



NATALY NUNES SLIVAK

FAUNA ECHINODERMATA DE SANTA CATARINA, BRASIL: Levantamento faunístico e características populacionais de *Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller & Troschel, 1842.

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Área de Concentração: Biodiversidade

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Helena P. Romanowski

Co-Orientador: Prof<sup>º</sup> Dr<sup>º</sup> Alberto Lindner

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
Porto Alegre – RS  
2013

FAUNA ECHINODERMATA DE SANTA CATARINA, BRASIL: Levantamento  
faunístico e características populacionais de *Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller  
& Troschel, 1842.

NATALY NUNES SLIVAK

Aprovada em 20 de Junho de 2013.

Dra. Avaliadora 1: Carla Penna Ozorio

Dr. Avaliador 2: Carlos Renato Rezende Ventura

Dr. Avaliador 3: Márcio Borges Martins

## **AGRADECIMENTOS**

À minha dinda, tia e irmão que andaram comigo durante toda a jornada, com amor, carinho e compreensão, nunca me deixando para trás, mesmo nos momentos de estresse.

Aos meus pais pelo investimento e por acreditarem em mim e na minha escolha profissional, por me amar incondicionalmente, e por muitas vezes suportar os momentos de dificuldades juntos. Amo vocês!!!

À minha querida amiga e colega de profissão Norma Würdig pelo apoio sem medir tempo ou esforço.

À minha orientadora Helena Romanowski que oportunizou o meu mestrado, e que me deu a base para poder realizar o projeto, além de dar muitas dicas de mergulho.

Ao meu co-orientador Alberto Lindner pela confiança e todos os momentos de conversa para enfim decidirmos o que fazer, além de todo o apoio financeiro aos mergulhos.

Ao PPGBAN pela estrutura do curso e a vontade de sempre crescer, além do apoio financeiro para a realização do projeto.

Aos professores do PPGBAN e PPGECO pelos ensinamentos em todas as disciplinas realizadas.

Às operadoras de mergulho Cultura Subaquática e Acquanauta pelo apoio logístico e a dedicação em preservar o ambiente marinho.

À CAPES pelo apoio financeiro da bolsa auxílio que, indispensável a realização de mais um sonho.

À FAPESC proj. 4302/2010-8 pelo apoio financeiro aos mergulhos.

A Márcia Nogueira, por todo apoio emocional e incentivo para nunca deixar de sonhar.

Aos eternos amigos Juliana Lourenço, Karine Maciel, Caroline Junqueira (Best Friend), Milton Cougo, Ana Laura, Laís, Daniel, Thais, André e Fil pela força e companheirismo mesmo que á distância.

Aos novos amigos e colegas da Ufsc pela atenção e carinho com que me receberam na nova casa. Em especial Duda, Flora, André e Débora pelo “pouso” sempre que necessário para poder realizar os mergulhos, além do apoio em campo.

Aos amigos e colegas de mestrado Pedro Carvalho Neto, Andréa Maciente, João Anacleto Bitencourt e Andrés Fernández pelas dedicadas jantas regadas por muitos risos e discussões de artigos.

Ao amigo e companheiro Lucas Poppe pela paciência e por estar ao meu lado em todos os momentos em que me senti fraca e desmotivada e me lembrar de que sou uma vencedora.

**A todos o meu muito obrigada!**

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Lista de Figuras .....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>Lista de Tabelas .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1. Resumo .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2. Introdução Geral .....</b>   | <b>5</b>  |
| 2.1. Ambiente Marinho – Costões Rochosos .....   | 5         |
| 2.2. Filo Echinodermata .....  | 5         |
| 2.3. Classe Asteroidea .....   | 6         |
| 2.4. Importância Econômica e Ecológica do Filo Echinodermata.....  | 7         |
| 2.5. Equinodermos e Santa Catarina.....  | 8         |
| 2.6. Objetivos.....  | 9         |
| 2.7. Referências Bibliográficas.....   | 10        |
| <b>3. Resultados Gerais .....</b>  | <b>12</b> |
| <b>4. Capítulo I: Fauna de Echinodermas do litoral de Santa Catarina, Brasil .....</b>   | <b>13</b> |
| Resumo/Abstract .....  | 14        |
| Introdução.....  | 15        |
| 4.1. Material e Métodos.....   | 15        |
| 4.2. Resultados.....   | 16        |
| 4.3. Discussão.....  | 21        |
| 4.3.1. Mergulho autônomo nas ilhas costeiras de Santa Catarina.....  | 23        |
| 4.4. Considerações Finais .....  | 23        |
| 4.5. Literatura Citada .....   | 25        |
| <b>5. Capítulo II: Características Populacionais de <i>Echinaster (Othilia) brasiliensis</i> Müller &amp; Troschel, 1842 (Echinodermata:Asteroidea) em diferentes ilhas costeiras do sul do Brasil .....</b> | <b>31</b> |
| Resumo/Abstract .....  | 32        |
| 5.1. Introdução.....   | 33        |
| 5.2. Material e Métodos.....   | 34        |
| 5.2.1. Área de estudo .....  | 34        |
| 5.2.2. Parâmetros populacionais de <i>Echinaster(O.) brasiliensis</i> .....  | 35        |
| 5.2.3. Complexidade de Habitat .....   | 36        |
| 5.3. Resultados.....   | 37        |
| 5.3.1. Densidade, distribuição e tamanho de raio das populações de <i>E. brasiliensis</i> .....  | 36        |
| 5.3.2. Complexidade de Habitat .....   | 39        |
| 5.4. Discussão.....  | 40        |
| 5.4.1. Densidade, distribuição e tamanho de raio das populações de <i>E. brasiliensis</i> .....  | 40        |
| 5.4.2. Complexidade de Habitat .....   | 40        |
| 5.5. Considerações finais.....   | 43        |

|  |           |
|--|-----------|
| 5.6. Referências Bibliográficas.....   | 44        |
| <b>6. Conclusão Geral.....</b>   | <b>47</b> |
| 6.1. Capítulo I: Fauna de Echinodermas do litoral do estado de Santa Catarina, Brasil.....   | 47        |
| 6.2. Capítulo II: Características Populacionais de <i>Echinaster (Othilia) brasiliensis</i> Müller & Troschel, 1842 (Echinodermata:Asteroidea) em diferentes ilhas costeiras do sul do Brasil..... | 47        |
| <b>7. Anexos.....</b>  | <b>49</b> |
| Normas para publicação Revista Brasileira de Zoologia.....   | 49        |
| Normas para publicação Pan-American Journal of Aquatic Sciences.....   | 56        |

## Lista de Figuras

### Introdução Geral

Figura 1. *Echinaster (Othilia) brasiliensis* espécime observada na Ilha do Xavier (Costa leste da Ilha de Florianópolis) ..... 7

### Capítulo I: Fauna Echinodermata do litoral de Santa Catarina, Brasil.

Figura 1. Mapa do litoral de Santa Catarina. Os números representam os locais onde espécies de equinodermos foram encontrados segundo as referências da tabela II..... 20

### Capítulo II: Características Populacionais de *Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller & Troschel, 1842 (Echinodermata:Asteroidea) em diferentes ilhas costeiras do sul do Brasil.

Figura 1. Costa de Santa Catarina indicando as ilhas onde a fauna de Echinodermata foi amostrada. Adaptado de: Marcelo Silveira (2010) ..... 35

Figura 2. Modelo ilustrativo do gradiente de complexidade de substrato marinho segundo Polunin & Roberto (1993) ..... 36

Figura 3. Box plot da abundância total de *Echinaster (Othilia) brasiliensis* nas quatro ilhas amostradas no litoral de Santa Catarina ..... 37

Figura 4. Distribuição de abundância por classes de tamanho de *Echinaster (Othilia) brasiliensis* amostrados em quatro ilhas costeiras de Santa Catarina, Brasil nos meses de maio e dezembro de 2012 e janeiro e fevereiro de 2013..... 39

Figura 5. Distribuição da abundância nas classes de tamanho de *Echinaster (Othilia) brasiliensis* em dois estratos de profundidade (3-5m e 5-9m) – em ilhas costeiras de Santa Catarina, Brasil ... 39

## Lista de Tabelas

### Capítulo I: Fauna Echinodermata do litoral de Santa Catarina, Brasil.

|  |    |
|--|----|
| Tabela I. Espécies de Echinodermata do litoral de Santa Catarina, respectivos locais de registro e fonte da informação (para código da localidade vide tabela III). Espécies em negrito: não mencionadas nos inventários do grupo Echinodermata por XAVIER (2010); * espécies ameaçadas de extinção segundo FATMA (2011) ..... | 17 |
| Tabela II. Localidades de registro das espécies de equinodermos no litoral de Santa Catarina.....  | 19 |
| Tabela III. Espécies observadas através do mergulho autônomo em quatro ilhas costeiras de Santa Catarina. <i>n</i> (número de indivíduos). * Espécies ameaçadas de extinção segundo FATMA (2011) .....   | 20 |

### Capítulo II: Características Populacionais de *Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller & Troschel, 1842 (Echinodermata:Asteroidea) em diferentes ilhas costeiras do sul do Brasil.

|  |    |
|--|----|
| Tabela I. Coordenadas geográficas dos pontos amostrados em quatro ilhas costeiras do litoral de Santa Catarina, Brasil .....   | 35 |
| Tabela II. Abundância ( <i>n</i> ) e densidade (ind/m <sup>2</sup> ) (média±desvio padrão) de <i>Echinaster (Othilia) brasiliensis</i> para as quatro ilhas costeiras amostradas em dois estratos de profundidade (4-6 e 6-9m). Santa Catarina, Brasil ..... | 38 |
| Tabela III. Tamanho (mm) (média ± desvio padrão) e abundância ( <i>n</i> ) de <i>Echinaster (Othilia) brasiliensis</i> em estratos de profundidade raso (4 – 6 m) e fundo (6 – 9 m) em quatro ilhas costeiras de Santa Catarina, Brasil .....                | 38 |
| Tabela IV. Abundância ( <i>n</i> ), número de tocas <10cm e >10cm e escala de gradiente visual de topografia seguindo Polunin e Roberts (1993) nas quatro ilhas costeiras do estado de Santa Catarina, Brasil...   | 40 |

## 1. Resumo

Os costões rochosos refugiam inúmeras espécies de grande importância ecológica e econômica e, por esse motivo, são um dos ambientes da zona costeira mais produtivos. Em consequência da limitação de substrato, a grande diversidade de espécies presentes em costões implica em fortes interações biológicas como a existente ao longo do gradiente de profundidade. Nestes ambientes um dos mais importantes e frequentes grupos encontrados, são os equinodermos. O filo possui cerca de 7.000 espécies recentes e 13.000 espécies fósseis. O filo é predominantemente marinho e ocupa diversos tipos de substrato, adaptando-se para se fixarem a substratos rochosos, lodosos, arenosos, em madeira submersa ou em epibiose. Uma das principais classes do grupo, é aquela que representa as estrelas do mar, Asteroidea, dentre as espécies conhecidas *Echinaster (Othilia) brasiliensis* é a mais conhecida no Brasil, apesar disso poucos estudos a respeito de sua biologia e ecologia foram até hoje publicados. Nas comunidades marinhas os equinodermos desempenham importantes papéis ecológicos, atuando na reciclagem de nutrientes e nos processos bioerosivos e muitos no controle das densidades populacionais de suas presas. No Brasil existem cerca de 340 espécies de equinodermos, pelo menos 19 delas estão no livro vermelho da fauna ameaçada, sendo estas pertencentes às classes Asteroidea (14), Echinoidea (três) e Holothuroidea (dois). Há registro de 40 espécies de equinodermos distribuídos ao longo do litoral e ilhas costeiras de Santa Catarina. Poucas publicações sobre o grupo estão disponíveis para o estado. Assim como no Brasil, também em Santa Catarina, há uma alta proporção de espécies em risco: das 40 espécies citadas para o litoral catarinense, 16 estão presentes na Lista das Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção em Santa Catarina. Pela falta de publicação disponível no estado de Santa Catarina a respeito do grupo, em especial a espécie *E. brasiliensis*, e por uma lista atualizada das espécies presentes de equinodermos, é que se objetiva este estudo. Através do levantamento bibliográfico (Capítulo I) foram obtidos registros de 47 espécies de equinodermos, distribuídas em cinco classes e 25 famílias distribuídas ao longo do litoral catarinense. Os ofiuróides foram a classe com maior número de espécies (21 espécies), seguida de asteroides (13 espécies), equinoides (dez espécies), holoturoides (duas espécies) e crinoides (uma espécie). Destas, 16 estão ameaçadas de extinção para o estado de Santa Catarina: *Oreaster reticulatus* (Linnaeus, 1758), *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816), *Astropecten brasiliensis* Müller & Troschel, 1842, *Astropecten marginatus* Gray, 1840, *Luidia alternata* (Say, 1825), *Luidia clathrata* (Say, 1825), *Luidia ludwigi scotti* Bell, 1917, *Luidia senegalensis* (Lamarck, 1816), *Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller & Troschel, 1842, *Asterina stellifera* (Möbius, 1859), *Narcissia trigonaria* Sladen, 1889, *Plagiobrissus grandis* (Gmelin, 1788), *Eucidaris tribuloides* (Lamarck, 1816), *Paracentrotus gaimardi* (Blainville, 1825), *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816) e *Isostichopus badiionotus* (Selenka, 1967). No capítulo II mergulhos foram realizados (800m<sup>2</sup>/ilha) em Maio e Dezembro de 2012 e Janeiro e Fevereiro de 2013, em quatro ilhas costeiras (Xavier, Arvoredo, Aranhas e Campeche) de Santa Catarina, a fim de levantar características populacionais da espécie *E. brasiliensis*, pelo método de censo visual. A ilha do Xavier gerou os dados mais abundantes, com 126 indivíduos, seguida pela ilha do Arvoredo. Os maiores tamanhos de estrelas do mar foram registrados no estrato de maior profundidade. A classe de tamanho que apresentou maior número de indivíduos foi a de 40-60mm. O gradiente de



complexidade de habitat foi maior na Ilha da Aranhas; nas Ilhas do Arvoredo e Campeche esse gradiente diminuiu com o aumento da profundidade, mas o inverso ocorreu com a Ilha do Arvoredo. Apesar do gradiente de estimativa visual do substrato ser mais complexo na Ilha das Aranhas, um menor número de indivíduos foi registrado.

## 2. Introdução Geral

### 2.1. Ambiente Marinho – Costões Rochosos

Os oceanos abrigam ecossistemas singulares e ricos em biodiversidade (Coutinho 2002, Mora *et al.* 2011). A costa do Brasil, banhado pelo Oceano Atlântico e com cerca de 8.000 quilômetros (Guerra & Guerra 1991). É diversificado, abrangendo vastos campos de dunas, recifes, ilhas, baías, costões rochosos e estuários.

Os costões rochosos refugiam inúmeras espécies de grande importância ecológica e econômica e, por esse motivo, são um dos ambientes da zona costeira mais produtivos (Coutinho 2004, Almeida 2008). São extremamente heterogêneos e podem ser formados por paredes verticais ou compostos por matacões (Carvalho & Berchez 2005). No Brasil esses ambientes se estendem por toda a costa, variando em muitos aspectos tais como forma, inclinação, composição da fauna, tipo de substrato, profundidade, entre outros.

Por ser o limite entre o oceano e o continente, sofrem a influência das marés, dos raios solares e do choque das ondas. Concentram grande quantidade de nutrientes e, por esse motivo, sua biomassa e produção primária são elevadas (Coutinho 2004). Os organismos bentônicos são um dos melhores adaptados a essas condições peculiares, recebem energia do ambiente pelágico e a fornecem para aqueles que se alimentam no fundo marinho, como peixes, crustáceos, moluscos e equinodermos (Amaral & Rossi-Wongtschowski 2004).

Inúmeros fatores influenciam e caracterizam a biota dos costões rochosos, como composição do substrato, inclinação e irradiação solar. Este ambiente ainda provê aos organismos estabilidade espacial e proteção tanto física quanto biológica, além de ser uma rica fonte de alimento (Hartnoll 1983).

