i> |
| Phaeophyta | <i>Dictyota dichotoma</i> |
| Phaeophyta | <i>Dictyota</i> sp. |
| Rodophyta | <i>Acanthophora sp. icifera</i> |
| Rodophyta | <i>Amphiroa</i> sp.. |
| Rodophyta | <i>Bostrychia binderi</i> |
| Rodophyta | <i>Bostrychia radicans</i> |
| Rodophyta | <i>Bryocladia cusp. idata</i> |
| Rodophyta | <i>Callithamnion felipponei</i> |
| Rodophyta | <i>Callithamnion uruguayense</i> |
| Rodophyta | <i>Centroceras clavulatum</i> |
| Rodophyta | <i>Ceramium</i> sp.. |
| Rodophyta | <i>Ceramium tenerrimum</i> |
| Rodophyta | <i>Corallina officinalis</i> |
| Rodophyta | <i>Dasya brasiliensis</i> |
| Rodophyta | <i>Falkenbergia hillebrandii</i> |
| Rodophyta | <i>Gelidium pusillum</i> |
| Rodophyta | <i>Gigartina acicularis</i> |

| | |
|-------------|------------------------------|
| Rodophyta | <i>Gigartina</i> sp. |
| Rodophyta | <i>Galaxaura frutescens</i> |
| Rodophyta | <i>Galaxaura marginata</i> |
| Rodophyta | <i>Galaxaura</i> sp. |
| Rodophyta | <i>Galaxaura stupocaulon</i> |
| Rodophyta | <i>Gelidium</i> sp. |
| Rodophyta | <i>Gracilaria</i> sp. |
| Rodophyta | <i>Hypnea musciformis</i> |
| Rodophyta | <i>Hypnea</i> sp. |
| Rodophyta | <i>Hypnea cervicornis</i> |
| Rodophyta | <i>Herposiphonia</i> sp. |
| Rodophyta | <i>Jania capilacea</i> |
| Rodophyta | <i>Jania</i> sp. |
| Rodophyta | <i>Laurencia</i> sp. |
| Rodophyta | <i>Neogoniolithon</i> sp. |
| Rodophyta | <i>Porphyra atropurpurea</i> |
| Rodophyta | <i>Pterocladia capilácea</i> |
| Rodophyta | <i>Taenioma perpusillum</i> |
| Rodophyta | <i>Wrangelia argus</i> |
| Cyanophyta | Cyanophyceae |
| Chrysophyta | <i>Bidulphia alternans</i> |
| Chrysophyta | Diatomaceae |
| Chrysophyta | <i>Nitzschia</i> sp. |

Fonte: Milanelli (2003).

Dentre os poucos estudos que envolvem os costões localizados dentro da ARIE São Sebastião, merecem destaque os trabalhos de Migotto *et. al.*, (1993), Amaral *et. al.*, (1990), Szechy & Paula (2000), e Milanelli (2003).

Com base em Migotto *et. al.*, (1993) e Amaral *et. al.*, (1990), foram encontradas 33 espécies de invertebrados, sendo 14 espécies de Mollusca (oito Bivalvia, cinco Garstropoda e um Nudibranchia), quatro espécies de Polychaeta e 15 espécies de Crustacea (**Quadro 3.2.2.2-2**).

Quadro 3.2.2.2-2 – Espécies mais representativas nos costões rochosos da ARIE SS.

| Filo | Classe | Ordem | Espécie |
|----------|--------------|-------|--|
| Mollusca | Bivalvia | | <i>Brachidontes darwinianus</i> |
| | | | <i>Mytella charruana</i> |
| | | | <i>Mytilaster solisianus</i> |
| | | | <i>Perna perna</i> |
| | | | <i>Sphenia fragilis</i> |
| | | | <i>Crassostrea rhizophorae</i> |
| | | | <i>Isognomon bicolor</i> |
| | | | <i>Dreissena polymorpha</i> |
| | Gastropoda | | <i>Echinolittorina ziczac</i> |
| | | | <i>Littorarina flava</i> |
| | | | <i>Lottia subrugosa;</i> |
| | | | <i>Lottia subrugosa;</i> <i>Stramonita haemastoma</i> |
| | Nudibranchia | | |

| | | | |
|-----------|------------|------------|---------------------------------|
| Anellida | Polychaeta | | <i>Perinereis</i> sp. |
| | | | <i>Sabella</i> sp |
| | | | <i>Phragmatopoma lapidosa</i> |
| | | | <i>Hydroides</i> sp. |
| Artropoda | Crustacea | Decapoda | <i>Pachygrapsus transversus</i> |
| | | | <i>Panopeus</i> sp |
| | | Isopoda | <i>Paradella diana</i> |
| | | Cirripedia | <i>Amphibalanus amphitrite</i> |
| | | | <i>Chthamalus proteus</i> |
| | | | <i>Chthamalus bisinuatus</i> |
| | | | <i>Tetraclita stalactifera.</i> |
| Artropoda | Crustacea | Brachyura | <i>Epialtus brasiliensis</i> |
| | | | <i>Mithraculus forceps</i> |
| | | | <i>Mithrax brasiliensis</i> |
| | | | <i>Mithrax hispidus</i> |
| | | | <i>Mithrax tortugae</i> |
| | | | <i>Pelia rotunda</i> |
| | | | <i>Pitho lherminieri</i> |
| | | | <i>Stenorhynchus seticornis</i> |

Fonte: Fonte: Migotto *et. al.*, (1993) e Szechy & Paula (2000).

Em quatro anos de monitoramento realizado no Costão do Baleeiro (CEBIMAR) (Figura 3.2.2.2-3), Milanelli registrou a presença de 57 espécies de invertebrados e 99 espécies de macroalgas neste único ponto, dentre os 17 monitorados. A listagem destas espécies é apresentada no Quadro 3.2.2.2-3.

