

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).

Figura 3.2.2.2.1-1 – Vista geral de costões rochosos na APLMLN.



Fonte: Betina G R Alves.

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.

Na APAMLN, 61% dos costões concentram-se em Ubatuba e Ilhabela. A contribuição das ilhas costeiras para a ocorrência de costões rochosos é muito significativa no litoral norte paulista, onde se somam 230 km de costões distribuídos em ilhas nos municípios de Ilhabela (136 km), Ubatuba (67 km) e São Sebastião (26 km). Esta medida significa que neste trecho, mais de 70% dos costões ocorrem em ilhas, destacando-se a Ilha de São Sebastião (maior ilha costeira do país) e a Ilha Anchieta em Ubatuba. A listagem, localização e caracterização física das ilhas, ilhotas, lages e parcéis da APAMLN está detalhada no tópico Meio Físico do presente Diagnóstico. Os costões rochosos estão representados no **Mapa de Ecossistemas da APAM Litoral Norte** em anexo.

Figura 3.2.2.1-2 – variedade de fisiografias dos costões rochosos na APAMLN.



Fonte: Milanelli.

Os costões rochosos estão, portanto, presentes de forma abundante na APAMLN, o que destaca a relevância deste ecossistema na região, não apenas pela sua frequência, mas também como um importante nicho de biodiversidade, importante para o equilíbrio trófico costeiro e que interage com diversos outros ambientes.

Os costões rochosos também têm relevante importância na socioeconomia, tanto como ambiente valorizador da paisagem para o turismo, como suporte para atividades como mergulho, pesca, extrativismo e pesca de subsistência. Dessa forma, fica claro o importante papel deste ecossistema no equilíbrio da zona costeira, onde interagem outros ambientes como praias, manguezais, marismas e a zona nerítica, em um equilíbrio dinâmico e complexo (MILANELLI, 2003).

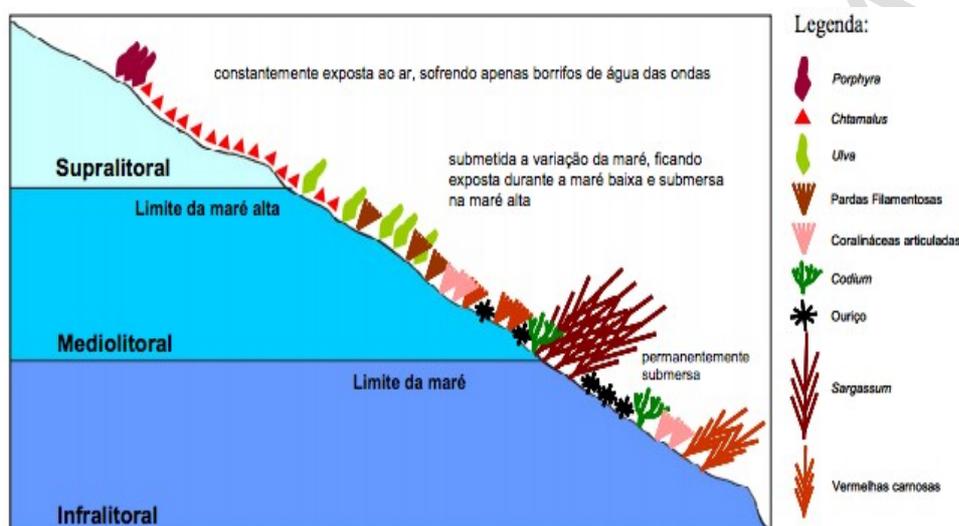
3.2.2.2 Características ecológicas

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 3.2.2.2.2-3). 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 3.2.2.2.2-3 – 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 3.2.2.2.2-4).

Figura 3.2.2.2-4 – Distribuição dos organismos em costões rochosos. Praia do Lázaro, Ubatuba.



Fonte: Betina G. R. Alves.

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. O Quadro 3.2.2.2-2 mostra a lista de referências encontradas com estudos que de alguma forma abordam os costões rochosos da APAMLN.

Quadro 3.2.2.2-2 – Lista de referências bibliográficas englobando estudos sobre ecologia e biodiversidade de comunidades de costões rochosos nas áreas compreendidas pela APAMLN.

Autor	Ano	Tópico	População alvo	Localização
Alves	2009	Biodiversidade/Ecologia	Crustacea (Decapoda)	Ilhabela
Blanco et. al.	2011	Ecologia	Crustacea (Mithracidae)	São Sebastião
Borges	1996	Biodiversidade	Comunidade	São Sebastião
Capitani	2007	Biodiversidade	Cnidaria	São Sebastião
Christofolletti et. al.	2010	Ecologia	Comunidade	Ubatuba
	2011a	Biodiversidade/Ecologia	Comunidade	Ubatuba
	2011b	Ecologia experimental	Macroalga	Ubatuba
Coimbra	1998	Biodiversidade	Comunidade	Ubatuba
Coimbra & Berchez	2000	Biodiversidade	Macroalga	Ubatuba
Corte et. al.	2013	Biodiversidade/Ecologia	Comunidade	São Sebastião
Daunt	2008	Biodiversidade	Comunidade	Ilhabela
Eston	1987	Biodiversidade	Macroalga	Ubatuba
Eston & Bussab	1990	Experimental	Macroalga	Ubatuba
Gallo	2016	Ecologia	Biofilme	São Sebastião
Ghilardi	2007	Biodiversidade	Comunidade	Ubatuba
Gouveia et. al.	1988	Biodiversidade/Ecologia	Comunidade	São Sebastião
Jacobucci & Leite	2002	Biodiversidade/Ecologia	Comunidade	Ubatuba
Leite et. al.	2011	Biodiversidade	Comunidade	São Sebastião/ Caraguatatuba/ Ubatuba
Lopes et. al.	1994	Biodiversidade	Comunidade	São Sebastião/ Ilhabela
	1997	Ecologia	Crustacea e Mollusca	São Sebastião
Machado et. al.	2011	Biodiversidade	Macroalga	Ubatuba
Mantelatto et. al.	2004	Biodiversidade	Crustacea (Decapoda)	Ubatuba
Migotto et. al.	1993	Biodiversidade	Comunidade	São Sebastião
Milanelli	1994	Biodiversidade/Ecologia	Comunidade	São Sebastião
	2003	Biodiversidade	Comunidade	São Sebastião/ Caraguatatuba/ Ilhabela
				Ilha do Mar Virado/ Ilha de Búzios
Nogueira	2003	Biodiversidade	Comunidade	Ilha do Mar Virado/ Ilha de Búzios
Oliveira-Filho & Mayal	1976	Biodiversidade	Comunidade	Ubatuba
Oliveira	2004	Biodiversidade	Crustacea (Gamarideos)	Caraguatatuba/ Ubatuba
Osse	1995	Biodiversidade	Comunidade	Ubatuba
Pereira	2007	Biodiversidade	Comunidade	Ubatuba
Pereira et. al.	2010	Ecologia	Mollusca	Ubatuba
Ribeiro	2010	Biodiversidade	Comunidade	Ubatuba
Rocha	1995	Biodiversidade/Ecologia	Comunidade	São Sebastião
Széchy & Paula	2000	Biodiversidade	Comunidade	São Sebastião/ Caraguatatuba/ Ubatuba
Széchy et. al.	2001	Biodiversidade	Crustacea (Brachyura)	São Sebastião/ Caraguatatuba/ Ubatuba
Tanaka & Duarte	1998	Ecologia experimental	Crustacea	Ubatuba
Vilano et. al.	2012	Biodiversidade/Ecologia	Comunidade	Ubatuba
Vilano	2013	Biodiversidade	Comunidade	Ubatuba

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. 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 (em Caraguatatuba - Ponta do Cambirí e Martim de Sá; em São Sebastião - costões das praias de Toque-Toque Grande e Baleia; em Ubatuba - os costões das praias de Picinguaba e Fazenda), 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) 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 vágeis, destacam-se os gastrópodes *Collisella subrugosa*, *Echinolittorina lineolata* e *Stramonita brasiliensis*, os crustáceos *Ligia exótica* e *Pachygrapsus transversus*.