Em consequência da limitação de substrato, a grande diversidade de espécies presentes em costões implica em fortes interações biológicas como a existente ao longo do gradiente de profundidade. Trabalhos sobre a estratificação de organismos sésseis em costões são comuns, sendo que a zonação de espécies é o reflexo da interação de fatores físicos e biológicos cujos limites estabelecem suas distribuições (Coutinho 1995, Santos & Gomes 2006). Considerando o nível da maré e a distribuição dos organismos, cada costão possui uma zonação característica, a qual está diretamente ligada à adaptação adotada pelas espécies às condições daquele local (Coutinho 2002).

### 2.2. Filo Echinodermata

Nos costões rochosos, um dos mais importantes e frequentes grupos encontrados, são os equinodermos. O filo possui cerca de 7.000 espécies recentes e 13.000 espécies fósseis, sendo representados, atualmente, pelas classes Crinoidea (lírios-do-mar e penas-do-mar), Asteroidea (estrelas-do-mar), Ophiuroidea (ofíuros), Echinoidea (ouriços-do-mar e bolachas-do-mar) e Holothuroidea (pepinos-do-mar). São encontrados desde a região entre-marés até as grandes profundidades (Brusca & Brusca 2006). O filo é predominantemente marinho e ocupa diversos tipos de substrato, adaptando-se para se fixarem a substratos rochosos, lodosos, arenosos, em madeira submersa ou em epibiose. Podem constituir o grupo mais abundante

de animais dos fundos marinhos, chegando a compor 95% da biomassa total nas regiões abissais (Brusca & Brusca 2006).

O filo apresenta características peculiares que os distinguem dos demais organismos, são elas: (i) a simetria radial pentâmera dos adultos; (ii) a presença de um sistema hidrovacular, um sistema exclusivo de canais e apêndices da parede corporal, que primitivamente funcionava na coleta e no transporte de alimentos, mas que em muitos equinodermos funciona para locomoção; e (iii) o esqueleto interno constituído por ossículos calcários que podem articular-se entre si ou suturar-se para formar uma concha esquelética rígida (Hadel *et al.* 1998). Não existe um sistema excretor diferenciado; os mecanismos para as trocas gasosas variam em natureza entre as ordens e parece ter se originado independentemente dentro das classes. A maior parte dos membros do grupo é dióica e não apresenta dimorfismo sexual (Ruppert *et al.* 2005).

### 2.3. Classe Asteroidea

Possui cerca de 1.500 espécies descritas no mundo, 80 registradas no Brasil e 12 no Estado de Santa Catarina. São distribuídas em seis ordens Paxillosida, Valvatida, Velatida, Spinulosida, Forcipulata e Brisingida (Ruppert *et al.* 2005).

O táxon é representado por organismos em formato de estrela com braços ocos ou raios, projetando-se de um disco central. Rastejam lentamente sobre rochas, conchas, areia e lama. Costumam ter inúmeras cores, sejam elas combinadas ou unicolores (Ruppert *et al.* 2005). A maioria tem cinco braços que podem ser regenerados se danificados. Variam de 12 a 24 cm de diâmetro, mas algumas espécies tem menos de 2 cm ou até atingem 1m de envergadura (Hickman *et al.* 2004).

Os asteroides são tipicamente predadores (Hadorn & Wehner 1978), mas também podem ser detritívoros (Moore 2003). Alguns atacam outras estrelas-do-mar, e outros se alimentam exclusivamente de pequenas partículas orgânicas, ou o fazem em adição à dieta carnívora (Hickman *et al.* 2004). Os predadores atuam como reguladores em determinadas comunidades e têm sido alvo de projetos de manejo faunístico (Hadel *et al.* 1998).

#### *Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller & Troschel, 1842

Espécie pertencente a ordem Spinulosida e a família Echinasteridae (Fig. 1), é comumente encontrada em regiões de entremarés e águas rasas sobre costões rochosos. Sua preferência por esponjas caracteriza o hábito alimentar desta espécie e do gênero (Vasserot 1961; Ferguson 1969). Apesar de ser uma das espécies de estrelas do mar mais conhecidas no Brasil, poucos estudos a respeito de sua biologia e ecologia foram até hoje publicados.



Figura 1. *Echinaster (Othilia) brasiliensis* espécime observada na Ilha do Xavier (Costa leste da Ilha de Florianópolis).

#### 2.4. Importância econômica e ecológica do filo Echinodermata

Nas comunidades marinhas os equinodermos desempenham importantes papéis ecológicos (Benitez-Villalobos 2001), atuando na reciclagem de nutrientes e nos processos bioerosivos (Hadel *et al.* 1998) e muitos no controle das densidades populacionais de suas presas (Ventura *et al.* 2006; Paine, 1966). Espécies, como peixes e caranguejos, de importância comercial e ecológica, incluem na sua dieta os equinodermos como um dos principais itens alimentares (Costa *et al.* 1987, Haimovici *et al.* 1989, Amaral *et al.* 2008).

Os equinodermos, especialmente os ouriços-do-mar, são considerados bons bioindicadores ambientais, porque exibem alta sensibilidade às mudanças ocorridas no ambiente. Por serem de baixa mobilidade, possibilitam a investigação da contaminação local ao longo do tempo (Lawrence 1987). Atuam como depositários passivos de metais pesados, os quais são incorporados ao endoesqueleto calcário. Esses metais substituem o cálcio na estrutura cristalina do endoesqueleto, sendo assim a análise desses elementos no endoesqueleto dos equinoides apresenta baixa variabilidade, além disso essa estrutura é fácil de ser conservada e homogeneizada (Ventura *et al.* 2006). Como a composição da carapaça permanece inalterada por muito tempo, mesmo depois da morte do animal, é possível obter séries históricas da contaminação (Auemheimer & Chichon 1997).

O filo também é utilizado diretamente na pesquisa médica, seja como modelo para a compreensão de processos fisiológicos, seja como fonte de substâncias químicas utilizadas como medicamentos (fármacos). Além disso, são fontes de substâncias inibidoras da incrustação biológica. Extratos do ofiuróide *Astrocyclus caeciliae* (Lütken, 1856) e dos asteróides *Luidia clathrata* (Say, 1825) e *Astropecten articulatus* (Say, 1825) têm efeitos significativos como anti-incrustantes sobre esporos da alga parda *Hinckesia irregularis* (Kützinger) C. Amsler, mesmo em concentrações três vezes menores do que aquelas encontradas naturalmente na parede corporal desses animais (Iken *et al.* 2003). Estes são alguns exemplos que evidenciam a relevância econômica dos Echinodermata. Assim, o levantamento da biodiversidade desse grupo em regiões pouco conhecidas é fundamental, não apenas por seu caráter conservacionista e ético, mas também por contribuir para o avanço em várias áreas do conhecimento.

No Brasil existem cerca de 340 espécies de equinodermos (Amaral & Jablonski 2005), pelo menos 19 delas estão no livro vermelho da fauna ameaçada (MMA 2008), sendo estas pertencentes às classes Asteroidea (14), Echinoidea (3) e Holothuroidea (2). Por apresentarem formas corporais peculiares e colorações vistosas, chamam a atenção de aquarofilistas e turistas, que os utilizam como artigos decorativos ou até religiosos. Espécies de estrelas do mar, que habitam fundos arenosos, sofrem pressão de coleta por rede de arrastos, acompanhando a pesca de peixes e camarões. Além disto, ouriços do mar são capturados e utilizados na culinária exótica (Amaral *et al.* 2008). A complexidade das interações entre espécies competidoras, entre predadores e presas e a sensibilidade às mudanças das condições do ambiente, traduz o relevante papel ecológico exercido pelo grupo. A alteração na densidade de espécies de equinodermos pode causar graves danos ambientais, tais como a queda da biodiversidade, e gerar grandes prejuízos econômicos. A proteção legal das espécies do grupo é fundamental para a preservação ambiental.

## 2.5. Equinodermos e Santa Catarina

Poucas publicações sobre o grupo estão disponíveis para o estado de Santa Catarina. Reichholf (1981), em um dos primeiros trabalhos com o grupo no estado, avaliou padrões de crescimento da bolacha do mar *Encope emarginata* (Leske 1778). Calil *et al.* (2009) observaram o papel da estrela *Asterina stellifera* (Möbius, 1859) como predadora em uma comunidade de costão rochoso. Xavier (2010) realizou um levantamento de equinodermos, registrando algumas das espécies ocorrentes ao estado. Além destes, há apenas referência às espécies que podem ocorrer no estado.

Assim como no Brasil, também em Santa Catarina, há uma alta proporção de espécies em risco: das 40 espécies citadas para o litoral catarinense, 16 estão presentes na Lista das Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção em Santa Catarina (FATMA, 2011). Considerando-se a escassez de pesquisas ecológicas deste grupo para esse estado, faz-se necessário e urgente a realização de inventários da fauna de Echinodermata para o estado catarinense sendo esta uma das metas deste estudo. Visa-se, ainda, ampliar o conhecimento biológico de uma das espécies mais abundantes do litoral brasileiro, *Echinaster (Othilia) brasiliensis*, mas ainda pouco conhecida.

## 2.6. Objetivos

### Geral

Contribuir para o conhecimento da fauna Echinodermata de Santa Catarina, através de um inventário faunístico e da caracterização da espécie *Echinaster (Othilia) brasiliensis* (Echinodermata: Asteroidea) em quatro ilhas costeiras do estado.

### Específicos

- Através de pesquisa bibliográfica, realizar um levantamento das espécies de equinodermos com ocorrência no litoral catarinense;
- Através de observações em campo, inventariar as espécies de equinodermos presentes em quatro ilhas costeiras do litoral catarinense;
- Através do censo visual, em campo, realizar o levantamento populacional da espécie *Echinaster (Othilia) brasiliensis* em quatro ilhas costeiras do litoral catarinense;
- Verificar a distribuição da estrela do mar *Echinaster (O.) brasiliensis* ao longo dos estratos de profundidade;
- Caracterizar a complexidade de habitat dos locais amostrados, através do número e tamanho de tocas, e de um gradiente visual de topografia;
- Relacionar a abundância de *E. (O.) brasiliensis* com a complexidade de habitat;
- Comparar a densidade da espécie entre as ilhas e os estratos de profundidade;
- Obter *in situ* medidas de tamanho dos indivíduos de *E. (O.) brasiliensis* e verificar se existe relação entre as classes de tamanho com a profundidade e/ou a complexidade de habitat.

## 2.7. Referências Bibliográficas

A formatação do trabalho segue as normas do periódico Pan-American Journal of Aquatic Sciences.

- Almeida, V. F. de 2008. Importância dos costões rochosos nos ecossistemas costeiros. **Cadernos de Ecologia Aquática**, 3(2): 19-32.
- Amaral, A. C. Z.; Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. 2004. Biodiversidade bentônica da região sudeste-sul do Brasil – plataforma externa e talude superior. Pp 1-112. In: Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. (Ed.), **Série documentos Revizee: Score Sul**. IOUSP, São Paulo.
- Amaral, A. C. Z.; Ribeiro, C. V.; Mansur, M. C. D.; Santos, S. B.; Avelar, W. E. P.; Cascons, H. M.; Leite, F. P. P.; Melo, G. A. S.; Coelho, P. A., Buckup, L.; Ventura, C. R. R. & Tiago, C. G. 2008. Invertebrados aquáticos: a situação de ameaça dos invertebrados aquáticos no Brasil. Pp 157-165. In: Machado, A. B. M.; Drummond, G. M. & Paglia, A. P. (Eds.), **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Fundação Biodiversitas, Brasília, 512p.
- Auemheimer, C. & Chinchon, S. 1997. Calcareous skeletons of sea urchins as indicators of heavy metals pollution. **Environmental Geology**, 29(1/2): 78-83.
- Benitez-Villalobos, F. 2001. Comparación de la comunidad de Equinodermos, asociada a arrecifes, en dos localidades de las Bahías de Huatulco, Oaxaca, México. **Ciencias Marinas**, 5(13): 19-24.
- Brusca, R. C. & Brusca, G. J. 2006. **Invertebrados**. Editora Guanabara Koogan, São Paulo, 1098 p.
- Calil, P., Rocha, R. M. DA. Freire, C. A. & Roper, J. J. 2009. The role of *Asterina stellifera* (Echinodermata: Asteroidea) as a predator in a rocky intertidal community in southern Brazil. **Zoologia**, 26(2): 279-287.
- Carvalho, F. & Berchez, F. A. S. 2005. **Costão Rochoso: A Diversidade em Microescala**, acessível em [http://www.ib.usp.br/ecosteios/textos\\_educ/costao/index2.htm](http://www.ib.usp.br/ecosteios/textos_educ/costao/index2.htm). (Acessado 13/02/2012).
- Costa, T. L. M., Filho, A. de L. V. & Galiza-Viana, E. M. B. 1987. Aspectos gerais sobre a alimentação do cangulo *Balistes vetula* Linnaeus, 1758 (Pisces - Balistidae) no estado de Pernambuco, Brasil. **Zoologia**, 4(2):71-88.
- Coutinho, R. 1995. Avaliação Crítica das Causas da Zonação dos Organismos Bentônicos em Costões Rochosos. **Oecologia Brasilienses**, 1: 259-271.
- Coutinho, R. 2002. Bentos de Costões Rochosos. Pp 147-157. In: Pereira, R. C. & Soares-Gomes, A. (Eds.). **Biologia Marinha**. Interciência Press, Rio de Janeiro, 382p.
- Coutinho, R. 2004. **Sub-projeto avaliação e ações prioritárias para a zona costeira e marinha. Grupo de Ecossistemas: Costões Rochosos**, acessível em: <http://www.anp.gov.br/brnd/round5/round5/guias/sismica/refere/Costoesrochosos.pdf>. (Acessado 26/04/2012).
- FATMA – Fundação do Meio Ambiente. 2011. Lista das Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção em Santa Catarina. Resolução Consema N° 002, 06 de dezembro de 2011. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS), Florianópolis.

- Ferguson, J. C. 1969. Feeding activity in *Echinaster* and its induction with dissolved nutrients. **The Biological Bulletin**, 136: 374-384.
- Guerra, A. T. & Guerra, A. J. T. 1991. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 647 p.
- Hadel, V. F.; Monteiro, A. M. G.; Ditadi, A. S. F.; Tiago, C. G. & Tommasi, L. R. 1998. Invertebrados Marinhos: Echinodermata, Pp. 260-271. In: Joly, C. A. & Bicudo, C. E. M. (Eds.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do Conhecimento ao Final do Século XX**. São Paulo, FAPESP.
- Hadorn, E. & Wehner, R. 1978. **Zoologia Geral**. Calouste Gulbenkian, Lisboa, 450 p.
- Haimovici, M., Teixeira, R. L. & Arruda, M. de C. 1989. Alimentação da castanha Umbrina canosai (Pisces:Sciaenidae) no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, 49(2):511-522.
- Hartnoll, R.G. 1983. Substratum. Pp 97-124. In: Earll, E. & Erwin, D. E. (Eds.) **Sublittoral Ecology: The ecology of the shallow sublittoral benthos**. Clarendon Press, Oxford, 200p.
- Hickman, C. P., Roberts, L. S. & Larson, A. 2004. **Princípios Integrados de Zoologia**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 968 p.
- Iken, K.; Greer, S. P.; Amsler, C. D. & McClintock, J. B. 2003. A new antifouling bioessay monitoring brown algal spore swimming behaviour in the presence of echinoderm extracts. **Biofouling**, 19(5): 327-334.
- Lawrence, J. M. 1987. **Functional Biology of Echinoderms**. The Johns Hopkins University Press, London, 350 p.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2008. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília, Fundação Biodiversitas, 1420p.
- Moore, J. 2003. **Uma introdução aos invertebrados**. Editora Livraria Santos, Rio de Janeiro, 356 p.
- Mora, C.; Tittensor, D. P.; Adl, S.; Simpson, A. G. B. & Worm, B. 2011. How many species are there on Earth and in the Ocean? **PLoS Biology**, 9(8): 1-8.
- Paine, R. T. 1966. Food Web Complexity and Species Diversity. *The American Naturalist*, 100(910): 65-75.
- Ruppert, E. E.; Fox, R. S. & Barnes, R. D. 2005. **Zoologia dos Invertebrados**. Roca, São Paulo, 1145 p.
- Santos, W. A. dos & Gomes, E. A. 2006. Importância econômica dos costões rochosos. **Saúde & Ambiente em Revista**, 1(2): 51-59.
- Vasserot, J. 1961. Caractère hautement spécialisé du régime alimentaire chez les astérides *Echinaster sepositus* et *Henricia sanguinolenta*, prédateurs de spongiaires. **Bulletin de La Société Zoologique**, 86: 796-809.
- Ventura, C. R. R., Lima, R. P. N., Nobre, C. C., Veríssimo, I. & Zama, P. C. 2006. Filo Echinodermata. Pp 339-389. In: Lavrado, H. P. & Ignácio, B. L. (Eds.). **Biodiversidade bentônica da região central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira: Série Livros**. Museu Nacional, Rio de Janeiro, 389p.
- Xavier, L. A. R. 2010. Inventário dos equinodermos do estado de Santa Catarina, Brasil. **Brazilian Journal of Aquatic Science Technology**, 14(2): 73-78.