Figura 3.2.2.2-3 – Costão do Baleeiro (CEBIMAR) inserido na ARIE SS.



Fonte: Milanelli.

Quadro 3.2.2.2-3 – Composição de espécies de invertebrados e algas no Costão do Baleeiro, CEBIMAR, na ARIE SS, e sua variação sazonal.

| Espécies | Estações do Ano | | | |
|----------------------------------|-----------------|-------|--------|---------|
| | PRIMAVERA | VERÃO | OUTONO | INVERNO |
| <i>PORIFERA</i> | | | | |
| Porifera NI ¹ | | | | |
| <i>Tedania ignis</i> | | | | |
| <i>CNIDARIA – HIDROZOA</i> | | | | |
| <i>Aglaophenia latecarinata</i> | | | | |
| Halopterididae NI | | | | |
| Hydrozoa NI | | | | |
| <i>Sertularia marginata</i> | | | | |
| <i>CNIDARIA – ANTHOZOA</i> | | | | |
| Anthozoa NI | | | | |
| <i>Bunodosoma caesarum</i> | | | | |
| <i>Carijoa riizei</i> | | | | |
| <i>Palythoa</i> sp. | | | | |
| <i>Plumularia</i> sp. | | | | |
| <i>MOLLUSCA – GASTROPODA</i> | | | | |
| <i>Acmaea subrugosa</i> | | | | |
| <i>Aplysia brasiliiana</i> | | | | |
| <i>Astraea phoebia</i> | | | | |
| <i>Cymatium partenopeum</i> | | | | |
| <i>Doris verrucosa</i> | | | | |
| <i>Fissurella clenchi</i> | | | | |
| Gastropoda NI | | | | |
| <i>Leucozonia nassa</i> | | | | |
| <i>Littorina flava</i> | | | | |
| <i>Littorina</i> sp. | | | | |
| <i>Morula nodulosa</i> | | | | |
| <i>Petalconchus</i> sp. | | | | |
| <i>Siphonaria hispida</i> | | | | |
| <i>Stramonita haemastoma</i> | | | | |
| <i>Tegula viridula</i> | | | | |
| <i>MOLLUSCA – BIVALVIA</i> | | | | |
| <i>Brachidontes</i> sp. | | | | |
| <i>Chama congregata</i> | | | | |
| <i>Crassostrea rhizophorae</i> | | | | |
| <i>Modiolus carvalhoi</i> | | | | |
| <i>Perna perna</i> | | | | |
| Pteroida NI | | | | |
| <i>MOLLUSCA – POLYPLACOPHORA</i> | | | | |
| Schinochitonina NI | | | | |

¹ NI – espécie não identificada

| | | | | |
|---------------------------------|--|--|--|--|
| ANNELIDA – POLYCHAETA | | | | |
| <i>Phragmatopoma lapidosa</i> | | | | |
| Serpulidae NI | | | | |
| CRUSTACEA – CIRRIPIEDIA | | | | |
| <i>Balanus eburneus</i> | | | | |
| <i>Balanus improvisus</i> | | | | |
| <i>Balanus</i> sp. | | | | |
| <i>Balanus trigonus</i> | | | | |
| <i>Chthamalus</i> sp. | | | | |
| <i>Megabalanus coccopoma</i> | | | | |
| <i>Tetraclita stalactifera</i> | | | | |
| CRUSTACEA – MALACOSTRACA | | | | |
| <i>Eriphia gonagra</i> | | | | |
| <i>Pachigrapsus transversus</i> | | | | |
| Paguridae NI | | | | |
| CRUSTACEA - ISOPODA | | | | |
| <i>Ligia exotica</i> | | | | |
| BRYOZOA | | | | |
| <i>Bicellariella ciliata</i> | | | | |
| Bryozoa NI | | | | |
| ECHINODERMATA-ASTEROIDEA | | | | |
| Asteroidea NI | | | | |
| ECHINODERMATA-ECHINOIDEA | | | | |
| <i>Arbacia lixula</i> | | | | |
| <i>Echinometra lucunter</i> | | | | |
| ECHINODERMATA-CRINOIDEA | | | | |
| Crinoidea NI | | | | |
| ECHINODERMATA-HOLOTHUROIDEA | | | | |
| Holothuroidea NI | | | | |
| CHORDATA – ASCIDIACEA | | | | |
| Ascidiacea NI | | | | |
| <i>Didemnum psamathodes</i> | | | | |
| <i>Distaplia bermudensis</i> | | | | |
| <i>Polyclinum constelattum</i> | | | | |
| CHLOROPHYTA | | | | |
| <i>Caulerpa racemosa</i> | | | | |
| <i>Caulerpa sertularioides</i> | | | | |
| <i>Chaetomorpha</i> sp. | | | | |
| <i>Cladophora fascicularis</i> | | | | |
| <i>Cladophora</i> sp. | | | | |
| <i>Codium decortcatum</i> | | | | |
| <i>Codium taylorii</i> | | | | |
| <i>Codium intertextum</i> | | | | |
| <i>Codium</i> sp. | | | | |
| <i>Ulva</i> sp. | | | | |