Outras espécies relativamente frequentes nos costões da APAMLN 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).

Dentre as centenas de espécies de 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 da APAMLN são: *Bostrychia radicans*, *Asparagopsis taxiformis*, *Amphiroa fragilíssima*, *Acanthophora spicifera*, *Bryopsis pennata*, *Caulerpa racemosa*, *Centroceras clavulatum*, *Ceramium tenerrimum*, *Cladophora vagabunda*, *Cladophoropsis membranácea*, *Codium decorticutum*, *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 do litoral paulista, incluindo a APAMLN (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 gastrópodes 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 pampos (*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.), pampos (*Trachinotus* spp.), carapaus (*Carangoides* spp.), olhete e olho-de-boi (*Seriola* spp.) (FUNDEPAG, 2014).

O Quadro 3.2.2.2.2-3 consolida as principais espécies encontradas no monitoramento de quatro anos realizado pela CETESB na região de São Sebastião, Caraguatatuba e Ilhabela (MILANELLI, 2003).

EM CONSTRUÇÃO

Quadro 3.2.2.2-3 – Lista de espécies encontradas nos costões entremarés de São Sebastião, Caraguatatuba e Ilhabela.

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

Crustacea	<i>Eriphia gonagra</i>
	<i>Pachygrapsus transversus</i>
	Paguridae
	<i>Epialtus</i> sp.
	<i>Eurypanopeus abbreviatus</i>
	<i>Pachygrapsus transversus</i>
	Porcelanidae
	<i>Ligia exotica</i>
Bryozoa	<i>Amathia convoluta</i>
	<i>Amathia distans</i>
	<i>Anguinela palmata</i>
	<i>Beania intermedia</i>
	<i>Beania mirabilis</i>
	<i>Bicellariela ciliata</i>
	<i>Bugula turrata</i>
	<i>Caulibugula armata</i>
	<i>Catenicella contei</i>
	<i>Crisia ramosa</i>
	<i>Nelia occulata</i>
	<i>Savignyella lafontii</i>
	<i>Schizoporella unicornis</i>
	<i>Schizoporella unicornis</i>
	<i>Siniopelta costazii</i>
	<i>Synotum aegyptiacum</i>
	<i>Nolela gigantea</i>
	<i>Catenicella contei</i>
	<i>Savignyella lafontii</i>
	<i>Electra bellula</i>
<i>Hipothoa hyalina</i>	
Echinodermata	<i>Arbacia lixula</i>
	<i>Echinometra lucunter</i>
	<i>Lytechinus variegatus</i>
	Asteroidea
	Ophiuroidea
	<i>Amphipholis squamata</i>
	<i>Ophiothrix angulata</i>
	Holothuroidea
	<i>Holothuria grisea</i>
	Holothuroidea
Chordata	Ascidiacea
	<i>Distaplia bermudensis</i>
	<i>Herdmania momu</i>
	<i>Clavelina oblonga</i>
	<i>Didemnum psamathodes</i>
	<i>Didemnum vanderhorsti</i>
	Didemnidae
	<i>Diplosoma listerianum</i>
	<i>Herdmania momos</i>
	<i>Polyandrocarpa zorritensis</i>
<i>Symplegma viride</i>	
Chlorophyta	<i>Bryopsis pennata</i>
	<i>Bryopsis</i> sp.
	<i>Caulerpa fastigiata</i>
	<i>Caulerpa racemosa</i>
	<i>Caulerpa sertularioides</i>
	<i>Caulerpa</i> sp.
	<i>Cladophora</i> sp.
<i>Chaetomorpha antennina</i>	

Chlorophyta	<i>Chaetomorpha</i> sp.
	<i>Cladophora fascicularis</i>
	<i>Cladophora prolifera</i>
	<i>Cladophora</i> sp.
	<i>Cladophoropsis membranacea</i>
	<i>Codium decorticatum</i>
	<i>Codium intertextum</i>
	<i>Codium</i> sp.
	<i>Codium taylorii</i>
	<i>Enteromorpha</i> sp.
	<i>Ulva fasciata</i>
	<i>Ulva</i> sp.
	<i>Ulva lactuca</i>
Phaeophyta	<i>Bachelotia fulvescens</i>
	<i>Colpomenia sinuosa</i>
	<i>Dictyota</i> sp.
	<i>Dictyopteris delicatula</i>
	<i>Dictyopteris</i> sp.
	Ectocarpaceae NI
	<i>Ectocarpus breviarticulatus</i>
	<i>Giffordia irregulares</i>
	<i>Padina gymnospora</i>
	<i>Padina</i> sp.
	<i>Padina vickersiae</i>
	<i>Sargassum</i> sp.
	<i>Sargassum vulgare</i>
	<i>Colpomenia sinuos</i>
	<i>Dictyota cervicornis</i>
	<i>Dictyota dichotoma</i>
	<i>Dictyota</i> sp.
	Rhodophyta
<i>Amphiroa</i> sp..	
<i>Bostrychia binderi</i>	
<i>Bostrychia radicans</i>	
<i>Bryocladia cusp. idata</i>	
<i>Callithamnion felipponei</i>	
<i>Callithamnion uruguayense</i>	
<i>Centroceras clavulatum</i>	
<i>Ceramium</i> sp..	
<i>Ceramium tenerrimum</i>	
<i>Corallina officinalis</i>	
<i>Dasya brasiliensis</i>	
<i>Falkenbergia hillebrandii</i>	
<i>Gelidium pusillum</i>	
<i>Gigartina acicularis</i>	
<i>Gigartina</i> sp.	
<i>Galaxaura frutescens</i>	
<i>Galaxaura marginata</i>	
<i>Galaxaura</i> sp.	
<i>Galaxaura stupocaulon</i>	
<i>Gelidium</i> sp.	
<i>Gracilaria</i> sp.	
<i>Hypnea musciformis</i>	
<i>Hypnea</i> sp.	
<i>Hypnea cervicornis</i>	
<i>Herposiphonia</i> sp.	
<i>Jania capilacea</i>	
<i>Jania</i> sp.	

Rodophyta	<i>Laurencia</i> sp.
	<i>Neogoniolithon</i> sp.
	<i>Porphyra atropurpurea</i>
	<i>Pterocladia capilácea</i>
	<i>Taenioma perpusillum</i>
	<i>Wrangelia argus</i>
Cyanophyta	Cyanophyceae
	<i>Bidulphia alternans</i>
	Diatomaceae
	<i>Nitzschia</i> sp.

Fonte: Milanelli (2003).

3.2.2.2.3 Características Socioeconômicas

Os costões rochosos da APAMLN têm importante papel socioeconômico, uma vez que está associado a diversas atividades. Esse papel, também conhecido como serviços ecossistêmicos, satisfazem as necessidades humanas gerando bem-estar, refletindo-se na qualidade de vida das populações locais. Serviços ecossistêmicos podem ser definidos como os processos e condições no qual os ecossistemas e as espécies que os compõem sustentam e satisfazem a vida humana que se beneficia inteiramente deles, mantendo a biodiversidade e os recursos naturais (DAILY, 1997). De acordo com Fisher *et. al.* (2009) uma das classificações mais usados no estudo dos serviços ecossistêmicos é a proposta pelo Millennium Ecosystem Assessment (2005), que divide os serviços em quatro grupos: (1) provisão que são os produtos propriamente obtidos do ecossistema, como comida, minerais e recursos genéticos que podem ser usados na produção de drogas e outras biotecnologias; (2) regulação que são aqueles que mantêm o balanço das funções do ecossistema por meio da regulação hídrica e climática, o controle de doenças e controle erosivo; (3) culturais que estão mais relacionados ao humano e não compreendem necessariamente o bem material, como por exemplo, atividades recreativas, cênicas e espiritual; (4) suporte que mantêm o ecossistema em balanço por meio de serviços de auto suporte, como formação de solo e ciclo de nutrientes.