### 3. Resultados Gerais

#### Capítulo I: Fauna Echinodermata do litoral do estado de Santa Catarina, Brasil

Amostragens através do mergulho autônomo (800m<sup>2</sup>/ilha) foram realizadas em Maio e Dezembro de 2012 e Janeiro e Fevereiro de 2013, em quatro ilhas costeiras (Xavier, Arvoredo, Aranhas e Campeche) de Santa Catarina. Seis espécies de equinodermos foram observados, três da classe Echinoidea, duas de Asteroidea, e uma de Holothuroidea. Uma ampla revisão bibliográfica foi realizada, a fim de reunir dados sobre as espécies já registradas para o litoral catarinense. Apenas 16 publicações mencionavam espécies de equinodermos para o estado de Santa Catarina, sendo 10 destas em revistas científicas ou livros, duas dissertações de mestrado, quatro resumos de anais de congresso e três listas de espécies ameaçadas. Foram obtidos registros de 47 espécies de equinodermos, distribuídas em cinco classes e 25 famílias distribuídas ao longo do litoral catarinense. Os ofiuróides foram a classe com maior número de espécies (21 espécies), seguida de asteróides (13 espécies), equinóides (dez espécies), holoturoídes (duas espécies) e crinóides (uma espécie). Destas, 16 estão ameaçadas de extinção para o estado de Santa Catarina: *Oreaster reticulatus* (Linnaeus, 1758), *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816), *Astropecten brasiliensis* Müller & Troschel, 1842, *Astropecten marginatus* Gray, 1840, *Luidia alternata* (Say, 1825), *Luidia clathrata* (Say, 1825), *Luidia ludwigi scotti* Bell, 1917, *Luidia senegalensis* (Lamarck, 1816), *Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller & Troschel, 1842, *Asterina stellifera* (Möbius, 1859), *Narcissia trigonaria* Sladen, 1889, *Plagiobrissus grandis* (Gmelin, 1788), *Eucidaris tribuloides* (Lamarck, 1816), *Paracentrotus gaimardi* (Blainville, 1825), *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816) e *Isostichopus badionotus* (Selenka, 1967).

#### Capítulo II: Características populacionais de *Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller & Troschel, 1842 (Echinodermata: Asteroidea) em diferentes ilhas da costa de Santa Catarina, Brasil.

Mergulhos foram realizados (800m<sup>2</sup>/ilha) em Maio e Dezembro de 2012 e Janeiro e Fevereiro de 2013, em quatro ilhas costeiras (Xavier, Arvoredo, Aranhas e Campeche) de Santa Catarina, a fim de levantar características populacionais da espécie *E. (O.) brasiliensis*, pelo método de censo visual. A ilha do Xavier gerou os dados mais abundantes, com 126 indivíduos, seguida pela ilha do Arvoredo. Os maiores tamanhos de estrelas do mar foram registrados no estrato de maior profundidade. A classe de tamanho que apresentou maior número de indivíduos foi a de 40-60mm. O gradiente de complexidade de habitat foi maior na Ilha da Aranhas; nas Ilhas do Arvoredo e Campeche esse gradiente diminuiu com o aumento da profundidade, mas o inverso ocorreu com a Ilha do Arvoredo. Apesar do gradiente de estimativa visual do substrato ser mais complexo na Ilha das Aranhas, um menor número de indivíduos foi registrado.



#### **4. CAPÍTULO I: FAUNA DE ECHINODERMAS DO LITORAL DE SANTA CATARINA, BRASIL.**

(Manuscrito formatado segundo a Revista Brasileira de Zoologia – Posteriormente, será traduzido para a língua inglesa seguindo as normas da revista)

## Fauna de Echinodermas do litoral de Santa Catarina, Brasil.

Nataly N. Slivak<sup>1</sup>; Helena P. Romanowski<sup>1</sup>; Norma L. Würdig<sup>1</sup> & Alberto Lindner<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Ufrgs), Av. Bento Gonçalves 9500, CEP: 91509-900, Porto Alegre, RS. E-mail:

nataly.slivak@gmail.com

<sup>2</sup>.Laboratório de Biodiversidade Marinha, Departamento de Ecologia e Zoologia, Universidade Federal de Santa Catarina. Caixa postal 476, 88040-970 Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

**ABSTRACT. Echinoderm fauna of the Santa Catarina coast, Brazil:** It was surveyed the echinoderm fauna from Santa Catarina through an exhaustive literature review and by field observations, in four coastal islands. The published studies recorded 47 species belonging to five classes (Ophiuroidea, Asteroidea, Echinoidea, Holothuroidea and Crinoidea), 27 families and 36 genera. Ophiuroidea has been the most diverse class with 21 recorded species, followed by Asteroidea (13 spp), Echinoidea (ten spp), Holothuroidea (two spp) and Crinoidea (one spp.). Ten out of the total number of recorded species from Santa Catarina had not been included in the last inventory published by Xavier (2010): *Amphiodia atra*, *Astrocyclus caecilia*, *Hemipholis elongata*, *Ophionereis reticulata*, *Coscinasterias tenuispina*, *Luidia alternata*, *Narcissia trigonaria*, *Plagiobrissus grandis*, *Astropyga magnifica* e *Encope emarginata*.

**KEYWORDS:** Distribution; echinoderms; south coast of Brazil.

**RESUMO.** Foi realizado um levantamento da fauna de equinodermos no estado de Santa Catarina através de revisão bibliográfica e mergulho autônomo, em quatro ilhas costeiras da região, por meio do censo visual. Os trabalhos sobre o filo no estado reportam 47 espécies pertencentes a cinco classes (Ophiuroidea, Asteroidea, Echinoidea, Holothuroidea e Crinoidea) distribuídas em 27 famílias e 36 gêneros. A classe Ophiuroidea é a mais diversa com 21 espécies, seguida por Asteroidea (13 espécies), Echinoidea (dez espécies), Holothuroidea (duas espécies) e Crinoidea (uma espécie). Do total de espécies reportadas para Santa Catarina, dez não haviam sido incluídas no último inventário publicado por Xavier (2010): *Amphiodia atra*, *Astrocyclus caecilia*, *Hemipholis elongata*, *Ophionereis reticulata*, *Coscinasterias tenuispina*, *Luidia alternata*, *Narcissia trigonaria*, *Plagiobrissus grandis*, *Astropyga magnifica* e *Encope emarginata*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Distribuição; equinodermos; litoral; sul do Brasil.

Atualmente há cerca de 7.000 espécies descritas de equinodermos (2.100 asteroides, 2.000 ofiuroides, 1.400 holoturoides, 800 equinoides e 650 crinoides) (PAWSON 2007). Destas, 342 (5%) já foram registradas no Brasil (AMARAL & JABLONSKI 2005), número provavelmente abaixo da riqueza real. Estudos no Brasil, comumente, abordam os equinodermos de uma determinada região através de inventários faunísticos (NETTO *et al.* 2005, MAGALHÃES *et al.* 2005, GONDIM *et al.* 2008, LIMA & FERNANDES 2009).

O primeiro trabalho sobre equinodermos no Brasil foi realizado por Müller em 1898 no litoral de Santa Catarina (VENTURA *et al.* 2006). Apesar dos anos decorridos, pesquisas relacionadas ao filo para o estado de Santa Catarina ainda são escassas, conhecendo-se apenas outros dois trabalhos: o trabalho de conclusão de curso de OLIVEIRA (1989) e o artigo científico de XAVIER (2010). Grandes lacunas de informações sobre os equinodermos advêm da falta de publicação de listagens e catálogos das espécies registradas no país, portanto estudos de levantamentos faunísticos são fundamentais para a compreensão da estrutura e a diversidade das comunidades de invertebrados marinhos do Estado.

Inventários biológicos são necessários para embasar programas de conservação e manejo da biodiversidade; frequentemente geram descobertas de espécies novas, informações sobre o status de conservação ou ameaça das espécies e evidenciam o potencial daquelas que são indicadoras ambientais (MIKKELSEN & CRACRAFT 2001, MIRANDA 2007).

Diante da carência de informações, da pouca representatividade de equinodermos entre os registros publicados de fauna marinha e da falta de levantamento faunístico abrangente para o estado de Santa Catarina, este trabalho visou atualizar o inventário do filo Echinodermata para o estado de Santa Catarina através de uma ampla revisão bibliográfica.

#### 4.1. MATERIAL E MÉTODOS

O Estado de Santa Catarina localiza-se no sul do Brasil. A costa litorânea apresenta 561,4 km estendendo-se da Ilha Saí-guaçú (25°58'37"S – 48°35'24"W), em divisa com Estado do Paraná a Nordeste, seguindo até a Foz do Rio Mampituba (29°18'18"S – 49°42'02"W) que é limite com o Rio Grande do Sul (SANTA CATARINA s.d.). É composta por mais de 500 praias, 47 ilhas, manguezais, lagunas, baías, entre outros ecossistemas (BRANCO *et al.* 2004, RODRIGUES *et al.* 2004). No levantamento bibliográfico foram incluídos todos os estudos referentes ao litoral catarinense. Foram consultadas publicações (artigos científicos e capítulos de livros), listas de espécies ameaçadas, dissertações e teses, resumos e anais de congressos. A pesquisa foi realizada a partir das bases de dados científicos disponíveis *online* (Web of Knowledge, Web of Science,

Scopus – Basic Search, Catálogo *online* – Ufrgs) e bibliotecas (Biblioteca Setorial do Instituto de Biociências e do Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos – Ufrgs). No material consultado, os inventários de publicações anteriores (XAVIER 2010, OLIVEIRA 1989), foram também utilizados, a fim de contemplar outras informações relevantes.

Com a finalidade de obter novos locais de ocorrência para espécies de equinodermos, foi realizado mergulho autônomo em quatro ilhas costeiras do estado de Santa Catarina (Ilha do Arvoredo, Ilha das Aranhas, Ilha do Xavier e Ilha do Campeche) em duas faixas de profundidades da zona infralitoral, 3-6m e 6-9m. Os pontos observados foram escolhidos em função da distância com a costa, ou seja, locais pouco estudados, e por possuírem uma distribuição diferente ao longo da faixa litorânea de Santa Catarina.

## 4.2. RESULTADOS

Um total de 116 trabalhos, sobre equinodermos no Brasil foi encontrado. Apenas 17 mencionavam espécies para o estado de Santa Catarina, sendo dez publicações em revistas científicas ou livros (TOMMASI 1964, 1965, REICHHOLF 1981, BRANCO *et al.* 1998, BORGES *et al.* 2002, MENDES *et al.* 2006, CALIL *et al.* 2009, CAREGNATO *et al.* 2009, BARBOZA *et al.* 2010, FREIRE *et al.* 2011), um trabalho de conclusão de curso que abrange apenas Asteroidea e Ophiuroidea (OLIVEIRA 1989), uma dissertação de mestrado (MOREIRA 2011), três resumos de anais de congresso (OLIVEIRA *et al.* 1987, MARCHIORI *et al.* 1996, MONTEIRO 1998) e duas listas de espécies ameaçadas (ICMBio 2011, FATMA 2011). Foram citadas 47 espécies de equinodermos, distribuídas em cinco classes e 27 famílias ocorrendo ao longo do litoral catarinense (Tab. I). Destas 47 espécies, três (*Astropecten cingulatus* Sladen, 1889, *Luidia ludwigi scotti* Bell, 1917 e *Isostichopus bandionatus* (Selenka, 1967)) foram apenas referenciadas para o estado, estando Santa Catarina dentro da área de distribuição geográfica da espécie ou por estarem em listas de fauna ameaçada de extinção, ou seja nenhum trabalho citou o local específico onde elas poderiam ter ocorrido. Os ofiuroides foram a classe com maior número de espécies (21 espécies), seguido de asteroides (13 espécies), equinoides (dez espécies), holoturoides (duas espécies) e crinoides (uma espécie). Na figura 1 são apontadas as localidades ao longo da costa de Santa Catarina.

A Ilha do Arvoredo e Armação do Itapocoroy apresentaram maior riqueza de equinodermos para o litoral catarinense (20 e oito) (Tab. II). As espécies de estrelas do mar, *Echinaster (O.) brasiliensis* e *Asterina stellifera*, foram as que apresentaram maior distribuição ao longo do litoral de Santa Catarina, ocorrendo em 15 e 14 localidades diferentes, respectivamente. A família com maior número de espécie foi Amphiuroidae (Ophiuroidea), contemplando sete espécies. Das dez

espécies da classe Echinoidea, seis foram registradas na Ilha do Arvoredo, uma vez que o equinoide *Paracentrotus gaimardi* foi registrado apenas neste local, por MARCHIORI *et al* (1996).

Na saída a campo foi possível observar que dentre as 47 espécies citadas para o estado, apenas sete foram avistadas, quatro espécies de Echinoidea (*Arbacia lixula*, *Echinometra lucunter*, *Eucidaris tribuloides* e *Lytechinus variegatus*), duas de Asteroidea (*Coscinasterias tenuispina* e *Echinaster (Othilia) brasiliensis*) e uma de Holothuroidea (*Isostichopus badionatus*) (Tab. III). As espécies mais abundantes foram *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758) e *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758), que formavam agregados sobre o costão rochoso. Nenhuma espécie da classe Ophiuroidea e Crinoidea foi avistada durante o mergulho autônomo.