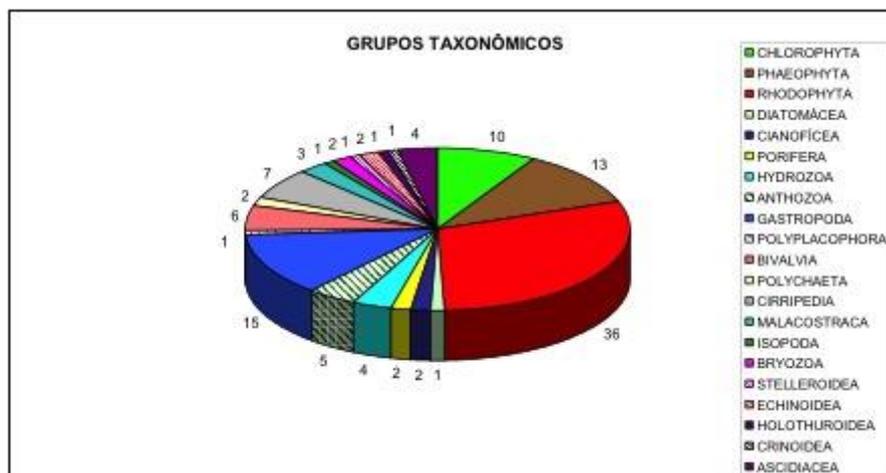
| | | | | |
|------------------------------------|--|--|--|--|
| <i>PHAEOPHYTA</i> | | | | |
| <i>Colpomenia sinuosa</i> | | | | |
| <i>Dictyota dichotoma</i> | | | | |
| <i>Dictyota cervicornis</i> | | | | |
| <i>Dictyota sp.</i> | | | | |
| <i>Ectocarpus breviarticulatus</i> | | | | |
| Ectocarpaceae NI | | | | |
| <i>Giffordia irregularis</i> | | | | |
| <i>Giffordia sp.</i> | | | | |
| <i>Padina gymnospora</i> | | | | |
| <i>Padina sp.</i> | | | | |
| <i>Sargassum furcatum</i> | | | | |
| <i>Sargassum sp.</i> | | | | |
| <i>Sphacelaria sp.</i> | | | | |
| <i>RHODOPHYTA</i> | | | | |
| <i>Acanthophora spicifera</i> | | | | |
| <i>Amphiroa sp.</i> | | | | |
| <i>Amphiroa beauvoisii</i> | | | | |
| <i>Amphiroa fragilissima</i> | | | | |
| <i>Asparagopsis taxiformis</i> | | | | |
| <i>Bostrychia binderi</i> | | | | |
| <i>Bostrychia radicans</i> | | | | |
| <i>Bryocladia cuspidata</i> | | | | |
| <i>Callithamnion felipponei</i> | | | | |
| <i>Centroceras clavulatum</i> | | | | |
| <i>Ceramium sp.</i> | | | | |
| <i>Corallina officinalis</i> | | | | |
| <i>Dasya brasiliensis</i> | | | | |
| <i>Falkenbergia hillebrandii</i> | | | | |
| <i>Galaxaura frutescens</i> | | | | |
| <i>Galaxaura stupocaulon</i> | | | | |
| <i>Gelidium pusillum</i> | | | | |
| <i>Gelidium sp.</i> | | | | |
| <i>Gigartina acicularis</i> | | | | |
| <i>Gigartina sp.</i> | | | | |
| <i>Gracilaria sp.</i> | | | | |
| <i>Herposiphonia secunda</i> | | | | |
| <i>Hypnea cervicornis</i> | | | | |
| <i>Hypnea sp.</i> | | | | |
| <i>Jania adhaerens</i> | | | | |
| <i>Jania capillacea</i> | | | | |
| <i>Jania sp.</i> | | | | |
| <i>Laurencia sp.</i> | | | | |
| <i>Laurencia microcladia</i> | | | | |
| <i>Neogoniolithon sp.</i> | | | | |

| | | | | |
|----------------------------------|--|--|--|--|
| <i>Polysiphonia subtilissima</i> | | | | |
| <i>Polysiphonia sp.</i> | | | | |
| <i>Porphyra atropurpurea</i> | | | | |
| <i>Pterocladia capillacea</i> | | | | |
| <i>Taenioma perpusillum</i> | | | | |
| <i>Wrangelia argus</i> | | | | |
| CYANOPHYTA | | | | |
| Cianoficea NI | | | | |
| <i>Lyngbia sp.</i> | | | | |
| CHRYSOPHYTA | | | | |
| Diatomacea NI | | | | |

Fonte: Milanelli (2003).

Estas 157 espécies distribuem-se predominantemente entre os gastropoda e crustácea cirripedia, também com predominância de rhodophyta seguida de phaeophyta e chlorophyta:

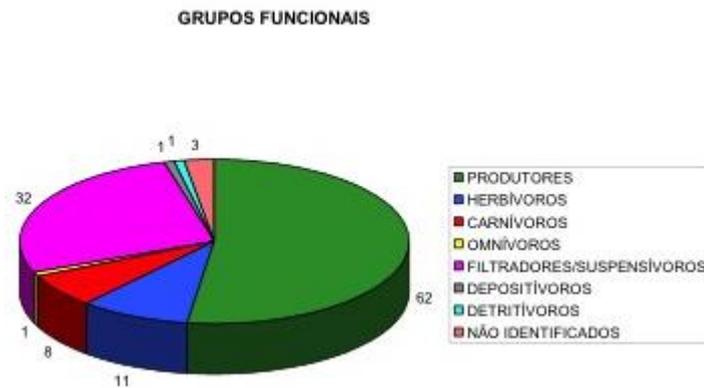
Figura 3.2.2.2-4 – Distribuição das espécies por grupos taxonômicos nos costões do Baleeiro CEBIMAR, ARIE SS.



Fonte: Milanelli (2003).

Em termos funcionais, a comunidade dos costões do Baleeiro tem o predomínio de espécies de algas, seguida dos filtradores (Figura 3.2.2.2-5).

Figura 3.2.2.2-5 – Número de espécies por grupos funcionais nos costões do Baleeiro, ARIE SS.



Fonte: Milanelli (2003).