O Quadro 3.2.2.2.3-4 mostra os potenciais serviços ecossistêmicos que os costões rochosos podem oferecer, de um modo geral.

Quadro 3.2.2.2.3-4 – Serviços ecossistêmicos potencialmente oferecidos pelo sistema de costão rochoso.

Classificação do serviço	Serviço	Descrição do serviço	Uso/benefício	Utilizadores
Provisão	comida	pesca/ extrativismo/ aquicultura	peixes de interesse comercial/ coleta artesanal de algas, ostras, mexilhões, ouriços, etc./ sementes para criadouros	comunidade local/ produtores e aquicultores/ indústrias farmacêuticas, alimentícias e cosméticas
Regulação	regulação biológica e atmosférica	associada com o ambiente que regula a interação entre as espécies, regula a produção primária e o ciclo do carbono e outros gases	manutenção das características do ambiente	-
	abrigo físico	atenuação da ação de ondas e proteção natural da costa	segurança a navegação/ fundeio	setor pesqueiro/ comunidade local
Classificação	Serviço	Descrição do serviço	Uso/benefício	Utilizadores

do serviço				
Cultural	recreação e turismo	uso do ambiente natural para atividades de lazer	lazer/ mergulhos/ turismo contemplativo	comunidades locais/ operadoras de mergulho/ setor turístico
	educação e pesquisa	educação ambiental/ pesquisa científica	conservação de patrimônios arqueológicos/ valorização do conhecimento popular/ conhecimento científico	comunidade local/ instituições de ensino, pesquisa e extensão
Suporte	manutenção do ecossistema	diversidade de habitat e manutenção da comunidade biológica	-	-

Fonte: Elaborado com base em Almeida, 2008 e Ellif & Kikuchi, 2015.

Dos serviços ecossistêmicos dos costões rochosos da APAMLN destaca-se a importância dos mesmos na pesca amadora e esportiva, como diagnosticado por FUNDEPAG (2014). Como detalhado no tópico Pesca do presente diagnóstico, os costões rochosos da APAMLN respondem por grande parcela da pesca desembarcada. Como consequência desta interação, os costões sofrem os impactos associados à atividade (degradação, poluição e perda de biodiversidade). A essa atividade inclui-se a pesca sub, também fortemente praticada nos costões da APAMLN, especialmente nas ilhas costeiras.

Figura 3.2.2.3-5 – Pescadores amadores praticando a pesca no ambiente do costão rochoso próximo à praia de Guaecá, São Sebastião.



Fonte: FUNDEPAG (2014).

Figura 3.2.2.3-6 – Pescadores subaquáticos próximos ao ilhote do Prumirim, norte de Ubatuba.



Fonte: FUNDEPAG (2014).

O extrativismo de subsistência, com a coleta de mariscos e ostras, também é outra atividade relevante associada ao ecossistema, sendo que, como detalhado no tópico Pesca do presente Diagnóstico, a atividade sustenta um relevante contingente de pessoas, incluindo a população caiçara.

A maricultura, especialmente o cultivo de vieiras e mexilhões, está também associada aos costões já que as áreas de cultivo estão frequentemente associadas a estes ambientes, como é o caso da Cocanha (Caraguatatuba) e Picinguaba (Ubatuba), dentre muitos outros.

Os costões são também explorados para sustentar o banco de sementes de mexilhões para a maricultura. De acordo com o diagnóstico participativo, existem algumas áreas indicadas e exploradas nessa atividade, como os costões do Prumirim e Pereque-Açú, em Ubatuba, além do costão do Camaroeiro, em Caraguatatuba, e a Ponta do Arpoar, em São Sebastião (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2014).

Os costões rochosos do litoral norte também tem sido explorados pelo mercado de aquarofilia, onde espécies variadas de peixes e invertebrados são capturados, muitas vezes de forma ilegal, como ocorreu recentemente com a captura de centenas de holoturias (pepinos do mar) em Ubatuba, para exportação ilegal (<http://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/2016/04/policia-apreende-pepinos-do-mar-que-seriam-levados-ilegalmente-china.html>).

O extrativismo de algas marinhas é realizado a muitos anos nos países asiáticos e em menor escala, também no Brasil. As algas são fontes de sais minerais e proteínas, tendo seu lugar na base da alimentação japonesa. Além do uso direto, as algas possuem substâncias que, ao serem isoladas, podem ser utilizadas em diversos ramos da indústria moderna. Os ficolóides (ágar, carragena e alginato) são utilizados em produtos derivados do leite, shampoos, cosméticos, pastas de dente, gelatina e muitos outros (ALMEIDA, 2008). Apesar da grande gama de utilizações não foram encontrados estudos que relatam a utilização desses produtos extraídos diretamente de costões da região da APAMLN.

O turismo de sol e mar e turismo náutico também tem forte relação com o ecossistema costão, sendo explorado e visitado por um número significativo de turistas, especialmente nos meses de alta temporada. A característica de alta diversidade de ambientes e de formas vivas dos costões rochosos possibilitam a prática de atividades de lazer e turismo muito prazerosas como o do mergulho que vem crescendo notavelmente nos últimos anos. Em locais com boa visibilidade as pessoas podem maravilhar-se com a variedade de formas e cores apresentadas nos costões, com mergulhos livres e autônomos (com ar comprimido). O contato com os animais das rochas, com as algas e peixes que

permeiam a costa, deve ser uma das primeiras formas de sensibilização do ser humano para a preservação do ambiente marinho costeiro e oceânico (CARVALHAL & BERCHEZ, 2016).

A educação ambiental também é uma atividade que vem crescendo nas áreas da APAMLN. Projetos realizados dentro de Parques Estaduais, como por exemplo o Projeto Trilha Sub-Aquática implantado a partir de janeiro de 2002 no Parque Estadual de Ilha Anchieta (PEIA), tem como objetivo desenvolver, aplicar e testar através de projetos de pesquisa, modelos de atividades de educação ambiental para os ecossistemas marinhos, incluindo costões rochosos (BERCHEZ *et. al.*, 2007).

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 e na APAMLN. Das 58 espécies exóticas registradas diversas espécies de algas e invertebrados são registrados para a área (Quadro 3.2.2.2.4-5).

Quadro 3.2.2.2.4-5 – Listagem das espécies exóticas invasoras estabelecidas nos costões da APAMLN.

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 Ilhabela, 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>Branchiomma 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>Branchiomma 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).	
Grupo/Espécie				Distribuição
	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).
		Dasyaceae	<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 aquariofilia e aves migratórias (MMA/SBF, 2009).

■ Resíduos sólidos e poluição

Os costões são afetados, da mesma forma que as praias, pela contaminação sanitária. Assim, a degradação associada aos baixos níveis de balneabilidade em diversas localidades da APAMLN também afeta os costões associados, como detalhado no diagnóstico do meio físico.

Os costões rochosos são também 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 APAMLN, mesmo em áreas mais distantes e remotas, como as ilhas costeiras.

Figura 3.2.2.4-7 – Resíduos sólidos no costão da praia do Alto (Ubatuba).



Fonte: Milanelli.

Outro aspecto importante é o aumento sazonal da população, em geral no verão, o que acarreta um acréscimo significativo da carga orgânica lançada nos corpos de água utilizados como receptores de esgotos (SATO *et. al.*, 2005). Esse fato é agravado na área da APAMLN devido a alto índice de pluviosidade nessa época do ano, que contribui sobremaneira com a poluição das águas costeiras.

■ Ocupação desordenada

Os costões na área da APAMLN têm sofrido interferências relacionadas à ocupação irregular, com a construção de estruturas como píeres, muros de arrimo, piscinas e despejo de cloro relacionado, helipontos e enrocamentos. A perda de habitat, sombreamento e aterro de costões resulta em perturbações no equilíbrio da comunidade.