Tabela I. Espécies de Echinodermata do litoral de Santa Catarina, respectivos locais de registro e fonte da informação (para código da localidade vide tabela III). Espécies em negrito: não mencionadas no inventário do grupo Echinodermata por XAVIER (2010); \* espécies ameaçadas de extinção segundo FATMA (2011).

| CLASSE                                      | FAMÍLIA         | ESPÉCIE  | CÓDIGO DA LOCALIDADE                              | REFERÊNCIA   |  |
|---|-----------------|--|---|--|--|
| OPHIUROIDEA                                 | Amphiuridae     | <b><i>Amphiodia atra</i> (Stimpson, 1852)</b>                    | 14,24,39,42,43,44,45                              | Tommasi, 1964; Oliveira, 1990  |  |
|   |                 | <i>Amphioplus lucyae</i> Tommasi, 1971                           | 30  | Oliveira, 1989   |  |
|   |                 | <i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiaje, 1828)                 | 38  | Oliveira, 1989   |  |
|   |                 | <i>Amphiura complanata</i> Ljungman 1867                         | 3   | Borges <i>et al.</i> , 2002  |  |
|   |                 | <i>Amphiura deichmanni</i> Tommasi (1965)                        | 23  | Tommasi, 1964  |  |
|   |                 | <i>Amphiura flexuosa</i> Ljungman 1867                           | 2,3,4   | Borges <i>et al.</i> , 2002  |  |
|   |                 | <i>Amphiura mülleri</i> Marktanner Turneretsche 1887             | 5   | Borges <i>et al.</i> , 2002  |  |
|   |                 | Gorgonocephalidae  | <i>Gorgonocephalus chilensis</i> (Philippi, 1858) | 9  | Barboza <i>et al.</i> , 2010                 |
|   |                 |  | <b><i>Astrocyclus caecilia</i> (Lütken, 1856)</b> | 9,12   | Oliveira <i>et al.</i> , 1987;Oliveira, 1989 |
|   |                 | Ophiacanthidae   | <i>Ophiacantha cosmica</i> Lyman 1878             | 6,7  | Borges <i>et al.</i> , 2002                  |
|   | Ophiactidae     | <b><i>Hemipholis elongata</i> (Say, 1825)</b>                    | 14,30,40,42,43,44,46                              | Tommasi, 1964; Oliveira, 1990  |  |
|   |                 | <i>Ophiactis lymani</i> Ljungman, 1872                           | 9,11,15,28,34                                     | Oliveira, 1989   |  |
|   |                 | <i>Ophiactis savignyi</i> (Müller & Troschel, 1842)              | 38,36,39,37,30,9,15,11,41                         | Oliveira, 1989   |  |
|   | Ophiocomidae    | <i>Ophiocoma wendtii</i> Müller & Troschel, 1842                 | 9   | Oliveira, 1989   |  |
|   | Ophiolepididae  | <i>Ophiomusium eburneum</i> Lyman, 1869                          | 6   | Borges <i>et al.</i> , 2002  |  |
|   |                 | <i>Ophioplocus januarii</i> (Lütken, 1856)                       | 9,13,15,16,30                                     | Oliveira, 1989   |  |
|   | Ophionerididae  | <b><i>Ophionereis reticulata</i> (Say, 1825)</b>                 | 9,13,16,30,41                                     | Oliveira, 1989   |  |
|   | Ophiothrichidae | <i>Ophiothrix angulata</i> (Say, 1825)                           | 9,11,12,16,17,25,28,38,41,46                      | Tommasi, 1964;Oliveira, 1989; Monteiro, 1998   |  |
|   | Ophiuridae      | <i>Ophiomastus satellitae</i> Tommasi & Abreu 1974               | 6   | Borges <i>et al.</i> , 2002  |  |
|   |                 | <i>Ophiura (Ophiuroglypha) clemens</i> (Koehler, 1904)           | 6   | Borges <i>et al.</i> , 2002  |  |
| <i>Ophiura ljunghmani</i> (Lyman 1878)      |                 | 6  | Borges <i>et al.</i> , 2002                       |  |  |
| ASTEROIDEA                                  | Asteriidae      | <b><i>Coscinasterias tenuispina</i> (Lamarck, 1816)*</b>         | 9,11,12,15  | Oliveira, 1989, presente estudo  |  |
|   | Asterinidae     | <i>Asterina stellifera</i> (Möbius, 1859)*                       | 9,11,16,19,26,29,30,31,32,33,34,35,37,39,41       | Tommasi, 1964;Oliveira,1989; Branco <i>et al.</i> , 1998; Calil <i>et al.</i> 2009       |  |
|   | Astropectinidae | <i>Astropecten brasiliensis</i> Müller & Troschel, 1842*         | 9,16,20,21,26,28,32,33,35,44                      | Oliveira,1989; Caregnato <i>et al.</i> ,2009   |  |
|   |                 | <i>Astropecten cingulatus</i> Sladen, 1889                       | -   | Apenas citada em MMA,2008  |  |
|   |                 | <i>Astropecten marginatus</i> Gray, 1840*                        | 26,28,41,42,43                                    | Tommasi, 1964; Oliveira <i>et al.</i> , 1987; Oliveira,1989; Branco <i>et al.</i> , 1998 |  |
|   | Echinasteridae  | <i>Echinaster (Othilia) brasiliensis</i> Müller & Troschel, 1842 | 9,11,13,15,16,18,32,33,35,36,37,38,39,40          | Oliveira, 1989; Marchiori <i>et al.</i> , 1996; presente estudo                          |  |
|   |                 | <i>Echinaster (Othilia) echinophorus</i> (Lamarck, 1816)*        | 8,47  | Tommasi, 1964  |  |
| <b><i>Luidia alternata</i> (Say, 1825)*</b> |                 | 29   | Oliveira, 1989                                    |  |  |

|               |                 |   |                   |  |
|---------------|-----------------|---|-------------------|--|
|               |                 | <i>Luidia clathrata</i> (Say, 1825)*                          | 11,26,28,41       | Oliveira, 1989; Branco <i>et al.</i> , 1998  |
|               |                 | <i>Luidia ludwigi scotti</i> Bell, 1917                       | -                 | Apenas citada em FATMA,2011  |
|               |                 | <i>Luidia senegalensis</i> (Lamarck, 1816)*                   | 26,27,28,41,42,44 | Tommasi, 1964;Oliveira,1989;<br>Branco <i>et al.</i> , 1998  |
|               | Ophidiasteridae | <b><i>Narcissia trigonaria</i> Sladen, 1889*</b>              | 9,10              | Oliveira, 1989   |
|               | Oreasteridae    | <i>Oreaster reticulatus</i> (Linnaeus, 1758)*                 | 9                 | Oliveira, 1989   |
| CRINOIDEA     | Tripiometridae  | <i>Tropiometra carinata carinata</i> (Lamarck, 1816)          | 46                | Tommasi, 1964  |
| ECHINOIDEA    | Arbaciidae      | <i>Arbacia lixula</i> (Linnaeus, 1758)                        | 9,12,41           | Tommasi, 1964; Oliveira <i>et al.</i> ,<br>1987; Marchiori <i>et al.</i> , 1996; presente<br>estudo              |
|               | Brissidae       | <b><i>Plagiobrissus grandis</i> (Gmelin, 1788)*</b>           | 13                | Oliveira <i>et al.</i> , 1987  |
|               | Cidaridae       | <i>Eucidaris tribuloides</i> (Lamarck, 1816)*                 | 9,12              | Oliveira <i>et al.</i> , 1987; Marchiori <i>et al.</i> ,<br>1996; presente estudo                                |
|               | Clypeasteridae  | <i>Clypeaster subdepressus</i> (Gray, 1825)                   | 9,12              | Oliveira <i>et al.</i> , 1987; Marchiori <i>et al.</i> ,<br>1996   |
|               | Diadematidae    | <b><i>Astropyga magnifica</i> AH Clark, 1934</b>              | 10                | Oliveira <i>et al.</i> , 1987  |
|               | Echinometridae  | <i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758)                  | 9,19,22           | Marchiori <i>et al.</i> ,1996; Calil <i>et al.</i><br>2009; Freire <i>et al.</i> , 2011; presente<br>estudo      |
|               | Mellitidae      | <i>Mellita quinquesperforata</i> (Leske, 1778) Clark,<br>1911 | 26                | Oliveira <i>et al.</i> , 1987  |
|               |                 | <b><i>Encope emarginata</i> (Leske, 1778)</b>                 | 44,45,46,48       | Tommasi, 1964; Reichholf, 1981   |
|               | Parechinidae    | <i>Paracentrotus gaimardi</i> (Blainville, 1825)*             | 9                 | Marchiori <i>et al.</i> , 1996   |
|               | Toxopneustidae  | <i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816)*                 | 9,24,49,50        | Tommasi, 1964; Oliveira <i>et al.</i> ,<br>1987;Moreira, 2011;Marchiori <i>et al.</i> ,<br>1996; presente estudo |
| HOLOTHUROIDEA | Holothuriidae   | <i>Holothuria (Halodeima) grisea</i> (Selenka, 1867)          | 41                | Mendes <i>et al.</i> ,2006   |
|               | Stichopodidae   | <i>Isostichopus badiionatus</i> (Selenka,1867)                | -                 | Presente estudo  |



Tabela II. Localidades de registro das espécies de equinodermos no litoral de Santa Catarina.

| <b>CÓDIGO</b> | <b>LOCALIDADE</b>                                       | <b>COORDENADAS<br/>GEOGRÁFICAS</b> | <b>REFERÊNCIAS</b>   |
|---------------|---|------------------------------------|--|
| 2             | Plataforma Continental de Santa Catarina (Estação 6794) | 27°45.85'S 48°03'W                 | Borges <i>et al.</i> , 2002  |
| 3             | Plataforma Continental de Santa Catarina (Estação 6789) | 28°05' S 48°06' W                  | Borges <i>et al.</i> , 2002  |
| 4             | Plataforma Continental de Santa Catarina (Estação 6814) | 29°15' S 48°41.80' W               | Borges <i>et al.</i> , 2002  |
| 5             | Plataforma Continental de Santa Catarina (Estação 6791) | 27°48.78' S 47°10.63'W             | Borges <i>et al.</i> , 2002  |
| 6             | Plataforma Continental de Santa Catarina (Estação 6786) | 27°28.700'S 47°09.660'W            | Borges <i>et al.</i> , 2002  |
| 7             | Plataforma Continental de Santa Catarina (Estação 6811) | 29°14.672'S 47°50.669'W            | Borges <i>et al.</i> , 2002  |
| 8             | Ilha das Aranhas  | 27°29'S/48°21'W                    | Presente estudo<br>Oliveira <i>et al.</i> , 1987;Oliveira, 1989; Marchiori <i>et al.</i> ,1996; Barboza <i>et al.</i> , 2010;presente estudo |
| 9             | Ilha do Arvoredo (ReBio Marinha do Arvoredo)            | 27°17'16" S 48°20'56" W            | Oliveira <i>et al.</i> , 1987;Oliveira, 1989   |
| 10            | Ilha Deserta (ReBio Marinha do Arvoredo)                | 27°16'23"S 48°19'53"W              | Oliveira <i>et al.</i> , 1987;Oliveira, 1989   |
| 11            | Ilha da Galé (ReBio Marinha do Arvoredo)                | 27° 9'57.08"S 48°25'58.67"W        | Oliveira, 1989   |
| 12            | Ilha do Xavier  | 27°36'47"S 48°22'58"W              | Oliveira <i>et al.</i> , 1987; Oliveira, 1989;presente estudo  |
| 13            | Ilha do Campeche  | 27°41'S 48°28'W                    | Oliveira <i>et al.</i> ,1987;Oliveira, 1989;presente estudo  |
| 14            | Ilha de Canas   | 26°41'41.63"S 48°40'31.12"W        | Tommasi, 1964  |
| 15            | Ilha do Amendoim (Macuco)                               | 27°12'24.00"S 48°28'8.00"W         | Oliveira, 1989   |
| 16            | Ilha dos Moleques do Sul                                | 27°50'43.24"S 48°25'49.07"W        | Oliveira, 1989   |
| 17            | Ilha das Pombas   | 27°46'28.54"S 48°34'36.08"W        | Oliveira, 1989   |
| 18            | Ilha do Francês   | 27°24'58.07"S 48°28'34.73"W        | Oliveira, 1989   |
| 19            | Praia do Quilombo                                       | 26°46'45"S 48°37'22"W              | Calil <i>et al.</i> 2009   |
| 20            | Praia de Zimbros  | 27°11'S 48°30'W                    | Caregnato <i>et al.</i> ,2009  |
| 21            | Praia de Bombinhas                                      | 27°8'S 48°30'W                     | Caregnato <i>et al.</i> ,2009  |
| 22            | Praia do Trapiche                                       | 26°46'S 48°36'W                    | Freire <i>et al.</i> , 2011  |
| 23            | Praia das Cabeçadas                                     | 26°55'36.99"S 48°37'53.94"W        | Tommasi, 1965  |
| 24            | Praia do Rabo azedo (S. Francisco do Sul)               | 26°13'50.38"S 48°38'6.93"W         | Tommasi, 1964  |
| 25            | Praia da Paciência                                      | 26°46'54.58"S 48°35'43.90"W        | Monteiro, 1998   |
| 26            | Praia da Daniela  | 27°26'51.25"S 48°32'6.62"W         | Oliveira, 1989   |
| 27            | Praia de Canasvieiras                                   | 27°25'37.53"S 48°27'28.06"W        | Oliveira, 1989   |
| 28            | Praia de Ponta das Canas                                | 27°23'21.12"S 48°25'29.88"W        | Oliveira, 1989   |
| 29            | Praia dos Ingleses                                      | 27°26'5.70"S 48°23'28.09"W         | Oliveira, 1989   |
| 30            | Praia da Armação  | 27°44'47.20"S 48°30'24.57"W        | Oliveira, 1989   |
| 31            | Praia do Pântano do Sul                                 | 27°47'6.37"S 48°31'24.66"W         | Oliveira, 1989   |
| 32            | Praia de Coqueiros                                      | 27°36'22.52"S 48°34'33.74"W        | Oliveira, 1989   |
| 33            | Praia de Itaguaçu                                       | 26°10'56.12"S 48°31'37.35"W        | Oliveira, 1989   |
| 34            | Barra da Lagoa  | 27°34'23.28"S 48°25'32.38"W        | Oliveira, 1989   |
| 35            | Caeira da Barra Sul                                     | 27°50'0.02"S 48°33'53.41"W         | Oliveira, 1989   |
| 36            | Ponta do Caiacangaçu                                    | 27°45'50.03"S 48°34'39.53"W        | Oliveira, 1989   |
| 37            | Ribeirão da Ilha  | 27°42'2.87"S 48°33'9.20"W          | Oliveira, 1989   |
| 38            | Ponta do Coral  | 27°34'16.58"S 48°32'12.70"W        | Oliveira, 1989   |
| 39            | Sambaqui  | 27°29'26.06"S 48°31'54.61"W        | Oliveira, 1989   |
| 40            | Camburiú  | 27° 1'28.07"S/ 48°36'32.38"W       | Oliveira, 1989   |
| 41            | Armação do Itapocoroy                                   | 26°46'-26°47'S/48°36'-48°37'W      | Oliveira, 1989;Branco <i>et al.</i> , 1998; Mendes <i>et al.</i> , 2006, Tommasi, 1964   |
| 42            | Município de Barra Velha                                | 26°38'2.03"S/ 48°40'40.55"W        | Tommasi, 1964  |
| 43            | Entre as ilhas do Remédio e Arara                       | 26°27'32.64"S/ 48°34'26.69"W       | Tommasi, 1964  |
| 44            | Baia de Ubatuba   | 26°13'S/ 48°31'W                   | Tommasi, 1964  |

|    |  |                     |                 |
|----|--|---------------------|-----------------|
| 45 | Frente ao Pontal e Coroa (Canal S. Francisco do Sul) | 26°11'S/ 48°35'W    | Tommasi, 1964   |
| 46 | Frente a cidade de São Francisco do Sul              | 26°14'30"S/ 48°38'W | Tommasi, 1964   |
| 47 | Trapiche (S. Francisco do Sul)                       | Não informado       | Tommasi, 1964   |
| 48 | Foz do Rio Rabelo                                    | 27°9'S/48°32'W      | Reichholf, 1981 |
| 49 | Baia Norte   | Não informado       | Moreira, 2011   |
| 50 | Baia Sul   | Não informado       | Moreira, 2011   |

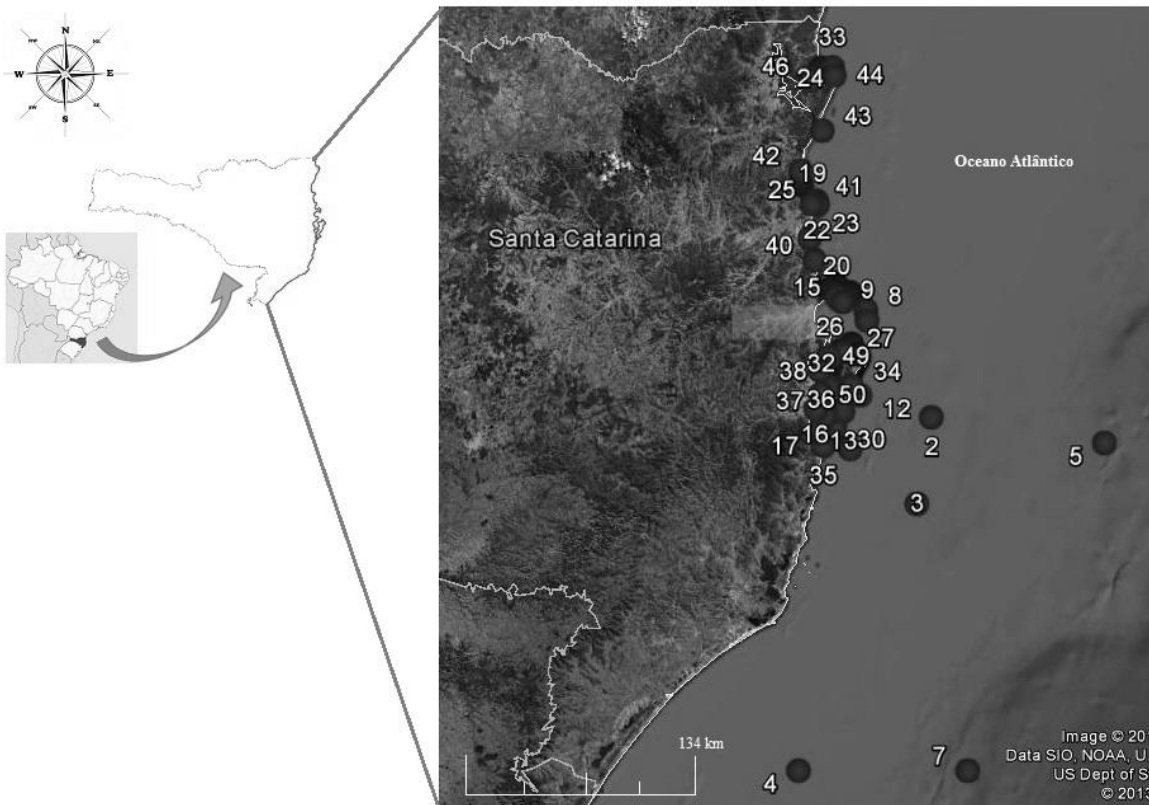


Figura 1. Mapa do litoral de Santa Catarina. Os números representam os locais onde espécies de equinodermos foram encontrados segundo as referências da tabela II.