3.2.2.2.3 Características Socioeconômicas

Para a proteção da ARIE SS, que têm por finalidade a manutenção dos ecossistemas naturais de importância regional ou local, deve ser regulado o seu uso admissível e/ou proibidas quaisquer atividades que possam pôr em risco a conservação dos ecossistemas, a proteção especial das espécies endêmicas ou raras ou a harmonia da paisagem (SÃO PAULO, 2008). A seguir são descritas as principais interfaces socioeconômicas dos costões rochosos da ARIESS.

A ARIESS representa um importante instrumento para a conservação dos ecossistemas e a utilização sustentada dos recursos naturais. Dessa forma, são áreas de grande relevância para a pesquisa científica. Os costões da ARIE SS servem há muito tempo como áreas de estudo ecológicas e ambientais pelo CEBIMAR e outros centros de pesquisa como UNESP, UNICAMP, dentre muitos outros, e órgãos ambientais, como a CETESB.

Figura 3.2.2.2.3-1 – Escarpas rochosas presentes na praia de Pitangueiras, São Sebastião.



Fonte: Google Earth.

Tanto os costões rochosos da ARIE SS como as suas águas adjacentes são utilizados pela pesca amadora embarcada e desembarcada, bem como por pescadores artesanais. A área também é explorada em turismo de aventura a partir das praias de acesso, mergulho e turismo de sol e mar.

3.2.2.2.4 Ameaças e impactos

■ Espécies exóticas

De acordo com a Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB, "espécie exótica" é toda espécie que se encontra fora de sua área de distribuição natural. "Espécie Exótica Invasora", por sua vez, é definida como sendo aquela que ameaça ecossistemas, habitats ou espécies. Estas espécies, por suas vantagens competitivas e favorecidas pela ausência de inimigos naturais têm capacidade de se proliferar e invadir ecossistemas, sejam eles naturais ou antropizados.

A partir do levantamento do Ministério do Meio Ambiente sobre as espécies exóticas marinhas registradas na zona costeira brasileira (MMA/SBF, 2009), observa-se que diversas delas ocorrem nos costões rochosos paulistas, inclusive na ARIE SS (como é o caso do *Isognomon*). Das 58 espécies exóticas registradas diversas espécies de algas e invertebrados são registrados para os costões do litoral paulista. Considerando o ainda reduzido conhecimento sobre a biota efetivamente presente nos costões da ARIE SS, é apresentado o quadro a seguir como indicativo das ameaças existentes na área (**Quadro 3.2.2.2.4-1**).

Quadro 3.2.2.2.4-1 – Listagem das espécies exóticas invasoras estabelecidas nos costões do Litoral Paulista.

| | | Grupo/Espécie | | Distribuição |
|-----------|------------|---------------|-------------------------------|---|
| ZOOBENTOS | Cnidaria | Anthozoa | <i>Tubastraea coccinea</i> | O gênero <i>Tubastraea</i> foi reportado para os estados de Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina (em plataformas). |
| | | | <i>Tubastraea tagusensis</i> | Recentemente, esta espécie foi encontrada em Ilha Bela, litoral Norte de São Paulo. |
| | Mollusca | Bivalvia | <i>Isognomon bicolor</i> | Do Rio Grande do Norte a Santa Catarina. |
| | | | <i>Myoforceps aristatus</i> | Do Rio de Janeiro a Santa Catarina. |
| | | | <i>Perna perna</i> | Espécie detectada no Rio Grande do Norte e considerada estabelecida do Espírito Santo ao Rio Grande do Sul. |
| | | | <i>Branchiommma luctuosum</i> | São Paulo e Rio de Janeiro. |
| | Arthropoda | Decapoda | <i>Charybdis hellerii</i> | Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina. |
| | | | <i>Pyromaia tuberculata</i> | Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul. |
| | | Cirripedia | <i>Megabalanus coccopoma</i> | Espécie detectada no Rio Grande do Norte e considerada estabelecida do Espírito Santo ao Rio Grande do Sul. |
| | Porifera | Calcarea | <i>Paraleucilla magna</i> | São Paulo (São Sebastião e Ilha de Alcatrazes), Rio de Janeiro (Angra dos Reis, Arraial do Cabo, Itacuruçá, Rio de Janeiro) e Santa Catarina (Florianópolis). |
| | Annelida | Polychaeta | <i>Branchiommma luctuosum</i> | São Paulo e Rio de Janeiro. |
| | Ectoprocta | Gymnolaemata | <i>Schizoporella errata</i> | São Paulo; Baía de Sepetiba, Arraial do Cabo e Macaé (RJ). |
| | Chordata | Ascidiacea | <i>Ascidia sydneiensis</i> | Rio de Janeiro à Santa Catarina. |
| | | | <i>Ciona intestinalis</i> | Rio de Janeiro ao Paraná. |

| | | | | |
|------------|------------|------------|-------------------------------|--|
| | | | <i>Styela plicata</i> | Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina |
| FITOBENTOS | Rhodophyta | Ceramiales | <i>Anotrichium yagii</i> | Até julho de 1998 sua distribuição no país abrangia os estados do Rio de Janeiro (Angra dos Reis, incluindo a Ilha Grande), São Paulo (Ilha do Mar Virado, Ubatuba; Ilha de Queimada Grande, Itanhaém; Laje de Santos) e Santa Catarina (Ilha de Arvoredo; Florianópolis). |
| | | Dasyales | <i>Dasya brasiliensis</i> | No país, desde a época de sua primeira ocorrência, a alga já foi encontrada em diversos pontos entre Cabo Frio e São Sebastião, (entre 23 e 24°S). |
| | | Bangiaceae | <i>Porphyra suborbiculata</i> | São Sebastião (SP) e Arraial do Cabo (RJ). Tendo em vista a dificuldade de identificação de espécies deste gênero é possível que estudos futuros venham mostrar que a distribuição da espécie no país é muito mais ampla do que indicam os dados atuais. |

Fonte: MMA/SBF (2009).