Em regiões próximas a aglomerados urbanos, a construção de portos, edificações, indústrias e expansão imobiliária são as principais pressões antrópicas dos costões rochosos (COUTINHO, 2004). O crescente aumento da ocupação da linha de costa, associado à urbanização das áreas costeiras, representa ameaça à manutenção da qualidade ambiental dos costões rochosos do litoral norte de São Paulo. Segundo Tominaga (2007), as alterações realizadas no ambiente, o adaptando para receber o contingente populacional, são muitas vezes inadequadas e aumentam as condições de instabilidade aumentando a probabilidade de riscos naturais, afetando seus recursos e causando conflitos institucionais.

Essa ocupação desordenada, muitas vezes como consequência da privatização dos costões rochosos constitui um grande problema para os organismos desse ecossistema. Além da desfiguração do habitat, o aumento do lançamento de esgoto, muitas vezes sem tratamento, prejudica o crescimento das espécies bentônicas. Além disso, o aumento do desmatamento da vegetação natural das encostas leva a um aumento na turbidez da água, que somada a maior presença de resíduos sólidos devido a poluição acarreta uma mudança na zonation encontrada nos costões rochosos, principalmente quanto a presença de algas e animais filtradores (COUTINHO, 2004).

Figura 3.2.2.2.4-8 – Ocupação desordenada em costões rochosos na APAMLN.



Fonte: Milanelli.

■ Vazamentos de óleo

De modo geral, costões de locais abrigados, como os do interior de Baías, canais e enseadas, onde o embate de ondas é reduzido, são classificados como altamente vulneráveis. Em situações graves, o

contaminante pode permanecer nesses ambientes por vários anos (API, 1985; MICHEL & HAYES, 2002) e as perturbações podem se fazer sentir por mais de 10 anos (SOUTHWARD & SOUTHWARD, 1978; HAWKINS *et. al.*, 1985). Costões expostos, são menos vulneráveis, uma vez que a ação das ondas constitui um agente efetivo na remoção e limpeza natural (LOPES *et. al.*, 2007).

Figura 3.2.2.4-9 – Derramamento de óleo em costões rochosos. Na foto, mexilhões e um caranguejo cobertos de óleo.



Fonte: Jae C. Hong / AP Photo.

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).

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 da APAM sob os efeitos das mudanças climáticas. Os ecossistemas costeiros, incluindo os costões rochosos, 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 presa (HELMUTH *et. al.*, 2006).

3.2.2.2.5 Estado de Conservação

A maior parte dos costões da APAMLN ainda se encontra em um bom estado de conservação, principalmente em relação à presença de importantes Unidades de Conservação, como o Parque Estadual da Serra do Mar, o Parque Estadual de Ilhabela e o Parque Estadual da Ilha Anchieta. Porém, apesar desse trecho do litoral paulista ser um dos mais estudados do país a falta de padronização das metodologias utilizadas para as análises de comunidade e populações torna difícil uma avaliação mais abrangente sobre a qualidade ambiental, assim como a detecção de modificações ocorrendo na região, independentemente de suas causas (GUILARD *et. al.*, 2008).

Estudos de monitoramento ambiental na região foram feitos principalmente no canal de São Sebastião devido a presença do emissário submarino do Terminal Marítimo Almirante Barroso – TEBAR (COUTINHO, 2004). O TEBAR – DTCS (Ductos e Terminais do Centro Sul) constitui o principal terminal marítimo do país, recebendo por volta de 55% do petróleo transportado no Brasil. Em função disso, um grande número de ocorrências de vazamentos e derrames acidentais de petróleo em operações rotineiras (em sua maioria de pequena e média gravidade) foi registrado contribuindo para a poluição crônica em áreas próximas. Em consequência desses derrames, inúmeros costões rochosos e praias vêm sendo atingidos sistematicamente acarretando o comprometimento da qualidade ambiental desses ecossistemas. Os ambientes costeiros mais frequentemente atingidos são os costões e praias localizados nos municípios de São Sebastião e Ilhabela, principalmente os do interior do canal, devido à proximidade desses ambientes à fonte poluidora. Entretanto, em menor frequência, costões e praias de todos os municípios do litoral norte paulista já foram atingidos por petróleo ou derivados (POFFO *et. al.*, 1996).

Outra grande preocupação é relacionada a proliferação de espécies exóticas, como por exemplo a entrada de massivas populações do bivalve *Isognomon bicolor*, que era intensa e distribuída por todo o litoral paulista. Porém, estudos recentes, vem observando uma grande diminuição da população desse organismo exótico e aumento de populações nativas de bivalves nos costões rochosos do litoral norte de São Paulo (ARANHA, 2010).

Vários autores vêm enfatizando que uma maior atenção deve ser dada a estudos de longo prazo sobre a comunidade de costões rochosos (MILANELLI, 2003; COUTINHO, 2004; GHILARD *et. al.*, 2008; COUTINHO *et. al.*, 2016). Trabalhos que envolvem a ecologia das comunidades são poucos expressivos sendo que a maioria aborda a ecologia de uma espécie ou táxon específico e raramente são conduzidos por mais de um ano (MILANELLI, 2003). Adicionalmente, o Diagnóstico Participativo (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2014) considera que atenção maior deve ser dada às ilhas presentes na área da APAMLN, incluindo a do Mar Virado (Ubatuba), ilhas do Massaguaçu, Tamanduá e ilha da Cocanha (Caraguatuba), pois abrigam uma grande porção dos costões da APAMLN, são grandes redutos de biodiversidade e estão sendo invadidas e depredadas sem muito controle por parte dos órgãos responsáveis.

Nas ilhas e praias mais afastadas dos centros urbanos os costões rochosos têm uma condição mais preservada, com maior biodiversidade e melhor condição ambiental. Por outro lado, observa-se que em costões, mesmo próximos a fontes antrópicas de poluição, a biodiversidade é relevante. É o caso por

exemplo dos costões do Araçá, em São Sebastião, ao lado do Porto, onde mais de uma centena de espécies de animais e algas está registrada (MILANELLI, 2003).

3.2.2.2.6 Áreas Críticas

De acordo com o Diagnóstico Participativo, DP (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2014), alguns locais merecem atenção devido, principalmente, aos impactos gerados pela poluição difusa, por falta de saneamento básico, pelo pisoteio oriundo do turismo, e pela especulação imobiliária, responsável por inúmeras construções em áreas de costão. Outros trabalhos como os realizados por Poletto & Batista (2008) e Rocha *et.al.* (2010) observaram que alguns locais merecem atenção especial quanto ao perigo do derramamento de óleo na região, devido ao crescente número de empreendimentos relacionados a essa atividade. A seguir, algumas áreas em destaque:

1. Ubatuba: Costões rochosos presentes em toda a extensão das praias do município, principalmente as praias de maior adensamento populacional, como a Praia Grande, Maranduba e as praias localizadas no centro do município;
2. Caraguatatuba: Costões rochosos presentes em toda a extensão dos ambientes praias, especialmente os costões em ambientes de maior adensamento populacional, como as praias do centro de Caraguatatuba;
3. São Sebastião: Todos os costões rochosos presentes entre as praias do município.
4. Ilha de São Sebastião, e todos os costões associados às praias.
5. Ilhas e ilhotas: a maior parte das ilhas encontradas na região possuem formação de costões rochosos com encosta de rocha abrigada, caracterizando segmentos de alta sensibilidade ambiental.

Cabe ainda citar e reforçar os costões da enseada do Araçá como áreas críticas, por estarem impactados pela atividade antrópica ou pela necessidade de sua proteção diante de ameaças iminentes.

Merece destaque também o fato da revisão do Zoneamento Ecológico Econômico do Litoral Norte estar prevendo a alteração de categorias de uso de áreas ao longo do Litoral Norte, o que poderá resultar em novas intervenções afetando direta e indiretamente o ecossistema costão rochoso.

3.2.2.2.7 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 (SUGUIO & MARTIN, 1978). 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 – encerra uma grande variedade de ambientes costeiros e marinhos, propiciando condições para sustentar uma alta diversidade biológica (COUTINHO, 2004).