Tabela III. Espécies observadas através do mergulho autônomo em quatro ilhas costeiras de Santa Catarina. *n* (número de indivíduos). \* Espécies ameaçadas de extinção segundo FATMA (2011).

| Classe        | Espécies                                  | <i>n</i> | Locais de observação                 |
|---------------|---|----------|--------------------------------------|
| ECHINOIDEA    | <i>Arbacia lixula</i>                     | >10      | Xavier, Arvoredo e Campeche          |
|               | <i>Echinometra lucunter</i>               | >10      | Xavier, Arvoredo e Campeche          |
|               | <i>Eucidaris tribuloides*</i>             | 2        | Arvoredo                             |
|               | <i>Lytechinus variegatus*</i>             | 4        | Arvoredo                             |
| ASTEROIDEA    | <i>Coscinasterias tenuispina*</i>         | 2        | Xavier                               |
|               | <i>Echinaster (Othilia) brasiliensis*</i> | >10      | Xavier, Arvoredo, Aranhas e Campeche |
| HOLOTHUROIDEA | <i>Isostichopus badionotus</i>            | 2        | Arvoredo                             |

### 4.3. DISCUSSÃO

A costa litorânea brasileira (7.408 km) é uma das maiores do mundo. Um litoral como o da Bahia, com 932 km de comprimento, abriga cerca de 21% da fauna Echinodermata do Brasil (MAGALHÃES *et al.* 2005). Pernambuco, um dos menores em extensão litorânea, possui 11% das 342 espécies de equinodermos registradas no país (LIMA & FERNANDES 2009). Para o litoral catarinense, apesar de possuir 531km de extensão, apenas 14% desta riqueza (47 espécies) está registrada. O número absoluto de equinodermos registrados para Santa Catarina é maior do que em Pernambuco, mas quando compara-se a extensão do litoral dos dois estados, é possível supor, comparativamente, que a riqueza deve estar um tanto subestimada. Leva-se em conta ainda que, dada paucidade geral de estudos com o filo no Brasil, é muito provável que todos esses números sejam subestimativas.

O maior número de espécies observado na Ilha do Arvoredo, parte integrante da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo localizado ao norte da ilha de Florianópolis, deve-se a sua posição e localização geográfica. A presença da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) sobre a plataforma continental e sua ressurgência ao longo da costa auxiliam no aumento da produtividade, no Sudeste e Sul da ilha. O deslocamento, na direção norte, nos meses de inverno, da convergência subtropical, formada pelo encontro das águas da Corrente do Brasil com a Corrente das Malvinas, confere à ilha características climáticas mais próximas das temperadas, o que influencia a composição da fauna local (AMARAL & JABLONSKI 2005). No entanto, as observações em campo, registraram apenas seis espécies de equinodermos para a Ilha do Arvoredo, os equinoides *Arbacia lixula*, *Echinometra lucunter*, *Eucidaris tribuloides* e *Lytechinus variegatus*; os asteroides *Coscinasterias tenuispina* e *Echinaster (O.) brasiliensis* e o holoturoide *Isostichopus badionatus*, ou seja apenas 30% do número de espécies citadas na revisão bibliográfica. Segundo MACHADO & FILLMANN (2010) comparando-se a Ilha do Arvoredo com regiões onde o turismo também é considerado economicamente importante, ela apresentou maior média de resíduos sólidos por 1000m<sup>2</sup> em especial no verão. Além disso, o uso dos equinodermos para fins decorativos contribui para o declínio de algumas espécies, como as estrelas do mar *Oreaster reticulatus* e *Asterina stellifera* (AMARAL & JABLONSKI 2005).

A presença da espécie *Echinaster (Othilia) brasiliensis* ao longo da costa brasileira é registrada por diversos autores em inventários faunísticos de determinadas regiões do Brasil (LIMA & FERNANDES 2009; OLIVEIRA *et al.* 2010; GONDIM *et al.* 2011). No litoral de Santa Catarina a espécie está registrada para 15 localidades, confirmando sua ampla distribuição geográfica, que se estende da Flórida até o Golfo de San Matias, na Argentina (AMARAL *et al.* 2008). Não obstante, a espécie *E. (O.) brasiliensis* esteve presente em todos os pontos amostrados pelo mergulho

autônomo. Assim como a estrela do mar *E. (O.) brasiliensis*, o asteroide *Asterina stellifera* esteve representada em 14 regiões do litoral de Santa Catarina, porém nenhum indivíduo foi avistado na saída a campo. Sua distribuição se estende do Cabo Frio (RJ) ao Mar del Plata, na Argentina. Há pouca informação sobre a história de vida e ecologia desta espécie. Populações em declínio foram relatados ao longo da última década (CALIL *et al.* 2009; ROUX 2004), o que levou à inclusão na lista brasileira de espécies ameaçadas (MMA, 2008).

Comparando as espécies de ofiuroides de Santa Catarina com as de outros estados do Brasil, observa-se que poucas espécies são comuns aos estados, refletindo a alta diversidade da classe Ophiuroidea no país que, atualmente, apresenta cerca de 100 espécies. Desta forma, assim como observado nos inventários realizados para outros estados litorâneos brasileiros (ALVES & CERQUEIRA 2000; MAGALHÃES *et al.* 2005; GONDIM *et al.* 2008), a família Amphiuroidae foi a mais diversa. Espécies da família são comuns em zonas de médio e infralitoral, porém outras ocorrem em altas profundidades, característica marcante de algumas espécies (AMBROSE 1993). Por esta razão a maioria das espécies da classe Ophiuroidea, deste estudo, foram registradas por BORGES *et al.* (2002) através do programa REVIZEE Score Sul/Bentos que cobriu a plataforma externa e parte do talude continental do sudeste e sul brasileiro. Destaca-se, ainda, dentro da classe, a espécie *Gorgonocephalus chilensis* registrada na Ilha do Arvoredo por BARBOZA *et al.* (2010), o primeiro registro para o estado de Santa Catarina e para o Brasil.

A espécie *Mellita quinquesperforata*, da classe Echinoidea, popularmente conhecida como bolacha do mar, foi registrada em três praias do litoral baiano e 21 do litoral pernambucano (MAGALHÃES *et al.* 2005; LIMA & FERNANDES 2009). No litoral de Santa Catarina a bolacha do mar foi registrada em apenas uma localidade, Praia da Daniela. A espécie *Mellita quinquesperforata* comumente é encontrada em tuneis submersos no solo arenoso de águas rasas, dificultando a observação em campo (SWEETEN 2001). Duas espécies de equinoides, *Plagiobrissus grandis* e *Paracentrotus gaimardi*, ocorreram em apenas duas localidades do litoral catarinense, na Ilha do Campeche e na Ilha do Arvoredo, respectivamente. Em inventários de equinodermos de outros estados do Brasil, estas duas espécies não foram registradas.

A diversidade de Holothuroidea registrada para Santa Catarina, parece ser pouco representativa da realidade, quando comparamos com os resultados apresentados por GONDIM *et al.* (2008) que citou dez espécies para a Praia de Cabo Branco (Paraíba) e MAGALHÃES *et al.* (2005), que registraram sete espécies de holotúrios para o estado da Bahia. As espécies listadas para Santa Catarina foram *Holothuria (Halodeima) grisea* (Selenka, 1867), registrada por MENDES *et al.* (2006) na Armação do Itapocoroy, e *Isostichopus badionotus*, espécie encontrada na Ilha do Arvoredo, sendo este o primeiro registro para Santa Catarina.

A espécie *Tropiometra carinata*, da classe Crinoidea, foi registrada para Santa Catarina por TOMMASI (1964) em frente a cidade de São Francisco a 16m de profundidade. O autor comenta que este entre outros pontos amostrados por ele dentro do estuário do Rio São Francisco é bastante influenciado pela água do mar, visto que espécies como *T. carinata* não são encontradas em águas de baixa salinidade. Esta foi a única espécie da classe registrada para o estado. Alguns inventários de equinodermos mostram que a espécie *T. carinata* parece ser comum na costa brasileira (ALVES & CERQUEIRA 2000; MAGALHÃES *et al.* 2005; NETTO *et al.* 2005; LIMA & FERNANDES 2009). Apesar disso em toda costa litorânea catarinense, ela foi encontrada em apenas um local.

#### 4.3.1. Mergulho autônomo nas ilhas costeiras de Santa Catarina

Os ouriços do mar *Echinometra lucunter* e *Arbacia lixula*, encontrados abundantemente em campo, são bastante representativos dos substratos consolidados na costa sudeste e sul do Brasil, sendo muitas vezes descritos como co-ocorrentes (CASTRO *et al.* 1999; BORZONE *et al.* 1999; TAVARES *et al.* 2003). No mergulho as duas espécies ocorreram nas mesmas três ilhas, Xavier, Arvoredo e Campeche. Porém, no levantamento bibliográfico, o único local em comum para as duas espécies foi a Ilha do Arvoredo. Outra espécie observada em campo foi o pepino do mar *Isostichopus badionotus* avistada na Ilha do Arvoredo, Rancho Norte, foi o primeiro registro para a costa de Santa Catarina. Esta espécie, comumente, se distribui ao longo do Pacífico Norte, na América do Sul e no entorno das ilhas Galápagos (JENKINS & MULLIKEN 1999). Porém, no Brasil, poucos trabalhos sobre levantamento de equinodermos mencionam a espécie (CASTRO *et al.* 1999; NETTO *et al.* 2005; MIRANDA *et al.* 2012).

A estrela do mar, *Coscinasterias tenuispina*, encontrada na Ilha do Xavier. Foi registrada por OLIVEIRA (1989) em mais três ilhas, Arvoredo, Galé e Amendoim. Apesar do presente estudo ter sido realizado também na Ilha do Arvoredo, esta espécie não foi observada, e dos trabalhos pesquisados na revisão bibliográfica apenas NETTO *et al.* (2005) a menciona. A espécie *C. tenuispina* por ser capaz de se reproduzir assexuadamente por fissão (CROZIER 1920), pode manter suas populações por esse processo, o que ocasiona menor variabilidade genética (presença de clones) e baixo fluxo gênico entre populações (MMA 2008). A coleta ilegal destes animais, vem sendo uma constante ameaça às populações (MACHADO *et al.* 2008), apresentando alto risco de extinções locais.

#### 4.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos de levantamento da biodiversidade são prioritários, tendo em vista que a degradação do ambiente atua em maior velocidade que ações conservacionistas (MMA 2008). Os

seres humanos agem diretamente sobre maior parte da superfície da Terra, afetando cerca de 83% da terra e 100% do oceano (41% totalmente afetado) (SANDERSON *et al.* 2002, HALPERN *et al.* 2008). Como resultado, um número crescente de espécies está ameaçada de extinção (MORA & SALE 2011). Projetos como Baleia Jubarte, TAMAR e Golfinho Rotador foram criados para que animais de grande porte, alvos de caça predatória e redes de pesca, não desapareçam. Porém, MORA (2011) comenta que os catálogos atuais de espécies são destinadas àquelas que chamamos espécies-bandeira, ou seja, espécies carismáticas, que atraem a atenção das pessoas e que são utilizadas para difundir a mensagem conservacionista e conscientizar a opinião pública. Isto sugere que a maior parte das espécies a serem descritas e, por conseguinte, necessitando ser foco de inventariamentos, são de pequeno porte e/ou concentram-se em áreas de difícil acesso como o fundo do mar e do solo.

Desde a publicação de MÜLLER (1898) sobre observações da fauna marinha em Santa Catarina, poucos estudos foram desenvolvidos na região a respeito do grupo Echinodermata. REICHHOLF (1981) descreveu algumas características da bolacha do mar *Encope emarginata* presente na costa de Santa Catarina. OLIVEIRA *et al.* (1987) realizaram o primeiro inventário de equinodermos para a região, porém enfatizando as classes Asteroidea, Echinoidea e Ophiuroidea; em 1989, o mesmo autor, em um trabalho de conclusão de curso, descreveu mais detalhadamente as espécies encontradas no inventário anteriormente realizado. BRANCO *et al.* (1998) incluíram o filo no estudo sobre a associação de macroinvertebrados e peixes demersais da Armação do Itapocoroy em Santa Catarina. BARBOZA *et al.* (2010) fizeram o primeiro registro do gênero de ofiuoide *Gorgonocephalus* para a plataforma continental brasileira, na Ilha do Arvoredo, SC. Alguns autores realizaram pesquisas com aspectos específicos de algumas espécies de equinodermos, como *Asterina stellifera*, *Astropecten brasiliensis* e *Echinometra lucunter* (CALIL *et al.* 2009, CAREGNATO *et al.* 2009, FREIRE *et al.* 2011), todos em praias do norte do estado de Santa Catarina.

Apesar dos poucos trabalhos realizados com Echinodermata na costa catarinense, das espécies aqui reportadas, 16 estão presentes na Lista das Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção em Santa Catarina (FATMA 2011). O filo além de sua importância na teia trófica marinha, regulando populações biológicas, é objeto de estudo na área médica, porém cuidado é necessário para que esses estudos não influenciem, futuramente, na diminuição populacional dessas espécies. Os resultados gerados demonstram que uma porção expressiva da fauna de Santa Catarina merece atenção e ações imediatas do poder público, para reverter o quadro identificado. Urge incluir no planejamento estratégias e investimentos que impeçam e/ou mitiguem a degradação dos variados ecossistemas que ocorrem na região, habitats de várias espécies em risco de extinção.