Dentre os vetores de dispersão destas espécies exóticas e invasoras, MMA/SBF (2009) destacam como um dos principais vetores prováveis a água de lastro. Outro vetor de dispersão é também a incrustação (*fouling*) em casos de embarcações além das âncoras que trazem sedimentos de outras regiões. Outros vetores também citados são: maricultura ou aquicultura processamento de frutos do mar associação com outros organismos e aquarofilia e aves migratórias (MMA/SBF, 2009).

■ Resíduos sólidos e poluição

Da mesma forma como ocorre com os costões em todo o litoral norte, os costões da ARIE SS são afetados pelo descarte de resíduos sólidos associados às atividades antrópicas nele realizadas como turismo, mergulho, pesca amadora / esportiva, coleta extrativa. Esta situação é ainda severamente agravada pelos resíduos sólidos trazidos pelas correntes marinhas costeiras. Observa-se, como consequência, uma quantidade difusa de lixo sólido nos costões rochosos da região.

■ Vazamentos de óleo

Na região do canal de São Sebastião, há um frequente histórico de acidentes envolvendo vazamentos de óleo, associados à presença do Terminal Almirante Barroso (TEBAR), e do porto de São Sebastião, os quais ameaçam a integridade dos costões afetados. Tanto a proximidade da fonte poluidora e a frequência de derrames, como as condições hidrodinâmicas relativamente desfavoráveis ao intemperismo físico (ação direta das ondas), bem como a presença de espécies sensíveis, tornam esses ambientes altamente vulneráveis (MILANELLI, 1994).

Há diversos registros de vazamentos no canal de São Sebastião, afetando os costões da ARIE SS (POFFO, 2000; CETESB, 2016), incluindo Guaecá, Praia Brava, Barequeçaba e Maresias.

Muitas espécies podem ser indiretamente afetadas através da perturbação da teia trófica, mesmo sem ter tido contato com o poluente (API, 1985). A perturbação na teia alimentar pode ocorrer de diferentes formas, por exemplo, através da eliminação seletiva de espécies importantes como recurso alimentar de níveis tróficos superiores; através da eliminação de espécies sensíveis e importantes para a estruturação de toda a comunidade (espécies-chave, espécies fundadoras); ou mesmo através da eliminação de uma geração de larvas e recrutas recém-instalados no ambiente (MILANELLI, 2003).

■ Mudanças climáticas

O diagnóstico do meio físico mostrou em detalhe o cenário do litoral norte paulista sob os efeitos das mudanças climáticas. Os ecossistemas costeiros, incluindo os costões rochosos da ARIE SS, estão entre os mais vulneráveis às alterações provocadas pelas mudanças climáticas, destacando-se as regiões do mediolitoral que têm demonstrado mudanças biogeográficas rápidas. Monitoramentos de longo prazo têm revelado que os limites de distribuição da biota do mediolitoral de substratos consolidados têm avançado em direção aos polos em um ritmo superior a 50 km por década. Para espécies desse ambiente, que têm seu limite de distribuição mais relacionado ao clima, é possível que o limite superior se reduza com o aumento do estresse ambiental. Como consequência, relações interespecíficas como predador-presa por exemplo, também podem ser afetadas, podendo ocorrer, inclusive, a eliminação da presas (HELMUTH *et. al.*, 2006).

3.2.2.5 Estado de Conservação

Segundo o Diagnóstico Participativo (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2014), a ARIE localiza-se muito próxima ao TEBAR e ao porto de São Sebastião. Portanto, seus costões rochosos são considerados impactados pelos interlocutores do DP e merecem atenção pelos órgãos gestores, pela comunidade local, pelos representantes da pesca, do turismo e órgãos públicos.

Do ponto de vista deste Diagnóstico Técnico, no entanto, observa-se que os costões da ARIE SS ainda se encontram em um bom estado de conservação. No entanto, o crescente aumento das atividades náuticas com o aumento do tráfego marítimo, da urbanização e da ocupação das áreas costeiras em seu entorno, bem como da atividade portuária, representam ameaças à manutenção da qualidade ambiental dos costões da ARIE São Sebastião.

3.2.2.6 Áreas Críticas

De acordo com o Diagnóstico Participativo (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2014), a ARIE de São Sebastião, em toda sua extensão, deve ser considerada como área crítica, e deve ser a mais preservada e protegida possível. Segundo o DP, atenção maior deve ser dada aos costões das ilhas presentes na área, pois são grandes redutos de biodiversidade e estão sendo invadidas e depredadas sem muito controle por parte dos órgãos responsáveis.

Nesse contexto, a proximidade do porto de São Sebastião e do Terminal da Petrobras (TASSE) tornam os costões da ARIE SS especialmente críticos.

3.2.2.7 Cenários Futuros

Nesta parte do Estado, a Serra do Mar estende-se muito próxima ao mar e a estreita planície costeira, quando presente, é interrompida por espigões, formando inúmeras pequenas praias arenosas, em forma de meia-lua, entremeadas por costões e pontas rochosas. Essa região espacialmente diversa e complexa – que se encontra ainda relativamente bem preservada, em parte devido a essa complexidade espacial e à existência de algumas áreas de conservação e uma estação de pesquisa da Universidade de São Paulo (CEBIMAR) – encerra uma grande variedade de ambientes costeiros e marinhos, propiciando condições para sustentar uma alta diversidade biológica.

Ao mesmo tempo, contudo, esses ambientes são também atraentes a uma gama de atividades econômicas, pois oferecem amplas oportunidades de utilização como fornecedor de recursos naturais, lazer, transporte e de investimento imobiliário. A multiplicidade muitas vezes conflitante de usos dos recursos naturais, o turismo descontrolado, as atividades náuticas e as indústrias de petróleo e gás podem levar os diferentes ecossistemas contidos na estreita faixa costeira da ARIE a situações de estresse e degradação.