Um ponto positivo que vem sendo observado é a transformação de várias regiões da APAMLN em Unidades de Conservação (UC), que propicia um maior controle da área. No caso das UCs inseridas na categoria de Parques os seus usos incluem o turismo como uma ferramenta para a manutenção da

biodiversidade e da conservação, mantendo ecossistemas e habitats naturais com populações viáveis de espécies em seus meios naturais de ocorrência, além de propiciar um grande aumento da pesquisa científica na área (PEREIRA, 2007).

Ao mesmo tempo, como ponto negativo, 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 APAMLN a situações de estresse e degradação.

O crescente número de turistas e a ocupação desordenada pode levar a intensas modificações nas estruturas dos costões rochosos. O pisoteio realizado sobre os costões pode influenciar na abundância e diversidade de espécies (BROWN E TAYLOR, 1999), além disso, objetos lançados sobre os costões podem provocar sombreamento e liberar substâncias tóxicas levando a morte ou alterações fisiológicas aos organismos. As construções além de poluírem o ambiente, suprimem a cobertura vegetal original que posteriormente terão os espaços remanescentes ocupados por espécies exóticas por ocasião da ornamentação dos jardins das casas. Além disso, a própria intervenção física na linha de costa e nos próprios costões podem modificar a dinâmica de circulação costeira e todos os aspectos que dela dependem e, portanto, afetar as características desse ecossistema (VILANO *et. al.*, 2012).

A revisão do Zoneamento Ecológico Econômico do Litoral Norte é, de um ponto de vista geral, um avanço para os processos de conservação do ambiente no Litoral Norte Paulista. Apesar de alguns pontos terem sido alterados de forma a aumentar a possibilidade do uso da região por atividades impactantes (como citado no item anterior) ele também, em algumas regiões, ampliou áreas de maiores restrições de uso. Um exemplo foi a ampliação das áreas da Z1M na Praia do Lázaro, restringindo instalações de estrutura náutica na zona entremarés (GERCO, 2016). Além disso ampliou algumas áreas de Proteção integral na parte marítima criando subzonas onde o plano de manejo da área seria mais abrangente e as restrições de uso maiores. Adicionalmente, o próprio texto que propõe a revisão admite que os planos de manejo e estudos de impacto ambiental dessa zona do litoral paulista ainda não foram implementados de forma total, e que é necessário um maior número de estudos e de planos de utilização sustentável dos recursos naturais ali presentes. (GERCO, 2016).

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 das mudanças climáticas previstos para o ambiente marinho estão o aumento da temperatura superficial da água, o aumento do nível do mar, a acidificação dos oceanos, mudanças da salinidade e no hidrodinamismo relacionado a exposição de ondas, aumento de ressacas e mudanças na circulação oceânica (IPCC, 2013).

Invertebrados e algas que habitam a zona entremarés podem ser particularmente vulneráveis a flutuações na temperatura, já que os organismos devem ser adaptados a temperaturas extremas de ambos ambientes marinhos e terrestres. Nos costões rochosos uma gama de faixas diferentes condições térmicas e ambientais ocorrem em uma pequena área, e seus habitantes estão em seu limite da tolerância fisiológica. Dessa forma, qualquer mudança nos parâmetros abióticos (p.e. temperatura e tempo de exposição ao ar) pode levar a eventos de morte, extinção local ou a expansão da área de distribuição (MASSA *et. al.*, 2009).

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 (COUTINHO *et. al.*, 2015). Influências de ondas, ressacas e tempestades nos costões rochosos incluem mudanças na composição de espécies, riqueza e diversidade, na intensidade de interações, tais como competição e predação, e mesmo na expansão das zonas ocupadas pelos organismos e as respectivas bandas (COUTINHO *et.al.* 2016). A acidificação dos oceanos também pode causar grandes impactos nos organismos de costões rochoso, estudos vem demonstrando que além do impacto direto em algas calcárias, impactos fisiológicos e mudanças na capacidade de adesão de alguns organismos, impactos indiretos incluem mudanças na relação predador presa e graus de dominância de vários organismos (ASNAG *et. al.*, 2013).

3.2.2.2.8 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, a APAMLN pode 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) e Turra & Denadai (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 (que apresentam baixa tolerância a variações do ambiente), 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.

Além do monitoramento devido a mudanças climáticas é necessário o monitoramento dos costões rochosos a longo prazo. Estudos das comunidades encontrados até o momento na região são geralmente feitos por períodos curtos o que torna difícil o conhecimento dos atuais estados de

conservação e as causas de mudanças ocorrendo nas populações. Ressalta-se a importância do estabelecimento de programas com protocolos de monitoramento da biodiversidade direcionados para grupos biológicos bioindicadores que possuem potencial de discriminar níveis de impactos ambientais e cujas respostas representem os efeitos sobre outros grupos da biodiversidade.

Outro ponto importante é o monitoramento de espécies invasoras devido a construção de estruturas artificiais, água de lastro e tráfego de embarcações. Para isso é necessário um estudo contínuo das espécies encontradas nos costões principalmente próximos a locais onde essas atividades ocorrem intensamente. Ainda um monitoramento dos graus de cobertura e de zonação encontrada nos costões onde o aumento da ocupação humana vem ocorrendo é de extrema importância para que se possa individualizar os impactos nos organismos e na estrutura do costão rochoso dessas áreas.

3.2.2.2.9 Lacunas de conhecimento

Os costões rochosos inseridos na APAMLN são ainda pouco conhecidos. Esta situação é ainda mais grave nas ilhas costeiras, com poucos e isolados estudos. Programas de monitoramento são praticamente inexistentes na área. O Quadro 3.2.2.2.2-2 mostra a lista de referências encontradas que abordam de alguma forma costões rochosos inseridos na APAMLN. Como podemos observar nessas referências a maior parte dos estudos engloba apenas algum componente da comunidade, sendo grandemente escasso os estudos que abordam todos os organismos encontrados nos costões. Apesar disso, segundo Ghilard *et.al.* (2008) diferenças na metodologia de estudo utilizada para estudos de costões rochosos impede uma comparação entre os estudos e conseqüentemente uma visão geral sobre o atual estado de conservação desses ambientes. Trabalhos como o apresentado por Leite *et.al.* (2011) que mostra os padrões de zonação de costões rochosos de Caraguatatuba, São Sebastião e Ubatuba são praticamente inexistentes.

Apesar de ser encontrado um número relativamente alto de estudos sobre as comunidades bênticas das áreas da APAMLN esses estudos não são distribuídos uniformemente. Áreas como o Canal de São Sebastião, que englobam alguns costões rochosos das cidades de Caraguatatuba, São Sebastião e Ilhabela, possuem um grande número de estudo (ver Quadro 3.2.2.2.2-2). É também nessa região onde o maior estudo de monitoramento ambiental de longo prazo dos organismos de costões rochosos foi realizado por Milanelli (2004).

Ainda, podemos observar que apesar de um grande número de estudos ser encontrado na região de Ubatuba (ver Quadro 3.2.2.2.2-2) a maior parte desses se concentra nas praias de Itaguá, Lazaro, Fortaleza, Enseada, Perequê-Mirim e Picinguaba. Um cenário ainda mais preocupante é observado quando falamos de costões das Ilhas e Ilhotas da região onde estudos são praticamente inexistentes. Além das Ilhas de São Sebastião e Ilhabela, a Ilha Anchieta (Ubatuba) também apresenta um grande número de estudos principalmente na Enseada das Palmas. Nesse local encontram-se estudos mais detalhados sobre a distribuição dos organismos no costão rochoso (GHILLARD, 2007; PEREIRA, 2007; RIBEIRO, 2010). A Ilha Anchieta é um Parque Estadual, e com isso apresenta também alguns estudos sobre educação ambiental e turismo ecológico (BERCHEZ *et.al.*, 2016), além de estudos sobre o impacto do turismo (PEDRIMI *et.al.*, 2007). O único estudo encontrado que abordou comunidades de costões rochosos de outras ilhas foi o realizado por Nogueira (2003) que estudou a comunidade associada a corais nas ilhas do Mar Virado e Búzios.