#### 4.4. LITERATURA CITADA

- ALVARADO, J. J. & A, CHIRIBOGA. 2008. Distribución y abundancia de equinodermos en las aguas someras de la Isla del Coco, Costa Rica (Pacífico Oriental). **Revista de Biología Tropical** **56**(2): 99-111.
- ALVES, O. F. S. & W. R. P CERQUEIRA. 2000. Echinodermata das praias de Salvador (Bahia, Brasil). **Zoologia** **17**(2): 543-553.
- AMARAL, A. C. Z. & S, JABLONSKI. 2005. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadiversidade** **1**(1):43-51.
- AMARAL, A. C. Z.; C. V. RIBEIRO; M. C. D. MANSUR; S. B. SANTOS; W. E. P. AVELAR; H. MATTHEWS-CASCON; F. P. P. LEITE; G. A. S. MELO; P. A. COELHO; G. B. BUCKUP; L. BUCKUP; C. R. R. VENTURA & C. G. TIAGO. 2008. Invertebrados aquáticos: a situação de ameaça dos invertebrados aquáticos no Brasil, p. 156-165. *In*: MACHADO, A. B. M.; G. M. DRUMMOND; A. P. PAGLIA. (Eds.). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção: Volume I**. Brasília, Fundação Biodiversitas, 512p.
- AMBROSE, W. G. 1993. Effects of predation and disturbance by ophiuroids on softbottom community structure in Oslofjord - results of a mesocosm study. **Marine Ecology Progress Series** **97**:225-36.
- AMÉZIANE N. & M. ROUX. 1997. Biodiversity and historical biogeography of stalked crinoids (Echinodermata) in the deep sea. **Biodiversity Conservation** **6**:1557-1570. doi: 10.1023/A:1018370620870.
- AUSICH, W. I. 1998. Early phylogeny and subclass division of the Crinoidea (phylum Echinodermata). **Journal of Paleontology** **72**(3):499-510.
- BARBOZA, C. A. M.; F. M. MENDES; A. DALBEN & L. R. TOMMASI. 2010. Echinodermata, Ophiuroidea, *Gorgonocephalus* Leach, 1815: First report of the genus for the Brazilian continental margin. **Check List** **6**(2):289-291.
- BOHATÝ, J. B. 2011. Revision of the *Disparid stylocrinus* (crinoidea) from the Devonian of Europe, Asia and Australia. **Journal of Paleontology** **54**: 1177-1197. doi: 10.1111/j.1475-4983.2011.01067.
- BORGES, M.; A. M. G. MONTEIRO & A. C. AMARAL. 2002. Taxonomy of Ophiuroidea (Echinodermata) from the Continental Shelf and slope of the Southern and Southern Brazilian Coast. **Biota Neotropica** **2**(2):1-69.
- BORZONE, C. A.; P. R. PERZZUTO & E. MARONE. 1999. Oceanographic Characteristics of a Multi-Specific Fishing Ground of the Central South Brazil Bight. **Marine Ecology** **20**(2):131-146. doi: 10.1046/j.1439-0485.1999.00070.

- BRANCO, J. O.; M. J. LUNARDON-BRANCO; A. C. PERET; F. X. SOUTO; R. SCHVEITZER & W. G. VALE. 1998. Associações entre macroinvertebrados e peixes demersais na armação do Itapocoroy, Penha, Sc, Brasil. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 41(2):0-0.
- BRANCO, J. O.; I. F. MACHADO & M. S. BOVENDORP. 2004. Avifauna associada a ambientes de influência marítima no litoral de Santa Catarina, Brasil. **Zoologia** 21(3):459-466.
- CALIL, P.; R. M. ROCHA; C. A. FREIRE & J. J. ROPER. 2009. The role of *Asterina stellifera* (Echinodermata: Asteroidea) as a predator in a rocky intertidal community in southern Brazil. **Zoologia** 26(2):279-287.
- CAREGNATO, F. F.; F. WIGGERS; J. C. TARASCONI & I. L. VEITENHEIMER-MENDES. 2009. Taxonomic composition of mollusks collected from the stomach content of *Astropecten brasiliensis* (Echinodermata: Asteroidea) in Santa Catarina, Brazil. **Revista Brasileira de Biociências** 7(3):252-259.
- CASTRO, C. B.; C. A. ECHEVERRÍA; D. O. PIRES & C. G. FONSECA. 1999. Distribuição do bentos (Cnidaria e Echinodermata) em costões rochosos da Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. **Oecologia Brasiliensis** 7:179-193.
- CROZIER, W. J. 1920. On the temporal relations of asexual propagation and gametic reproduction in *Coscinasterias tenuispina*: with a note on the direction of progression and on the significance of the madrepores. **The Biological Bulletin** 39(2):116-129.
- EDGAR, G. J.; S. BANKS; J. M. FARIÑA; M. CALVOPIÑA & C. MARTÍNEZ. 2004. Regional biogeography of shallow reef fish and macro-invertebrate communities in the Galápagos archipelago. **Journal of Biogeography** 31(7): 1107-1124. doi: 10.1111/j.1365-2699.2004.01055.
- FATMA – Fundação do Meio Ambiente. 2011. Lista das Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção em Santa Catarina. Resolução Consema Nº 002, 06 de dezembro de 2011. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS), Florianópolis.
- FREIRE, C. A.; I. A. SANTOS & D. VIDOLIN. 2011. Osmolality and ions of the perivisceral coelomic fluido f the intertidal sea urchin *Echinometra lucunter* (Echinodermata: Echinoidea) upon salinity and ionic challenges. **Zoologia** 28(4):479-487.
- GONDIM, A. I.; P. LACOUTH; C. ALONSO & C. L. C. MANSO. 2008. Echinodermata da Praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Biota Neotropica** 8(2):151-159.
- GUILLOU, M.; F. QUINIOU; B. HUART & G. PAGANO. 2000. Comparison of embryonic development and metal contamination in several populations of these an urchin *Sphaerechinus granularis* (Lamarck) exposed to anthrpopogenic pollution. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology** 39:337-344.

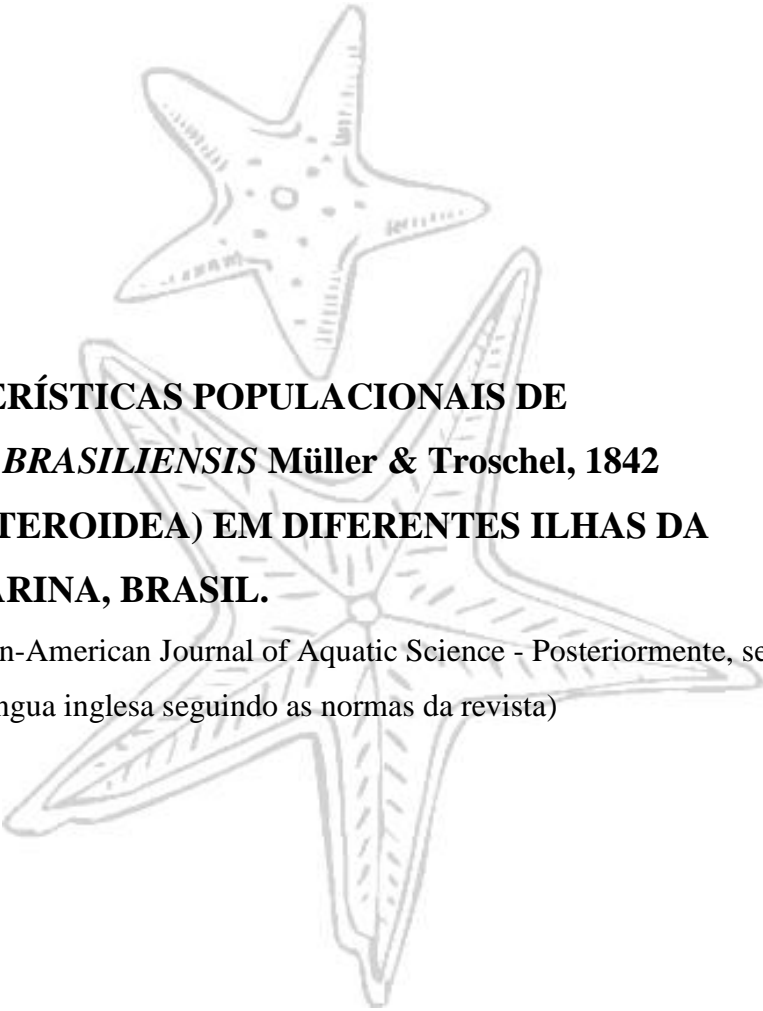


- HADEL, V. F.; A. M. G. MONTEIRO; A. S. F. DITADI; C. G. TIAGO & L. R. TOMMASI. 1998. Invertebrados Marinhos: Echinodermata, p. 260-271. *In*: JOLY, C. A. & BICUDO, C. E. M. (Eds.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do Conhecimento ao Final do Século XX**. São Paulo, FAPESP.
- HALPERN, B. S.; S. WALBRIDGE; K. A. SELKOE; C. V. KAPPEL and others. 2008. A global map of human impact on marine ecosystems. **Science** **319**:948–952. doi:10.1126/science.1149345.
- HENDLER, G.; J. E. MILLER; D. L. PAWSON & P. M. KIER. 1995. **Sea stars, sea urchins and allies. Echinoderms of Florida and the Caribbean**. Washington, Smithsonian Institution Press, 390 p.
- ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2011. Atlas da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção em Unidades de Conservação Federais. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília.
- ISABEL LINHARES DE OLIVEIRA, I. L. 1989. **Stelleroidea (Echinodermata) do litoral catarinense**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 130f.
- JENKINS, M. & T. MULLIKEN. 1999. Evolution of exploitation in the Galapagos Islands. **Traffic Bulletin** **17**(3):107-118.
- LIMA, E. J. DE B. & M. L. B. FERNANDES. 2009. Diversidade de equinodermos (Echinodermata) no Estado de Pernambuco (Brasil). **Revista Brasileira de Zoociências** **11**(1):55-63.
- MACHADO, A. A. & G. FILLMANN. 2010. Estudo da contaminação por resíduos sólidos na ilha do Arvoredo, reserva biológica marinha do Arvoredo – SC, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada** **10**(3):381-393.
- MAGALHÃES, W. F., L. R. MARTINS & O. F. S. ALVES. 2005. Inventário dos Echinodermata do Estado da Bahia. **Brazilian Journal Aquatic Science Technology** **9**(1):61-65.
- MANSO, C. L.C.; O. F. S. ALVES & L. R. MARTINS. 2008. Echinodermata da Baía de Todos os Santos e da Baía de Aratu (Bahia, Brasil). **Biota Neotropica** **8**(3):179-196.
- MARCELO SILVEIRA. 2010. Relações entre complexidade de habitat e comunidade de peixes de costão rochoso. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 78p.
- MARCHIORI, M. O.; C. KOHLMANN & N. F. FONTOURA. 1996. Densidade populacional e distribuição de Echinoidea e Asteroidea da Ilha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil. *In*: XXI Congresso Brasileiro de Zoologia.
- MATHEUS COELHO MOREIRA. 2011. Diversidade, ocorrência e distribuição da fauna de invertebrados demersal das baías Norte e Sul de Florianópolis (SC), Brasil. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 77p

- MENDES, F. M.; A. W. C. MARENZI & M. D. DOMENICO. 2006. Population patterns and seasonal observations on density and distribution of *Holothuria grisea* (Holothuroidea: Aspidochirotida) on the Santa Catarina Coast, Brazil. **SPC Beche-de-mer Information Bulletin** 23:5-10.
- MIKKELSEN, P. M. & J. CRACRAFT. 2001. Marine biodiversity and the need for systematic inventories. **BULLETIN OF MARINE SCIENCE** 69(2):525-534.
- MIRANDA, J. R. 2007. **Sustentabilidade Agrícola e Biodiversidade Faunística: O caso do cultivo orgânico de cana-de-açúcar**. Embrapa Monitoramento por Satélite. Disponível em: <http://www.biodiversidade.cnpm.embrapa.br> (Acessado em: 29/04/2013).
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2008. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília, Fundação Biodiversitas, 1420p.
- MONTEIRO, A. M. G. 1998. Avaliação das espécies de ofiuróides (Echinodermata) conhecidas na costa brasileira. *In: XXII Congresso Brasileiro de Zoologia*.
- MORA, C. 2011. How many species are there on Earth and in the ocean?. **Plos Biology** 9(8):1-8. doi:10.1371/journal.pbio.1001127.
- MORA, C. & P. F. SALE. 2011. Ongoing global biodiversity loss and the need to move beyond protected areas: a review of the technical and practical shortcomings of protected areas on land and sea. **Marine Ecology Progress Series** 434:251-266. doi: 10.3354/meps09214.
- MÜLLER, F. 1898. Beobachtungen über die Meeresfauna der Küste von Santa Catarina. **Revista do Museu Paulista** 3:31-40.
- NETTO, L. F.; V. F. HADEL & C. G. TIAGO. 2005. Echinodermata from São Sebastião Channel (São Paulo, Brazil). **Revista de Biología Tropical** 53(3):207-218.
- NIEDZWIEDZKI, R., M.A. SALAMON & K. WOLKENSTEIN. 2011. *Encrinus aculeatus* (Crinoidea: Encrinida) with exceptional preservation of organic pigments from the Middle Triassic of Lower Silesia (SW Poland). **Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen** 262(2):163-170. doi: 10.1127/0077-7749/2011/0190.
- OLIVEIRA, I. L. 1990. Equinodermes do litoral catarinense: II. Alguns Stelleroides (Echinodermata) da Ilha de Santa Catarina e arredores. *In: XVII Congresso Brasileiro de Zoologia*.
- OLIVEIRA, I. L.; A. P. T. MOREIRA; K. SAALFELD. 1987. Levantamento de equinodermes da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis, SC): dados preliminares. *In: II Seminários sobre Ciências do Mar*.
- OLIVEIRA, J. P.; J. DE OLIVEIRA; C. L. C. MANSO. 2010. Inventário da coleção de equinodermos do LABIMAR, Campus Prof<sup>o</sup>. Alberto Carvalho, Universidade Federal de Sergipe. **Scientia Plena** 6(12):1-14.

- PAINE, R. T. 1966. Food web complexity and species diversity. **The American Naturalist** **100**(902):65-75.
- REICHHOLF, V. J. 1981. Some data on a sample of the Sanddollar *Encope emarginata* (Leske, 1778) from the Coast of Santa Catarina, Brazil. **Spixiana** **4**(1):111-114.
- RODRIGUES, M. L.G.; D. FRANCO & S. SUGAHARA. 2004. Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geofísica** **22**(2):135-151.
- ROUX, A. 2004. Estrellas y Erizos. In: Boschi, E.E., Cousseau, M.B. (Eds.), La vida entre mareas: vegetales y animales de las costas de Mar del Plata. Publicaciones especiales INIDEP, Mar del Plata, Argentina, pp. 383–384.
- RUPPERT, E. E.; R. S. FOX & R. D. BARNES. 2005. **Zoologia dos Invertebrados**. São Paulo, Roca, 1168 p.
- SANDERSON, E. W.; M. JAITEH; M. A. LEVY; K. H. REDFORD; A. V. WANNEBO & G. WOOLMER. 2002. The human footprint and the last of the wild. **Bioscience** **52**:891–904. doi: 10.1641/0006-3568(2002)052[0891:THFATL]2.0.CO;2.
- SANTA CATARINA, s.d. **Governo do Estado de Santa Catarina: Um litoral mágico**. Disponível em: <http://www.sc.gov.br/> [Acessado em: 27/01/2013].
- SWEETEN, L. 2001. *Mellita quinquiesperforata*. **Animal Diversity Web**. Disponível em: [http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Mellita\\_quinquiesperforata/](http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Mellita_quinquiesperforata/) [Acessado em: 28/02/2013].
- TAVARES, Y. A. G.; H. G. KAWALL & C. A. BORZONE. 2003. Biochemical changes in the gonad in relation to the reproductive cycle of *Echinometra lucunter* and *Arbacia lixula* in Southern Brazil, p. 147-155. In: LAWRENCE, J. M. & GUZMÁN, O. (Eds). **Sea urchins, fisheries and ecology**. Lancaster, DEStec Publications, 402p.
- TOMMASI, L. R. 1964. Equinodermes (menos Holothuroidea) recogidos por el barco Emília del IOUSP, em el litoral de Santa Catarina. **Neotropica** **10**(33):112-113.
- TOMMASI, L. R. 1965. Alguns Amphiuroidae (Ophiuroidea) do litoral de São Paulo e Santa Catarina. **Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo: Série Oceanografia Biológica** **8**:8-9.
- VENTURA, C. R. R. 2002. Sexual and asexual reproduction of *Coscinasterias tenuispina* (Echinodermata: Asteroidea) from Rio de Janeiro, Brazil. **Marine Biology** **140**(1): 95-101. doi: 10.1007/s002270100663.
- VENTURA, C. R. R.; R. P. N. LIMA; C. C. NOBRE; I. VERÍSSIMO & P. C. ZAMA. 2006. Filo Echinodermata, p. 339-389. In: LAVRADO, H.P. & IGNACIO, B.L. (Eds.). **Biodiversidade bentônica da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira: Série Livros**. Rio de Janeiro, Museu Nacional, 389p.