Sabe-se que o planeta começa a apresentar impactos relacionados às mudanças climáticas. A Zona Costeira é uma das áreas mais sensíveis a essas mudanças, por estarem num ambiente de transição e abertas para o mar. Entre os impactos estão o aumento da temperatura global, o aumento do nível do mar e a acidificação dos oceanos (IPCC, 2013).

Um possível aumento do nível médio relativo do mar devido às mudanças climáticas globais, pode ter como consequência a modificação da zonação das espécies em costões rochosos. Esta modificação pode ser observada em alguns costões rochosos onde, buracos de ouriços, que normalmente vivem na região do infralitoral, podem ser vistos na região do mesolitoral, como consequência da mudança do nível médio do mar (in COUTINHO *et. al.*, 2016).

3.2.2.8 Indicadores para monitoramento

Com a possível elevação das temperaturas do ar e da água do mar prevista por diversos órgãos, como o IPCC, torna-se fundamental a utilização de ferramentas que avaliem, a curto e médio prazo, como as mudanças na temperatura influenciarão a distribuição das espécies em costões rochosos. Desta forma, assim como a APAMLN, a ARIE SS deve realizar o monitoramento ambiental contínuo de seus costões rochosos, através da análise espaço-temporal de sua fauna e flora, de suas características em relação à zonação das espécies, como presença de espécies dominantes e oportunistas, presença de espécies exóticas, ausência de espécies raras e mudanças na teia trófica local (COUTINHO *et. al.*, 2015 ; TURRA & DENADAI, 2015). Essas informações são cruciais no sentido de subsidiar medidas de planejamento, controle, recuperação, preservação e conservação do ambiente de estudo, bem como suporte para as ações de controle e uso sustentável destas áreas. Segundo Coutinho *et. al.* (2015), as principais hipóteses a serem testadas seriam:

- H1: As mudanças do hidrodinamismo e variações do nível médio do mar induzirão mudanças no padrão de zonação (por exemplo, alteração das posições de colonização dos organismos em relação às atuais, ou ampliação, ou então redução das faixas de dominância de organismos). Essa hipótese poderia ser testada por meio da avaliação da largura das faixas de dominância das espécies e da distância em relação ao ponto fixo no costão.
- H2: Alterações na frequência e intensidade de ressacas promoverão distúrbios físicos mais frequentes nos ecossistemas bentônicos e provocarão o arrancamento e/ou fragmentação de organismos, principalmente no mediolitoral, induzindo a alterações na composição e abundância de espécies. Essa hipótese poderia ser testada por meio de mudanças na porcentagem de cobertura das espécies presentes, pela mudança na composição específica para espécies mais tolerantes a distúrbios físicos e também pela disponibilidade de espaços vazios no substrato.
- H3: Alterações no regime pluviométrico modificarão o aporte de água doce e sedimentos ao mar e a taxa de evaporação, que por sua vez alterarão variáveis como salinidade e transparência da água do

mar, criando condições desfavoráveis às espécies estenobiontes, induzindo mudanças na composição e abundância de espécies.

- H4: Alterações na temperatura e na acidificação da água do mar alterarão o metabolismo de organismos sésseis, especialmente os perenes, interferindo no crescimento, reprodução e taxa de sobrevivência, e induzindo mudanças na composição e abundância de espécies.

3.2.2.2.9 Lacunas de conhecimento

Os costões rochosos inseridos na ARIE SS são ainda pouco conhecidos. Programas de monitoramento são praticamente inexistentes na área.

A ausência de informação de base e séries temporais mais longas dificulta ou mesmo inviabiliza o reconhecimento e mensuração dos impactos e alterações gerados pelas atividades e pressões antrópicas sobre estes costões.

Considerando-se o aumento crescente da perda de biodiversidade e a importância em conservá-la, torna-se necessária a continuidade de estudos descritivos, experimentais, de biologia e fisiologia de organismos em costões rochosos, a fim de se conhecer a capacidade de suporte destes ambientes aos impactos ambientais. Os resultados fornecerão dados importantes para definir melhores estratégias e prioridades de conservação, bem como maior eficiência na detecção e no controle de espécies exóticas.

3.2.2.2.10 Potencialidades / oportunidades

A ARIE de São Sebastião é uma área de muita beleza natural, provida de muitos recursos naturais e serviços ecossistêmicos. Portanto, para a conservação da ARIE SS, é necessário que haja o apoio e a implementação de oportunidades de turismo ecológico, pesquisa científica, turismo náutico sustentável, mergulho recreativo e demais atividades sustentáveis.

Na região onde se localiza a ARIE SS encontra-se um importante centro de pesquisa da Universidade de São Paulo, o CEBIMar – Centro de Biologia Marinha. Muitos dos dados referentes a ecologia, biologia, recurso pesqueiro, distribuição de populações, entre diversos outros foram realizados por esse centro de pesquisa. Esse centro, junto à base do Instituto Oceanográfico da USP, localizado no município de Ubatuba (APAMLN), fornece muito conhecimento sobre os costões rochosos da APAMLN e da própria ARIE SS, assim como outros ambientes costeiros e marinhos.

Um programa que merece destaque é a Rede de monitoramento de habitats bentônicos costeiros, a REBENTOS. É uma rede formada por mais de 140 pesquisadores, vinculados a cerca de 50 instituições de ensino e pesquisa do país, vinculada à Sub-Rede Zonas Costeiras da Rede Clima (MCT) e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas (INCT-MC). O objetivo é o desenvolvimento de pesquisa, em rede temática, para o entendimento e previsão dos efeitos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade bentônica marinha brasileira. A consolidação dessa rede visa discutir, padronizar e aplicar metodologias para a geração de dados de longo prazo. Certamente esta está sendo e será uma oportunidade de empoderar a ARIE SS no atendimento aos seus objetivos e metas de conservação e uso sustentável.