Estudos específicos sobre organismos exóticos nos costões rochosos da APAMLN são também muito pouco encontrados. Excetuando-se registros pontuais, mostrados no Quadro 3.2.2.2.4-5, somente um estudo foi encontrado abordando padrões de distribuição, monitoramento temporal e ecologia de espécies exóticas nos costões rochosos da APAMLN, realizado por Aranha (2010) que estudou a

distribuição do bivalve exótico *Isognomon bicolor* nos costões rochosos de São Sebastião, Caraguatatuba e Ubatuba. O estudo mais recente encontrado sobre espécies exóticas foi o realizado por Marques *et.al.* (2013) onde registros pontuais de espécies exóticas foram observados nas vizinhanças do canal de São Sebastião onde o objetivo era o reconhecimento de possíveis bioinvasores de espécies bênticas na região do Porto.

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 os 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. Adicionalmente não foram encontrados estudos do impacto ambiental causado por navegações e ancoragens próximas a costões rochosos da APAMLN, o que seria de extrema importância devido ao crescente número de embarcações na área principalmente devido ao turismo.

3.2.2.2.10 Potencialidades / Oportunidades

A APAMLN é uma área de muita beleza natural, provida de muitos recursos naturais e serviços ecossistêmicos. Portanto, para a sua conservação, 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 encontra a APAMLN encontram-se duas bases de pesquisa da Universidade de São Paulo, o Instituto Oceanográfico, localizado no município de Ubatuba (Setor Cunhambebe) e o CEBIMar – Centro de Biologia Marinha (Setor Ypautiba). Muitos dos dados referentes a ecologia, biologia, recurso pesqueiro, distribuição de populações, entre diversos outros foram realizados por esses centros de pesquisa. Essas duas bases juntas fornecem muito conhecimento sobre os costões rochosos da APAMLN, assim como outros ambientes costeiros e marinhos. Uma crescente integração entre estes centros e a APAMLN pode evoluir para a criação de projetos e demandas que subsidiem cada vez mais a unidade.

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 APAMLN no atendimento aos seus objetivos e metas de conservação e uso sustentável.

Estudos relacionados à implementação de zonas de exclusão de pesca também seriam importantes. Nesse contexto, trabalhos como o realizado por Xavier (2010) que utiliza dados adquiridos com os próprios pescadores artesanais são muito importantes e devem ser estendidos para outras regiões da APAMLN. Nesse estudo o autor analisou a possibilidade do uso do conhecimento dos pescadores em Caraguatatuba e Picinguaba (Ubatuba) para a determinação de zonas de restrição da pesca e uso de certos apetrechos. Ainda, enfatizam a importância da participação de atores como os pescadores

tradicionais no processo de elaboração de políticas públicas e de seus instrumentos como no caso do Zoneamento Ecológico-Econômico, como uma das únicas saídas para a realização do gerenciamento costeiro integrado.

Outro programa que merece destaque é o Projeto Ecossistemas Costeiros do Instituto de Biociências e Parque CienTec da USP. Esse projeto visa o desenvolvimento de protocolos avançados de educação ambiental em campo e simultaneamente a formação continuada de profissionais voltados para a sua aplicação através da monitoria. Os resultados educacionais são também posteriormente avaliados através de projetos de pesquisa. Apesar de não visar especificamente costões rochosos a implementação de estudos sobre uso sustentável e ecoturismo nessas regiões seria de grande importância para esses ambientes. Adicionalmente, pela região da APAMLN apresentar um bom número de costões rochosos preservados, os estudos de como as mudanças climáticas estão afetando esses ambientes levará a um grande impulso no conhecimento desses fenômenos.

Um aspecto que vem sendo cada vez mais abordado em âmbito mundial é a Educação Ambiental, que visa informar a população sobre o uso sustentável dos recursos naturais e é de grande importância para a conservação do ambiente marinho. Um bom exemplo é o Projeto Trilha Subaquática que foi iniciado em janeiro de 2001 no Parque Estadual da Ilha Anchieta (Ubatuba, SP) com os modelos “Trilha Subaquática em Mergulho Livre” e “Palestra” (BERCHEZ *et. al.*, 2007). Porém nos anos seguintes foram criados novos modelos e atividades também em outras localidades como no Centro de Biologia Marinha da USP (CEBIMar-USP) e na Fundação Mar (Fundamar) no município de São Sebastião (SP). Foi idealizada e implantada uma nova abordagem de educação ambiental para os ecossistemas marinhos, baseada na criação de protocolos de atuação, implementação e análise em termos de eficiência educacional e do possível impacto ecológico decorrente dos mesmos. Uma maior ênfase foi dada aos ambientes de costão rochoso, nos quais foram compartilhadas as informações obtidas no projeto de pesquisa “Levantamento Fisionômico de Substratos Consolidados”, no qual foi realizado uma análise da biota e um mapeamento detalhado de toda a área de fundo consolidado da Enseada das Palmas, Ilha Anchieta (Ubatuba, SP). A partir de 2016, a ONG ECOSTEIROS passará a realizar o Projeto Trilha Subaquática, dando continuidade no oferecendo das atividades de Educação Ambiental em ambientes marinhos (<http://www.ecosteiros.eco.br/index.php/o-que-fazemos/projeto-trilhasub>), dessa forma espera-se uma ampliação desses projetos para outras áreas do Litoral Norte Paulista.

Outro exemplo de projetos de educação ambiental ocorre no Núcleo Pinguaba que faz parte do Parque Estadual da Serra do Mar, onde encontram-se restingas, manguezais, praias e costões rochosos que se tornaram parte do cenário protegido pela Unidade de Conservação. Nesses ambientes vem sendo desenvolvido o programa Trilhas de São Paulo, que entre outras inclui a Trilha da Praia do Sul, onde é possível observar o costão rochoso do Saco das Taquaras, que se encontra ainda muito preservado (<http://trilhasdesaopaulo.sp.gov.br/trilhas/trilha-da-praia-brava-da-almada-nopsm-%E2%80%93-nucleo-pinguaba/>).

Segundo o Ministério do Turismo, o ecoturismo é o segmento da atividade turística que utiliza, de forma sustentável, o patrimônio natural e cultural, incentiva sua conservação e busca a formação de uma consciência ambientalista por meio da interpretação do ambiente, promovendo o bem estar das populações. Através da interpretação do ambiente e da formação de uma consciência ambientalista, o ecoturismo utiliza o patrimônio cultural e natural de forma sustentável, promovendo o bem estar das comunidades envolvidas. Contudo, essas atividades ainda estão sendo realizadas de forma equivocada gerando falta de credibilidade quanto à sustentabilidade gerada (SERRANO, 2000). A criação das Unidades de Conservação foi muito importante no controle desse aspecto. Porém, dentre os pontos fracos mais comuns para essa gestão é a falta de recursos financeiros para o desenvolvimento dos seus objetivos. No intuito de minimizar tal ponto fraco, diversas fontes de custeio podem contribuir para a sustentabilidade financeira, como instituição de taxas para o uso público

através do turismo e a incorporação de custos sociais e ambientais da degradação gerada por determinados empreendimentos, denominados como taxas de compensação ambiental são as alternativas mais comuns.

Pode-se observar em diversas regiões do mundo a existência de gestões adequadas sempre aliada com projetos governamentais bem planejados, resultando geralmente em importantes fontes de renda para as áreas protegidas. Um bom exemplo está na América do Sul, mais especificamente no Equador, onde o Parque Nacional das Ilhas Galápagos, recebe cerca de 80 mil turistas estrangeiros por ano, que pagam uma taxa de entrada de 100 dólares, gerando mais de oito milhões de dólares por ano revertidos para a sua conservação e manutenção (BENSUSAN, 2006). Outro exemplo que merece ser destacado dentro do território nacional, e o, verificado no arquipélago de Fernando de Noronha, onde todo visitante deve pagar uma taxa de preservação ambiental, cerca de R\$ 38,00 por dia de permanência. A ilha possui duas unidades de conservação que atingem todo seu território: um parque nacional e uma área de proteção ambiental (APA) (SOCIOAMBIENTAL, 2013).