- VENTURA, C. R. R.; M. BORGES; L. S. CAMPOS; L. V. COSTA-LOTUFO; C. A. FREIRE; V. F. HADEL; C. L. C. MANSO; J. R. M. C. SILVA; Y. TAVARES & C. G. TIAGO. 2012. Echinoderm from Brazil: Historical research and the current state of biodiversity knowledge, p. 301-344. *In*: ALVARADO, J. J. & SOLÍS-MARÍN, F. A. (Eds.). **Echinoderm research and diversity in Latin America**. Berlin, Springer Press, 675p.
- XAVIER, L. A. R. 2010. Inventário dos equinodermos do estado de Santa Catarina, Brasil. **Brazilian Journal of Aquatic Science Technology** **14**(2):73-78.



**5. CAPITULO II: CARACTERÍSTICAS POPULACIONAIS DE  
*ECHINASTER (OTHILIA) BRASILIENSIS* Müller & Troschel, 1842  
(ECHINODERMATA: ASTEROIDEA) EM DIFERENTES ILHAS DA  
COSTA DE SANTA CATARINA, BRASIL.**

(Manuscrito formatado segundo a Pan-American Journal of Aquatic Science - Posteriormente, será traduzido para a língua inglesa seguindo as normas da revista)

**Características populacionais de *Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller & Troschel, 1842  
(Echinodermata: Asteroidea) em ilhas costeiras do sul do Brasil**

NATALY N. SLIVAK<sup>1</sup>, HELENA P. ROMANOWSKI<sup>1</sup>, ANA LAURA DE ALMEIDA LUIZ<sup>2</sup> & ALBERTO LINDNER<sup>3</sup>

<sup>1</sup>. Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves 9500, CEP: 91509-900, Porto Alegre, RS. E-mail: [nataly.slivak@gmail.com](mailto:nataly.slivak@gmail.com)

<sup>2</sup>. Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

<sup>3</sup>. Departamento de Ecologia e Zoologia, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Campus Universitário, s/n, CEP: 88040-970, Florianópolis, SC.

**Abstract. Population characteristics of *Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller & Troschel, 1842**

**(Echinodermata: Asteroidea) in coastal Islands from the south Brazil.** This study surveyed for populational aspects of the starfish *Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller & Troschel, 1842 in the months of May and December of 2012 and January and February of 2013, in four coastal islands of Santa Catarina, Brazil. The sampling method was through visual census in two depth levels (0-4 and 4-9 meters) by autonomous diving. The highest abundance was recorded in the Xavier Island, 126 specimens of *E. (O.) brasiliensis*, the main factors to this high abundance seem to be the habitat complexity and the occurrence of the preferred genera of sponges used by starfishes as food. In the deepest level the smallest starfishes (<60mm) were dominant, 42.03% of representativeness, possibly searching for highest food availability. The gradient of habitat complexity was higher in the Aranhas Islands, while in the Arvoredo and Campeche Islands this gradient decreased with the increase of depth, being the opposite happening to the Xavier Island.

**Keywords:** Abundance, Asteroidea, habitat complexity, density

**Resumo.** Este trabalho buscou obter informações sobre as características populacionais da estrela do mar *Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller & Troschel, 1842 nos meses de Maio e Dezembro de 2012 e Janeiro e Fevereiro de 2013, em quatro ilhas costeiras de Santa Catarina. As amostragens seguiram o método de censo visual em dois estratos de profundidade (0-4 e 4-9 metros) através do mergulho autônomo. A maior abundância foi registrada na ilha do Xavier, com 126 indivíduos de *E. (O.) brasiliensis*, sendo que a complexidade de habitat e a ocorrência dos gêneros de esponjas preferidos na alimentação da estrela do mar parece ser os principais fatores contribuintes para essa maior abundância. No estrato fundo predominaram as estrelas menores (<60mm), com 42.03% de representatividade, possivelmente buscando nas maiores profundidades uma maior diversidade de alimento. O gradiente de complexidade de habitat foi maior na Ilha da Aranhas, enquanto nas Ilhas do Arvoredo e Campeche esse gradiente diminuiu com o aumento da profundidade, sendo que o inverso ocorreu na Ilha do Xavier.

**Palavras-chave:** Abundância, Asteroidea, complexidade de habitat, densidade

## 5.1. Introdução

Os costões rochosos destacam-se pela ampla diversidade de fauna marinha que abrigam, fauna esta de alta relevância ecológica e econômica (Nybakken 1997, Almeida 2008). Fazendo parte desse sistema, os equinodermos se destacam por sua importância ecológica trófica e econômica, sobretudo Asteroidea que exibem as estruturas e funções características dos equinodermos, como sistema hidrovacular, simetria pentâmera entre outras características (Hickman *et al.* 2001). Estrelas do mar habitam praticamente todos os ecossistemas marinhos, independentemente da latitude e profundidade (Hyman 1955), são muitas vezes coloridas e variam em diâmetro de um centímetro a cerca de um metro.

Dentre os asteroides, na família Echinasteridae, um gênero bem conhecido é *Echinaster (Othilia)* Gray. Estudos enfocando a taxonomia, genética e biologia reprodutiva (Atwood 1973, Iorizzi *et al.* 1993, Nobre & Campos-Creasey 2000, Mariante *et al.* 2010) tem sido desenvolvidos, visando diagnosticar problemas de polimorfia com espécies brasileiras, em especial *Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller & Troschel, *Echinaster (Othilia) guyanensis* Clark, 1987 e *Echinaster echinophorus* (Lamarck, 1816). Porém, quando falamos em estrutura de assembleias e padrões populacionais, poucas são as pesquisas realizadas com essas espécies.

*Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller & Troschel, 1842 é frequentemente encontrada associada a esponjas em fundos rochosos, e sua distribuição geográfica estende-se da Flórida até o Golfo de San Matias, na Argentina (MMA 2008). A espécie é considerada Em Perigo de extinção no Brasil, sendo sua remoção do ambiente proibida por lei (Brasil 1967). No estado de Santa Catarina a espécie é citada em levantamentos faunísticos como parte integrante da comunidade marinha (Xavier 2010, Oliveira *et al.* 1987), mas nenhum destes trabalhos contempla a sua biologia.

A estrutura da população (expressa pelo tamanho dos indivíduos), a dinâmica reprodutiva, densidade, abundância e biomassa dos indivíduos no espaço são aspectos importantes da biologia populacional que expressam um conjunto da variabilidade genética e morfológica das espécies. Com o objetivo de realizar um levantamento populacional da espécie *Echinaster (Othilia) brasiliensis* presentes em quatro ilhas costeiras, é que se desenvolve o presente estudo.

## 5.2. Material e Métodos

### 5.2.1. Área de estudo

O Estado de Santa Catarina localiza-se no sul do Brasil. A costa litorânea apresenta 561,4 km estendendo-se da Ilha Saí-guaçú (Itapoá) (25°58'37"S – 48°35'24"W), divisa Nordeste com o Estado do Paraná, até a Foz do Rio Mampituba (Passos de Torres) (29°18'18"S – 49°42'02"W) limite Sudeste com o Rio Grande do Sul (Santa Catarina s.d.). É composta por mais de 500 praias, 47 ilhas, manguezais, lagunas, baías, entre outros ecossistemas (Branco *et al.* 2004, Rodrigues *et al.* 2004). O estudo foi realizado nas ilhas do Arvoredo, Aranhas, Xavier e Campeche, em dois pontos (Tab. I) de cada ilha, no período de Maio e Dezembro de 2012 e Janeiro e Fevereiro de 2013. Diante dos poucos trabalhos desenvolvidos com estrela do mar e da falta de conhecimento a respeito dos parâmetros ambientais aqui estudados, justifica-se a escolha dos locais estudados (Fig. 1).

- Ilha do Arvoredo: Pertence a Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (RBMA). A localização geográfica da RBMA é um dos fatores que está intimamente relacionado à biodiversidade marinha da região. A presença da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) sobre a plataforma continental e sua ressurgência ao longo da costa auxiliam no aumento da produtividade, no Sudeste e Sul da ilha. Apenas a face oeste da ilha não pertence à RBMA, onde embarcações turísticas podem aportar durante o verão. A entrada na reserva é restrita a pesquisadores, com autorização do ICMBIO/SISBIO. O substrato é composto por rochas de diversos tamanhos, em alguns pontos o fundo é apenas coberto por areia.

- Ilha das Aranhas: está localizada próxima à Praia do Santinho, é constituída por dois montes arborizados. Costões rochosos chegam a 30 metros de profundidade. A alta verticalidade do costão e as inúmeras tocas existentes propiciam a colonização de espécies como as esponjas *Ciocalypta alba* Carvalho, Carraro, Lerner & Hajdu, 2003 e *Spongia (Heterofibria) catarinensis* Mothes, Kasper, Lerner, Campos & Carraro, 2006.

- Ilha do Xavier: está situada em frente à Praia Mole. Possui substrato rochoso, com rochas de tamanhos médio a grande.

- Ilha do Campeche: localiza-se em frente à Praia do Campeche. Possui substrato rochoso com rochas de pequeno porte e areia nas maiores profundidades.



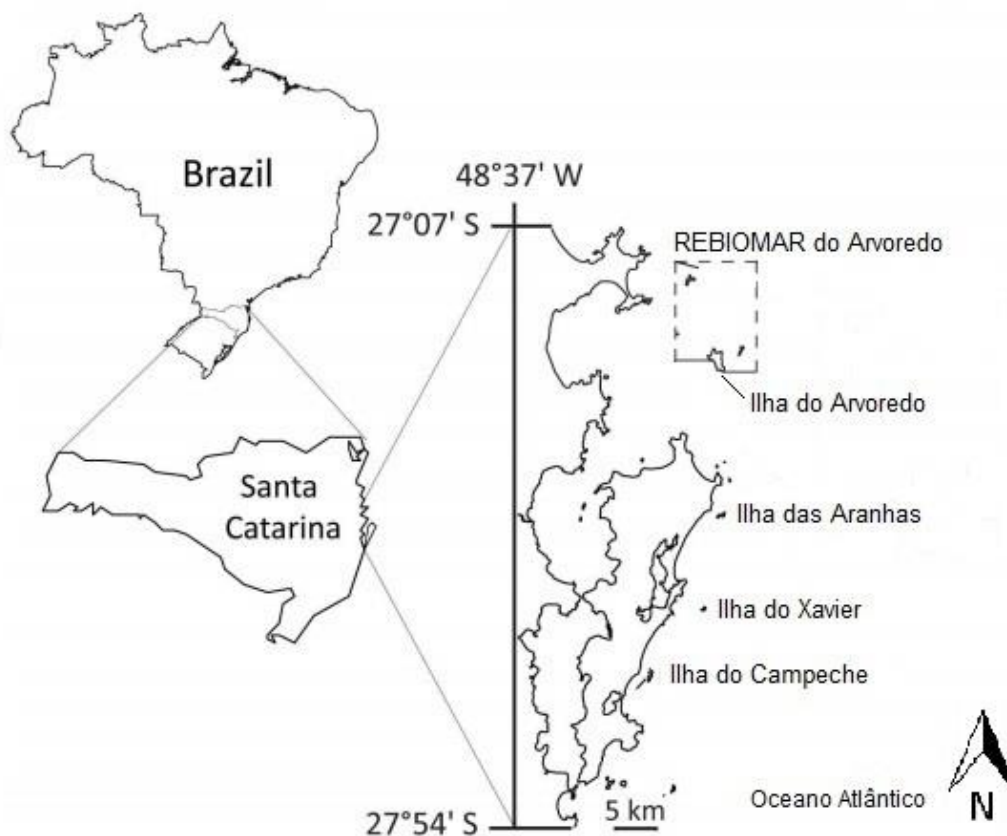


Figura 1. Costa de Santa Catarina indicando as quatro ilhas onde a fauna de Echinodermata foi amostrada. Adaptado de: Marcelo Silveira (2010).

Tabela I. Coordenadas geográficas dos dois pontos amostrados dentro das quatro ilhas costeiras do litoral de Santa Catarina, Brasil.

| Local           | Coordenadas Geográficas (Ponto 1) | Coordenadas Geográficas (Ponto 2) |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Arvoredo</b> | 27°17'50.40"S                     | 27°17'34.75"S                     |
|                 | 48°22'26.70"W                     | 48°22'1.40"W                      |
| <b>Aranhas</b>  | 27°29'16.46"S                     | 27°29'20.04"S                     |
|                 | 48°21'53.67"W                     | 48°21'32.54"W                     |
| <b>Xavier</b>   | 27°36'35.36"S                     | 27°36'36.34"S                     |
|                 | 48°23'12.31"W                     | 48°23'21.57"W                     |
| <b>Campeche</b> | 27°41'27.61"S                     | 27°42'11.47"S                     |
|                 | 48°27'54.80"W                     | 48°27'57.35"W                     |

### 5.2.2. Parâmetros populacionais de *Echinaster (O.) brasiliensis*

Os equinodermos foram amostrados pelo método do censo visual através do mergulho autônomo. Duas profundidades foram estudadas em cada local (4-6 e 6-9 m). Em cada intervalo de profundidade, estabeleceu-se cinco transectos de 20m, num total de 20 transectos por ilha. Cada transecto era percorrido e o substrato observado 1m à direita e 1 m esquerda (área total de observação por transecto = 40m<sup>2</sup>), com o

objetivo de registrar todos os indivíduos de *E. (O.) brasiliensis* presentes em qualquer cavidade e sem mover o substrato (Edgar *et al.* 2004, Alvarado & Chiriboga 2008). Totalizou-se, assim 800 m<sup>2</sup> amostrados por ilha. Todos os animais foram medidos a partir da distância da ponta do braço oposto ao madreporito até o centro do disco (R) (Barnes & Powell 1951) sendo esta a medida considerada nas estimativas de tamanho.

Os valores de densidade (ind/m<sup>2</sup> por transecto) de *E. (O.) brasiliensis* foram analisados utilizando-se Kruskal-Wallis, a fim de testar se existiam diferenças entre as diferentes ilhas. Verificou-se a independência entre a profundidade e a ilha onde as estrelas ocorriam através de um teste de associação ( $\chi^2$ ). Para investigar o padrão de distribuição dos indivíduos em pequena escala, foi calculado o Índice de Morisita padronizado ( $I_p$ ) a partir dos dados do censo, que é independente da densidade populacional e do tamanho da amostra (Krebs 2000). A distribuição é considerada uniforme, aleatório ou agregada quando  $I_p < 0,5$ ,  $I_p = 0,5$  e  $I_p > 0,5$ , respectivamente (Farias *et al.* 2012).

Os indivíduos foram classificados em cinco classes de tamanho (20-40; 40-60; 60-80; 80-100; 100-130mm) e diferenciados em indivíduos menores (20-40 e 40-60mm) e maiores (60-80; 80-100 e 100-130mm). A diferença no tamanho médio de raio para os quatro locais e profundidades foi determinada por uma ANOVA a dois fatores, após teste de homogeneidade de variâncias.

### 5.2.3. Complexidade de Habitat

A complexidade estrutural do substrato foi determinada 1m à direita e à esquerda do transecto de 20m paralelo à costa. A cada 5 metros (0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 m) a estimativa visual era calibrada através de um gradiente de estimativa visual: 0 = nenhum relevo vertical; 1= relevo vertical baixo e esparsos; 2= relevo vertical baixo porém constante; 3= relevo vertical moderadamente complexo; 4= relevo vertical muito complexo com algumas fendas e tocas e 5= relevo vertical extremamente complexo, com muitas fendas e tocas (Polunin & Roberts 1993) (Fig. 2). O teste ANOVA dois fatores foi utilizado a fim de verificar se há diferença na complexidade de habitat entre os locais amostrados e entre os dois estratos de profundidade. O tamanho das tocas foi classificado em: <10 (pequenas) e >10cm (grandes). Utilizou-se a correlação de Spearman ( $r_s$ ) para comparar o número de tocas grandes e pequenas com o gradiente de estimativa visual, e estes com a abundância dos indivíduos.