3.2.2.2.11 Contribuição para planejamento e gestão dos costões da ARIE SS

Considerando os costões rochosos da ARIE SS, sugere-se algumas iniciativas, como detalhado a seguir:

- Acompanhar e fazer gestão para que os princípios legais relacionados ao controle de água de lastro estejam sendo efetivamente seguidos.
- Acompanhar e fazer gestão junto ao zoneamento ecológico econômico e demais instrumentos de uso do território para que os objetivos da ARIE SS sejam garantidos no que diz respeito à integridade e uso sustentável dos costões rochosos.
- Fortalecer a fiscalização visando reprimir práticas ilegais e irregulares nos costões rochosos da ARIE SS.
- Realizar atualização cartográfica dos costões rochosos da ARIE SS;
- Desenvolver estudos para estimar a capacidade de suporte dos costões rochosos da ARIE SS para atividades extrativistas;
- Desenvolver programas integrados e multidisciplinares de pesquisa visando analisar a estrutura e dinâmica das comunidades bentônicas dos costões rochosos;
- Desenvolver programas de longa duração para o monitoramento ambiental e das comunidades;
- Desenvolver programas de estudo sobre a recuperação de áreas degradadas;
- Que os órgãos governamentais estaduais e federais cumpram e façam cumprir a legislação de proteção aos costões rochosos, alocando os recursos materiais e humanos necessários para a efetivação das ações de sua competência;
- Desenvolver programas de Educação Ambiental sobre os costões rochosos para a comunidade.

3.2.2.2.12 Bibliografia

AMARAL, A. C. Z. et. al. Composition and distribution of the intertidal macrofauna of sandy beaches on São Paulo coast. In: n Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. Estrutura, Função e Manejo, vol.3. Águas de Lindóia. ACIESP, nº 71, p.258-279, 1990.

AMARAL, A. C. Z.; MORGADO, E. H.; SALVADOR, L. B. Poliquetas bioindicadores de poluição orgânica em praias paulistas. Rev. Bras. Biol v.58, nº2, p. 307-316, 1998.

AMARAL, A. C. Z.; NALIN, S. A. H. Biodiversidade e ecossistemas bentônicos marinhos do Litoral Norte de São Paulo, Sudeste do Brasil. Campinas: UNICAMP/IB, 2011.

AMARAL, A. C. Z.; NALLIN, S. A. H. & STEINER, T. M. Catálogo das espécies dos Annelida Polychaeta da Costa Brasileira. 2010.

API. American Petroleum Institute. Oil spill cleanup: options for minimizing adverse ecological impacts. API Publication, nº 4435, 580 p. 1985.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil. Brasília: MMA/SBF/GBA, 2010. 148 p.

BRITO, D. D.; MILANELLI, J. C. C.; RIEDEL, P. S.; WIECZOREK, A. Sensibilidade do Litoral Paulista a Derramamentos de Petróleo. Um Atlas em Escala de Detalhe, 1ª edição. Rio Claro: UNESP. 2014.

CARVALHAL, F & BERCHEZ, F. A. S. Costão Rochoso, a diversidade em microescala. [S.I.]. 2009.

CETESB. 2016. Disponível em: <<http://emergenciasquimicas.cetesb.sp.gov.br/tipos-de-acidentes/dutos/principais-acidentes/>>. Acesso em: julho de 2016.

CETESB. Operação "Tebar V": relatório técnico. São Paulo: CETESB, 63 p+anexos. 1994.

CLERN, J. E. Does the Benthos Control Phytoplankton Biomass in South San Francisco Bay?'. *Mar.Ecol. Prog. Ser.*, v. 9, p.191-202, 1982.

COUTINHO, R. Avaliação crítica das causas da zonação dos organismos bentônicos em costões rochosos. *Oecologia brasiliensis*, nº1, p. 259-271, 1995.

COUTINHO, R. et. al. Studies on benthic communities of rocky shores on the Brazilian coast and climate change monitoring: status of knowledge and challenges. *Braz. J. Oceanogr.* v. 64, nº2, p.27-36, 2016.

COUTINHO, R. Programa Nacional da Biodiversidade - PRONABIO Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – Probio: Sub-Projeto Avaliação e Ações Prioritárias para a Zona Costeira e Marinha Grupo de Ecossistemas: Costões Rochosos. 2004.

COUTINHO, R., et. al. Monitoramento de Longo Prazo dos Costões Rochosos. In: Protocolos para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros - Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros – ReBentos. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2015.

COUTINHO, R.; ZALMON, I. R. O Bentos de costões rochosos. In: PEREIRA, R. C. & GOMES A. S. *Biologia Marinha Rio de Janeiro: Interciência*, p.281-298, 2009.

CRESPO, R.; SOARES-GOMES, A. *Biologia Marinha*. Editora Interciência. 2002.

CUSTODIO, M. R. & HAJDU, E. Checklist of Porifera from São Paulo State, Brazil. *Biota Neotrop.* v .11, nº1a, 2011.

DUARTE, L.F.L. & GUERRAZZI, M.C. Costão rochoso da praia do Rio Verde: padrões de distribuição e abundância, pp. 179-188. Em: *Estação Ecológica Juréia-Itatins. Ambiente físico, flora e fauna* (O.A.V. Marques & W. Duleba, eds.). Holos Editora, Ribeirão Preto. 2004.

EPA. Procedures for quantitative ecological assessment in intertidal environments. (EPA - 600/3 - 78 - 087). Oregon: EPA – Environmental Protection Agency, 104p. 1978.