No âmbito ainda do turismo sustentável temos o turismo náutico, que ainda não é muito praticado no Brasil, mas vem crescendo no âmbito mundial. O turismo náutico vem sendo considerado um aliado-chave da sociedade no desenvolvimento dos recursos naturais e culturais existentes nas zonas costeiras. Vejamos alguns exemplos para uma prática satisfatória, o barco à vela, as diferentes formas de surf, a canoagem, ou o mergulho, precisam de uma estrutura e um ambiente marítimo, bem mantido. Esta condição reforça a oferta de atividades turísticas e, portanto, aumenta o valor dos destinos, tendo uma posição estratégica na transmissão de valores para criar e desenvolver junto do cidadão um interesse pela natureza e pelo desporto; este impacto educacional é tão positivo para os turistas como para a população local. Dessa forma, o número expressivo de costões rochosos em ilhas e praias isoladas presentes na APAMLN favorece muito a implantação desse tipo de atividade. Porém, o turismo náutico tem igualmente consequências para o ambiente e é necessário gerir e reduzir o seu impacto ecológico, por isso é necessária uma colaboração público/privada para a promoção dos destinos náuticos. Um exemplo de controle e promoção é a Federação Europeia de Turismo Náutico que fiscaliza e cria modelos para a escolha de locais e para a correta realização do turismo náutico na Europa.

3.2.2.2.11 Contribuição para o Planejamento e Gestão dos Costões da APAMLN

Considerando os costões rochosos da APAMLN, 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. O controle da água de lastro é muito importante principalmente quanto a introdução de espécies exóticas. Locais principalmente onde seja observado um grande número de barcos como nas regiões do Porto de São Sebastião estudos contínuos da água e costões rochosos são necessários para a identificação de possíveis bioinvasores de espécies bênticas.
- Acompanhar e fazer gestão junto ao zoneamento ecológico econômico e demais instrumentos de uso do território para que os objetivos da APAMLN sejam garantidos no que diz respeito à integridade e uso sustentável dos costões rochosos e fiscalização visando reprimir práticas ilegais e irregulares. Os costões rochosos encontram-se associados a estuários, baías ou diretamente expostos na linha da costa sendo considerado no Brasil como de preservação permanente. A região entremarés é o ambiente mais crítico no que diz respeito a esse aspecto, já que

praticamente todos os impactos causados pela ocupação e extrativismo alcançam essa área. Para um uso sustentável dos costões deve haver um controle sobre as atividades nela realizada como: observação da proibição da pesca amadora nas regiões de exclusão de pesca; a obrigatoriedade da licença de pescador amador; controle onde é permitido o extrativismo de subsistência, com estudos para que se conheça o quanto pode ser retirado do costão e ele consiga se recuperar, entre outros.

- Estimular medidas de controle de resíduos sólidos nas atividades relacionadas ao uso dos costões rochosos, como aumento do saneamento básico em áreas de costão e tratamento de água dos efluentes domésticos e industriais;
- Promover junto a instituições de ensino e pesquisa estudos para estimar a capacidade de suporte dos costões rochosos em atividades que impactem de alguma forma esse ambiente (extrativismo, navegação, maricultura, etc.);
- Incentivar a implementação de 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; e,
- Incentivar a criação de Reservas Extrativistas em áreas de costões rochosos para que seja permitida a extração de alimentos, por parte das populações tradicionais locais, sem comprometer os estoques naturais.
- Incentivar e propor regiões de costões rochosos para a criação de áreas de proteção integral, garantindo assim áreas de berçário de espécies ameaçadas e de interesse econômico.

3.2.2.2.12 Bibliografia

ALMEIDA, V. F. Importância dos costões rochosos nos ecossistemas costeiros. Cadernos de Ecologia Aquática 3 (2), p. 19-32. 2008.

ALVES, D. F. R. Estrutura e dinâmica da comunidade de caranguejos braquiúros e porcelanídeos (Crustacea, Decapoda) do sublitoral consolidado da região da Ilha da Vitória, Ilhabela, litoral Norte do Estado de São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu: 2009.

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

AMBI – Azti Marine Biotic Index – 2009. AZTI-Tecnalia. Disponível em: <<http://www.azti.es>>. Acesso em: 26 de agosto de 2016.

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

ARANHA, T. P. Situação atual da ocorrência do bivalve invasor *Isognomon bicolor* no litoral norte paulista e variabilidade genética da espécie no sudeste brasileiro. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biologia, Universidade de Campinas. Campinas: 2010.

ASNAGHI V. et.al. Cascading Effects of Ocean Acidification in a Rocky Subtidal Community. PLoS ONE 8(4): 2013. Disponível em: <<http://bit.ly/2h9jQsM>>. Acesso em: dezembro de 2016.

BENSUSAN, N. Conservação da biodiversidade em áreas protegidas. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

BERCHEZ, F. A. S. et.al. Projeto trilha subaquática: sugestão de diretrizes para a criação de modelos de educação ambiental em unidades de conservação ligadas a ecossistemas marinhos. OLAM Ciência & Tecnologia Rio Claro/SP, Brasil Ano VII, 7(3), 181p. 2007.

BLANCO, C. G.; GUSMAO-JR., J. B.; CHRISTOFOLETTI, R. A. & COSTA, T. M. Hydrodynamism and its influence on the density of the decorator crab *Microphrys bicornutus* (Mithracidae) on intertidal rocky shores from a subtropical region. Mar. Biol. Res., 7(7), p. 727-731. 2011.

BORGES, R. P. Abordagem temporal da repartição espacial, diversidade e dominância em uma comunidade de costão rochoso intermareal da Praia da Tatuíra, São Sebastião. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo: 1996.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Cadastro Nacional de unidades de conservação. 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index>>. Acesso em: novembro de 2016.

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.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. SBF. Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil/Ministério do Meio Ambiente. Sério Biodiversidade, 33. Brasília: MMA/SBF. 2009.

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 ed., Rio Claro: UNESP. 2014.

- CAPITANI, J. D. Estrutura populacional e variabilidade genética de anêmonas-do-mar da região entremarés de costão rochoso. Dissertação de Mestrado. Instituto de biologia, Universidade de Campinas. Campinas: 2007.
- CARVALHAL, F. & BERCHEZ, F. A. S. Costão Rochoso, a diversidade em microescala. [S.l.]. 2009.
- CHRISTOFOLETTI, R. A.; ALMEIDA, T. V. V. & CIOTTI, A. M. Environmental and grazing influence on spatial variability of intertidal biofilm on subtropical rocky shores. Mar. Ecol. Prog. Ser., 424: p. 15-23. 2011b.
- CHRISTOFOLETTI, R. A.; TAKAHASHI, C. K.; OLIVEIRA, D. N. & FLORES, A. A. V. Abundance of sedentary consumers and sessile organisms along the wave exposure gradient of subtropical rocky shores of the south-west Atlantic. J. Mar. Biol. Assoc. U. K., 91(5): p. 961-967. 2011a.
- CHRISTOFOLETTI, R.A.; MURAKAMI, V.A.; OLIVEIRA, D.N.; BARRETO, R.E. & FLORES, A.A.V. Foraging by the omnivorous crab *Pachygrapsus transversus* affects the structure of assemblages on sub-tropical rocky shores. Mar. Ecol. Prog. Ser., 420: 125–135. 2010.
- COIMBRA, C. S. & BERCHEZ, F. A. S. habitat heterogeneity on tropical rocky shores: a seaweed study in southern Brazil. Journal of Phycology, 36(3): p. 14-15. 2000.
- COIMBRA, C. S. Caracterização ecológica das comunidades bentônicas da região entre-marés no costão sul da Praia do Itaguá, Ubatuba, SP. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo: 1998.
- CORTE, G. N.; NASCIMENTO, M. C.; PAVANI, L. & LEITE, F. P. P. Crustáceos associados à macroalga *Ulva* spp. em praias com diferentes características ambientais. Bioikos, 26(2): p. 101-111. 2013.
- COUTINHO, R. & ZALMON, I. R. O Bentos de costões rochosos. In: PEREIRA, R. C. & GOMES A. S. Biologia Marinha. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.
- 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. Monitoramento de Longo Prazo dos Costões Rochosos. In: Protocolos para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros - Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros – ReBentos. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2015.
- 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. [S.l.]. 2004.
- 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.
- DAILY, G. Introduction: What are ecosystem services. Island Press, Washington, D.C: 1997

DAUNT, A. B. P. Caracterização estrutural e funcional da comunidade do costão rochoso da praia da Feiticeira, Ilhabela: contribuição para avaliação de impactos gerados por vazamento de óleo. Trabalho de conclusão de curso. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro: 2008.

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

ESTON, V. R. & BUSSAB, W. O. An experimental analysis of ecological dominance in a rocky subtidal macroalgal community. *J. Exper. Mar. Biol. Ecol.* 136(3): p. 179-195. 1990.

ESTON, V. R. Avaliação experimental da dominância ecológica em uma comunidade de macroalgas do infralitoral rochoso (Ubatuba, SP, Brasil). Tese de doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo: 1987.

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.

FISHER, B.; TURNER, R. K. & MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological economics*, 68(3): p. 643-653. 2009.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. Diagnóstico Participativo Área de Proteção APAMLN e ARIE SS. [S.I.]. 2014.

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

GALLO, D. G. Efeito de efluentes sobre o sistema biofilme-herbívoro em costões rochosos subtropicais. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo: 2016.

GERCO – Gerenciamento Costeiro. Zoneamento Ecológico-Econômico Setor Costeiro do Litoral Norte. Revisão do Decreto no 49.215/2004. Versão Audiência Pública de outubro e novembro de 2016.

GHILARDI, N. P. Utilização do método dos povoamentos na caracterização de comunidades bentônicas em trecho do infralitoral consolidado da Enseada das Palmas, Ilha Anchieta, Ubatuba (SP). Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo: 2007.

GHILARDI, N. P.; PEREIRA FILHO, G. H. & BERCHEZ, F. Current knowledge status of the ecology of hard bottom benthic communities in Brazil and the need for new approaches. *Oecologia Australis*, 12(2): p. 197-205. 2009.

GOUVEIA, R. C. M.; MENDES, F. H. P.; HADEL, V. H. & TIAGO, C. G. Estrutura básica da comunidade bentônica intermareal do costão rochoso da Ponta do Baleeiro (São Sebastião). In: Reunião Anual da SBPC, 40. Resumos. São Paulo: Ciência e Cultura, 1988.

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, 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.; HAWSKINS, 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: Cambridge Univ. Press, 2013.

JACOBUCCI, G. B. & LEITE, F. P. P. Distribuição vertical e flutuação sazonal da macrofauna vágil associada a *Sargassum cymosum* C. Agardh, na praia do Lázaro, Ubatuba, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 2002.

LAMPARELLI, C. C. Mapeamento dos ecossistemas costeiros do Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 1998.

LEITE, F. P. P. et. al. Ecossistemas. 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.

LOPES, C. F.; MILANELLI, J. C. C. & JOHNSCHER-FORNASARO, G. Programa de biomonitoramento de costões rochosos sujeitos a impactos por petróleo. III Simpósio sobre ecossistemas da costa brasileira: subsídios a um gerenciamento ambiental. *Publicação ACIESP 87 (3)*: p. 293-300. 1994.

LOPES, C. F.; MILANELLI, J. C. C.; POFFO, I. R. F. Ambientes costeiros contaminados por óleo: procedimentos de limpeza – manual de orientação. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2007.

LOPES, C. F.; MILANELLI, J. C. C.; PROSPERI, V. A.; ZANARDI, E. & TRUZZI, A. C. Coastal Monitoring Program of São Sebastião channel: assessing the effects of 'Tebar V' oil spill on rocky shore populations. *Mar. Pollut. Bull.*34(11): p. 923-927. 1997.

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.

MARQUES, A. C. et.al. Rapid assessment survey for exotic benthic species in the São Sebastião Channel, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(2): p. 398-407. 2013.

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: 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. São Paulo: IOUSP, 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. Tese de Doutorado em Oceanografia Biológica. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis Island Press. 2005.

MORENO, T. R. & ROCHA, R. M. Ecologia de costões rochosos. Estud. Biol., Ambiente Divers. v .34, nº83, p.191-201, 2012.

NOGUEIRA, J. M. D. M. Fauna living in colonies of *Mussismilia hispida* (Verrill) (Cnidaria: Scleractinia) in four South-eastern Brazil islands. Brazilian Archives of Biology and Technology, 46(3): p. 421-432. 2003.

OLIVEIRA FILHO, E. C. & MAYAL, E. M. Seasonal distribution of intertidal organisms at Ubatuba, São Paulo (Brazil). Revista Brasileira de Biologia 36: p. 305-316. 1976.

OLIVEIRA, D. A. Distribuição espacial e temporal dos anfípodes gamarídeos associados a diferentes substratos secundários de costão rochoso de praias do litoral norte do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade de Campinas. Campinas: 2004.

OSSE, A. C. Aspectos da estrutura espaço-temporal de uma comunidade intermareal de costão rochoso da Ponta da Fortaleza, Ubatuba, SP. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo: 1995.

PEREIRA, A. P. V. Caracterização fisionômica da comunidade marinha bentônica de substrato consolidado do infralitoral no costão oeste da Enseada das Palmas, Parque Estadual da Ilha Anchieta, Ubatuba-SP, Brasil. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2007.

PEREIRA, P. H. C.; BIASI, P. C. & JACOBUCCI, G. B. Dinâmica populacional e distribuição espacial de *Tricolia affinis* (Mollusca: Gastropoda) associados a *Sargassum* spp. no litoral norte de São Paulo. Revista Brasileira de Zoociências, 12(1): p. 7-16. 2010.

REBENTOS. Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros. 2016. Disponível em: <<http://rebentos.org/>>. Acesso em: 22 de setembro de 2016.

RIBEIRO, H. L. Padrões de estruturação de comunidades marinhas bentônicas de substrato consolidado do infralitoral-Praia de Fora à Ponta do Norte-Parque Estadual da Ilha Anchieta, Ubatuba, SP. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo: 2010.

ROCHA, R. M. D. Abundance and distribution of sessile invertebrates under intertidal boulders (São Paulo, Brazil). Boletim do Instituto Oceanográfico, 43(1): p. 71-88. 1995.

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. São Paulo: 2008.

SATO, M. I. Z. et. al. Sanitary quality of sands from marine recreational beaches of São Paulo, Brazil. *Braz. J. Microbiol.* 36(4): p. 321-326. 2005.

SERRANO, C. A educação pelas pedras: uma introdução. In: SERRANO, Célia (org). A educação pelas pedras: ecoturismo e educação ambiental. São Paulo: Chronos, 2000.

SOCIOAMBIENTAL. 2016. Disponível em: <<https://uc.socioambiental.org>>. Acesso em: novembro de 2016.

SOUTHWARD, A. J. & SOUTHWARD, E. C. Recolonization of rocky shores in Cornwall after use of toxic dispersants to clean up the Torrey Canyon spill. *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.

SZÉCHY, M. T. M.; VELOSO V.G. & PAULA, E. J. Brachyura (Decapoda, Crustacea) of phytobenthic communities of the sublittoral region of rocky shores of Rio de Janeiro and São Paulo, Brazil. *Tropical Ecology.* v. 42, nº2, p. 231-242, 2001.

TANAKA, M. O. & DUARTE, L. F. L. Recruitment variation of the barnacle *Chthamalus bisinuatus* Pilsbry 1916 in an exposed rocky shore in southeast Brazil. *Bull. Mar. Sc.* 62(1): p. 285-292. 1998.

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. São Paulo: 2015.

VILANO, W. F. Aspectos biogeográficos e paleogeográficos de costões rochosos de Ubatuba-São Paulo. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo: 2013.

XAVIER, L. Y. Participação de comunidades de pescadores tradicionais na elaboração de políticas públicas para a zona costeira: Um estudo de caso sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico Marinho no Litoral Norte de São Paulo. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo: 2010.