FIELDS, P. A.; GRAHAM, J. B.; ROSENBLATT, R. H.; SOMERO, G. N. Effects of expected global climate change on marine faunas. *Trends in Ecology and Evolution*, nº 8, p.361-367, 1993.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. Diagnóstico Participativo Área de Proteção APAMLN e ARIE SS. 2014.

FUNDEPAG. Diagnóstico da Pesca Amadora no Estado de São Paulo. Fundação Florestal. 2014.

HAWKINS, S. J., HARTNOLL, R. G., SOUTHWARD, A. J. On stability and fluctuations in rocky shore communities in relation to pollution monitoring. In: Hiscock, K., ed. Rocky shore survey and monitoring workshop. London: British Petroleum International, p. 13-22, 1985.

HELMUTH, B. From cells to coastlines: How can we use physiology to forecast the impacts of climate change? *Journal of Experimental Biology*, nº 212, p. 753-60, 2009.

HELMUTH, B.; MIESZKOWSKA, N.; MOORE, P.; HAWKINS, S. J. Living on the edge of two changing worlds: forecasting the responses of rocky intertidal ecosystems to climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, nº 37, p. 423-31, 2006.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK: 2013.

LAMPARELLI, C. C.; MOURA, D. O. ; RODRIGUES F. O., LOPES, C. F. & MILANELLI, J. C. C. *Ecosistemas costeiros do Estado de São Paulo*. São Paulo: CETESB/SMA. Ed. Páginas e Letras. 1998.

LEITE, F. P. P. *et. al.* *Ecosistemas. Costões Rochosos*, Capítulo 4. In: AMARAL, A. C. Z. & NALLIN, S. A. H. (Org.). *Biodiversidade e ecossistemas bentônicos marinhos do Litoral Norte de São Paulo, Sudeste do Brasil*. Campinas: UNICAMP/IB, 2011.

MACHADO, G. E. M.; NASSAR, C. A. G.; SZÉCHY, M. T. M. Flora ficológica da região sublitorânea rasa de costões rochosos do Núcleo Picinguaba, Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba, São Paulo. *Acta Botanica Brasilica* .v. 25, nº 1, p. 71-82, 2011.

MANTELLATO, F. L., FARIA, F. C. R., BIAGI, R., MELO, G. A. S. Majoid Crabs Community (Crustacea: Decapoda) from Infralittoral Rocky/sandy Bottom of Anchieta Island, Ubatuba. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.47, nº 2, p. 273-279, 2004.

MICHEL, J. HAYE, G. Sensitivity of coastal environments to oil. NOAA. An introduction to coastal habitats and biological resources for oil spill response. Chapter 3. NOAA Report no HMRAD92-4. 2002. Disponível em: <www.resp.onse.restoration.noaa.gov/oilaid/monterey>. Acesso em: julho de 2016.

MIGOTTO, A. E.; TIAGO, C. G. & MAGALHÃES, A. R. M. Malacofauna marinha da região costeira do Canal de São Sebastião, SP, Brasil: Gastropoda, Bivalvia, Polyplacophora e Scaphopoda. *Bolm. Inst. oceanogr.*, São Paulo: p. 13-27. 1993.

MILANELLI, J. C. C. Efeitos do petróleo e da limpeza por jateamento em um costão rochoso da Praia de Barequeçaba, São Sebastião, SP. *Dissertação de Mestrado em Oceanografia Biológica*. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 1994. São Paulo: IOUSP., 101p. + figuras e tabelas. 2V. 1994.

MILANELLI, J. C. C. *Biomonitoramento de costões rochosos instrumento para avaliação de Impactos gerados por vazamentos de óleo na região do Canal de São Sebastião - São Paulo*. 2003. Tese de Doutorado em Oceanografia Biológica. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

- MMA/SBF. Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil/Ministério do Meio Ambiente. Rubens M. Lopes/IO-USP[et al.], Editor. MMA/SBF (Série Biodiversidade, 33). Brasília: 440p. 2009.
- MMA. 2010. Cadastro Nacional de unidades de conservação. Disponível em <http://www.mma.gov.br/sitio/index>.
- MORENO, T. R.; ROCHA, R. M. Ecologia de costões rochosos. *Estud. Biol., Ambiente Divers.* v .34, nº83, p.191-201, 2012.
- OLIVEIRA FILHO, E.C. & MAYAL, E.M. 1976. Seasonal distribution of intertidal organisms at Ubatuba, São Paulo (Brazil). *Revista Brasileira de Biologia* 36: 305-316.
- PEREIRA, A. P. V. Avaliação do Método de Levantamento fisionômico na Análise de Povoamentos na Comunidade Marinha Bentônica de Substrato Consolidado do Infralitoral no Costão Oeste da Enseada das Palmas, Ilha Anchieta, Ubatuba - SP., Brasil. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Universidade de São Paulo. 2007.
- POFFO, I. R. F. Vazamentos de óleo no litoral norte do estado de São Paulo: análise histórica 1974 a 1999. [S.l.]. USP. 2000.
- SÃO PAULO, (Estado). Decreto Nº 53.525, de 8 de Outubro de 2008: Cria a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte e a Área de Relevante Interesse Ecológico de São Sebastião, e dá providências correlatas. 2008.
- SOUTHWARD, A. J. & SOUTHWARD, E. C. Recolonization of rocky shores in Cornwall after use of toxic dispersantes to clean up the Torrey Canyon sp.ill. *J. Fish. Res. Board Can.*, nº35, p. 682-706, 1978.
- SZÉCHY, M. T. M. & PAULA, E. J. Padrões estruturais quantitativos de bancos de Sargassum (Phaeophyta, Fucales) do litoral dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, Brasil. *Revta brasil. Bot.*, São Paulo, v. 23, nº2, p. 121-132, jun. 2000.
- TURRA, A.; DENADAI, M. R. Protocolos para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros - Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros – ReBentos. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2015.