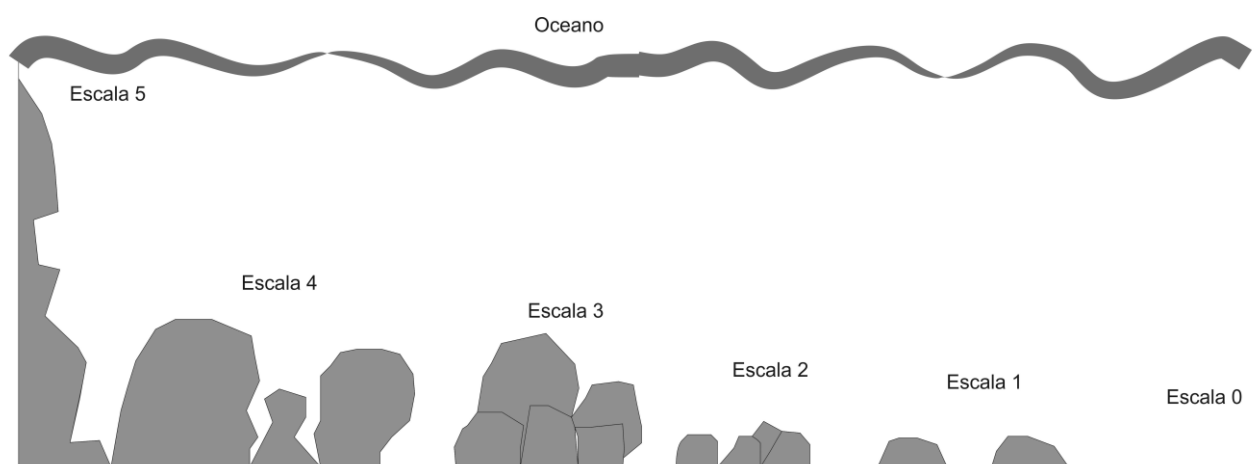


Figura 2. Modelo ilustrativo do gradiente de complexidade de substrato marinho.

### 5.3. Resultados

#### 5.3.1. Densidade, distribuição e tamanho de raio das populações de *E. (O.) brasiliensis*

No total, durante o período amostral foram observados 157 indivíduos de *E. (O.) brasiliensis*. A densidade variou significativamente entre os locais amostrados ( $H_c=18,47$ ,  $p=0,0027$ ), mas quando comparada com a profundidade, a variabilidade observada esteve associada ao local amostrado, ilha, ( $\chi^2=7,938$ ;  $p=0,047$ ;  $gl=3$ ). O número de indivíduos na Ilha do Xavier foi muito superior ao das demais ilhas (Fig. 3) e a maior parte destes ocorreu na maior profundidade (126 e 83 indivíduos, respectivamente). Na Ilha do Campeche, em contraste, dos 14 indivíduos registrados, 10 ocorreram na menor profundidade. Nas Ilhas do Arvoredo e Aranhas, porém, a abundância foi baixa (13 e 4 indivíduos, respectivamente) e não houve diferença entre estratos de profundidade (Tab. II).

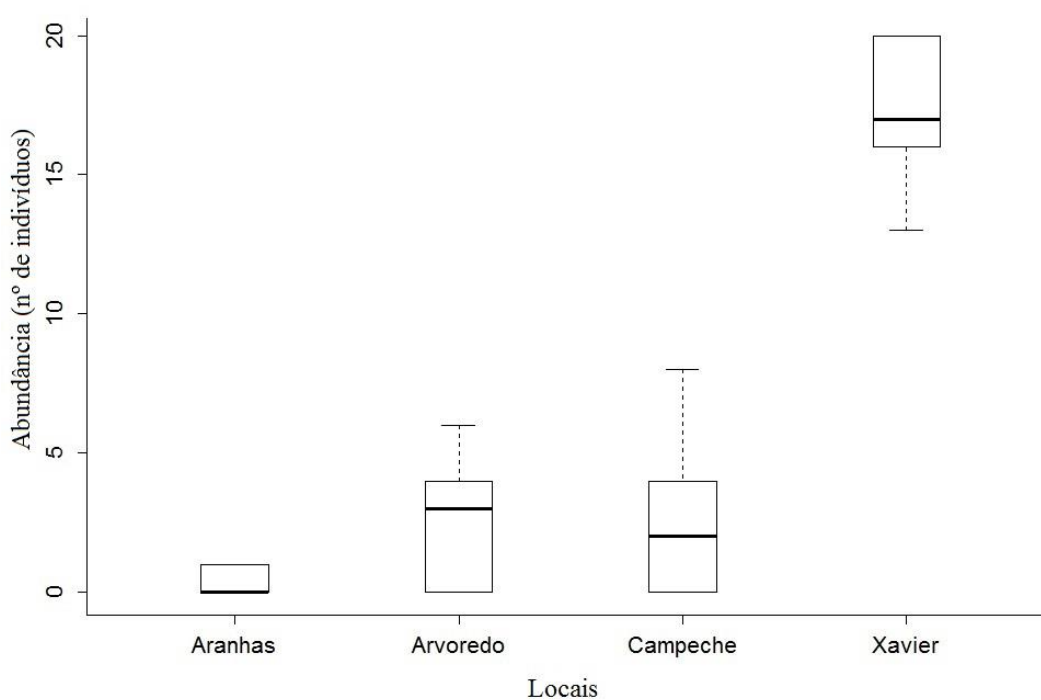


Figura 3. Box plot da abundância total de *Echinaster (Othilia) brasiliensis* nas quatro ilhas amostradas no litoral de Santa Catarina.

Tabela II. Abundância ( $n$ ) e densidade ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) (média±desvio padrão) de *Echinaster (Othilia) brasiliensis* para as quatro ilhas costeiras amostradas em dois estratos de profundidade (4-6 e 6-9m). Santa Catarina, Brasil.

| Local        | Profundidade | $n$        | Densidade   | Média±DP         |
|--------------|--------------|------------|-------------|------------------|
| Xavier       | Raso         | 43         | 0,10        | 1,05±0,50        |
|              | Fundo        | 83         | 0,20        | 1,09±0,41        |
| Arvoredo     | Raso         | 6          | 0,015       | 0,5±0,52         |
|              | Fundo        | 7          | 0,017       | 0,54±0,52        |
| Aranhas      | Raso         | 2          | 0,01        | 0,2±0,42         |
|              | Fundo        | 2          | 0,01        | 0,2±0,42         |
| Campeche     | Raso         | 10         | 0,05        | 0,67±0,72        |
|              | Fundo        | 4          | 0,02        | 0,33±0,49        |
| <b>TOTAL</b> |              | <b>157</b> | <b>0,42</b> | <b>0,57±0,10</b> |

A distribuição espacial de *E. (O.) brasiliensis* foi agregada nas Ilhas do Xavier ( $I_p=0,52$ ), Arvoredo ( $I_p=0,53$ ) e Campeche ( $I_p=0,54$ ), enquanto na Ilha das Aranhas ( $I_p=0,14$ ) a distribuição foi uniforme.

Todos os indivíduos observados foram medidos ( $n=157$ ). O tamanho dos indivíduos variou entre 20 e 130mm ( $51\pm30$  mm;  $x\pm D.P.$ ). A diferença de tamanho entre os indivíduos do estrato raso e os do estrato fundo foi de 2mm ( $52,2$  e  $50,2$ mm, respectivamente) (Tab. III). As médias de tamanho não diferiram significativamente entre as ilhas ( $F=0,74$ ;  $p=0,53$ ;  $gl=3$ ) nem entre os estratos de profundidade ( $F=0,09$ ;  $p=0,77$ ;  $gl=1$ ). A classe de tamanho que apresentou o maior número de indivíduos foi a de 40-60mm, gerando uma distribuição unimodal (Fig. 4). Na Ilha do Xavier indivíduos de todas classes de tamanho foram mais numerosos na maior profundidade (Fig. 5). Na Ilha do Campeche os menores indivíduos predominaram na maior profundidade.

Tabela III. Tamanho (mm) (média ± desvio padrão) e abundância ( $n$ ) de *Echinaster (Othilia) brasiliensis* em estratos de profundidade raso (4 – 6 m) e fundo (6 – 9 m) em quatro ilhas costeiras de Santa Catarina, Brasil.

|               | Xavier     |                  | Arvoredo  |                  | Aranhas  |                  | Campeche  |                  | Total      |                |
|---------------|------------|------------------|-----------|------------------|----------|------------------|-----------|------------------|------------|----------------|
|               | $n$        | Média ±DP        | $n$       | Média ± DP       | $n$      | Média ± DP       | $n$       | Média ±DP        | $n$        | Média±DP       |
| Estrato raso  | 43         | 64 ± 26,4        | 6         | 62,3 ± 20        | 2        | 17,4 ± 9,2       | 10        | 55,9 ± 7,6       | 61         | 52,2±31,3      |
| Estrato fundo | 83         | 59,4 ± 23,9      | 7         | 47,3 ± 14,6      | 2        | 47 ± 2,8         | 4         | 39 ± 14,6        | 96         | 50,2±28,7      |
| <b>Total</b>  | <b>126</b> | <b>57,8±27,6</b> | <b>13</b> | <b>39,2±29,3</b> | <b>4</b> | <b>18,1±23,6</b> | <b>14</b> | <b>35,5±25,9</b> | <b>157</b> | <b>52±29,7</b> |

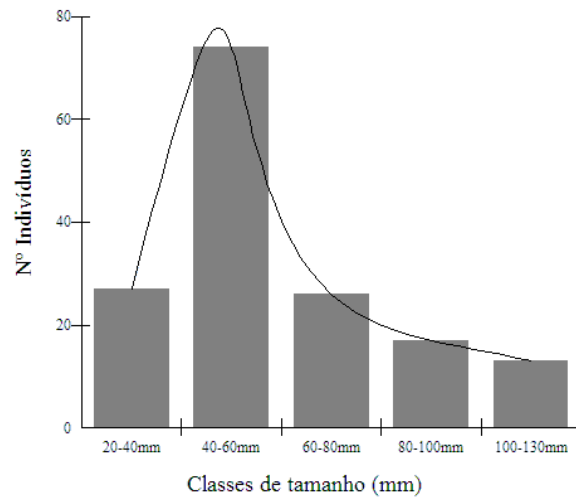


Figura 4. Distribuição de abundância por classes de tamanho de *Echinaster (Othilia) brasiliensis* amostrados em quatro ilhas costeiras de Santa Catarina, Brasil.

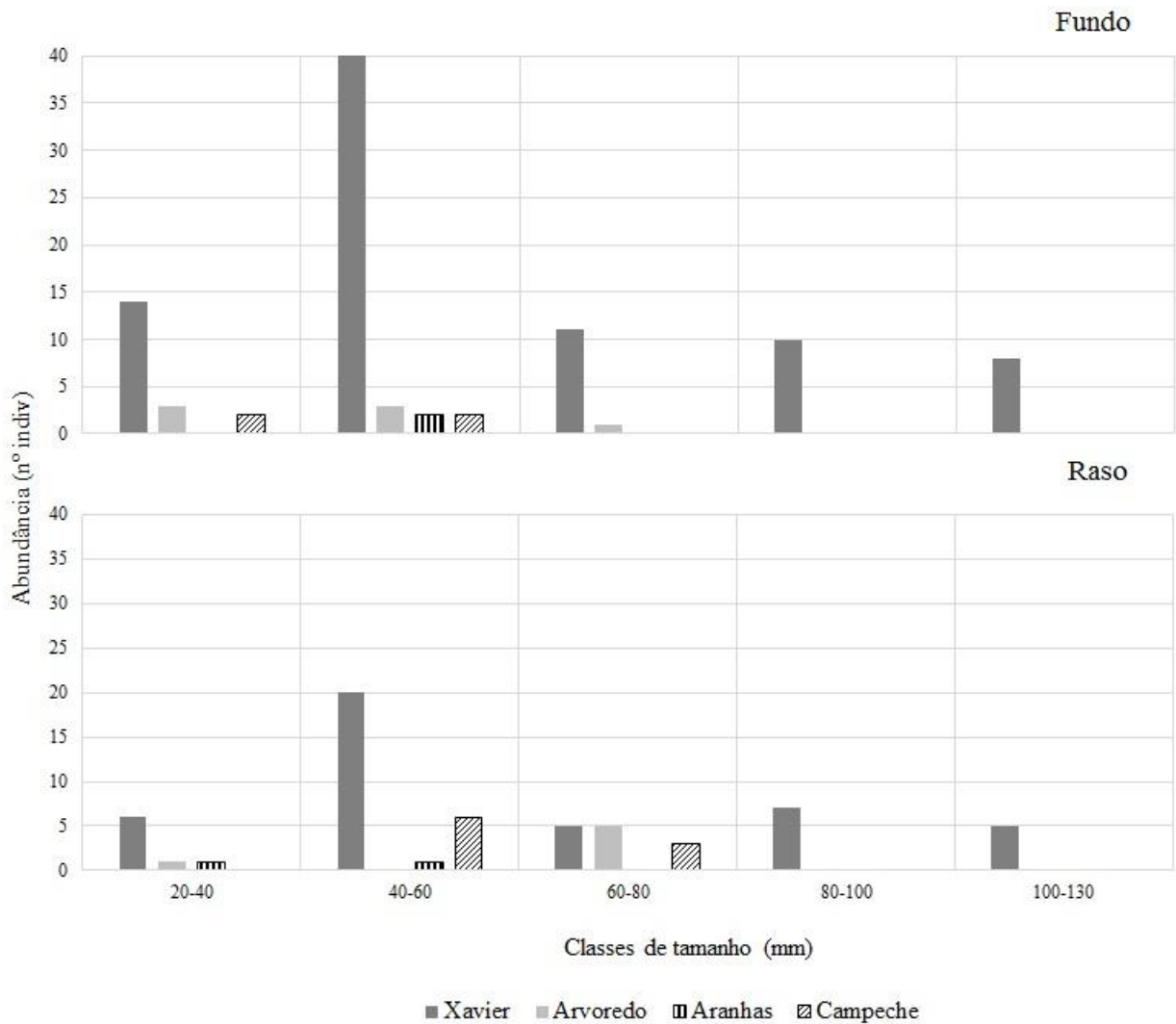


Figura 5. Distribuição da abundância de indivíduos nas classes de tamanho de *Echinaster (Othilia) brasiliensis* em dois estratos de profundidade – raso (4-6 m) e fundo (6-9 m) – em ilhas costeiras de Santa Catarina, Brasil.

### 5.3.2. Complexidade de Habitat

A Ilha das Aranhas apresentou o gradiente mais complexo dentre as ilhas (escala 5), em ambas as profundidades. Nas Ilhas do Arvoredo e Campeche esse gradiente diminui com o aumento da profundidade. A Ilha do Xavier foi a única em que, com o aumento da profundidade, aumenta também a escala da topografia. Apesar disso, não houve diferença significativa na complexidade do substrato estimada pelo gradiente visual entre os locais amostrados e também entre os dois estratos de profundidade ( $p>0,05$ ).

Além do gradiente de complexidade de fundo, foi estimado também o número e o tamanho das tocas. Um total de 254 tocas foram registradas nos mergulhos. Nas Ilhas do Arvoredo e Aranhas as tocas grandes foram predominantes em ambas profundidades. Essas tocas representaram 62,58% do total nos dois estratos de profundidade. Na Ilha do Campeche as tocas diminuíram de tamanho com o aumento da profundidade, já na Ilha do Xavier predominaram as tocas pequenas nas duas profundidades (39,25%). Foi observado correlação negativa entre o gradiente de estimativa visual e o número de tocas pequenas ( $r_s=-0,24$ ;  $p=0,028$ ). Comparando-se a abundância dos indivíduos de *E. (O.) brasiliensis* e o gradiente de estimativa visual, observou-se uma baixa correlação ( $r_s=-0,29$ ;  $p=0,008$ ), entretanto quanto ao número de tocas pequenas e grandes esta relação não pode ser detectada.

Tabela IV. Abundância ( $n$ ), número de tocas <10cm e >10cm e escala de gradiente visual de topografia seguindo Polunin e Roberts (1993) nas quatro ilhas costeiras do estado de Santa Catarina, Brasil.

|               | Xavier     |           |           |        | Arvoredo  |           |           |        | Aranhas  |           |           |        | Campeche  |           |           |        |
|---------------|------------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|--------|----------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|--------|
|               | Tocas      |           |           | escala | Tocas     |           |           | escala | Tocas    |           |           | escala | Tocas     |           |           | escala |
|               | $n$        | <10cm     | >10cm     |        | $n$       | <10cm     | >10cm     |        | $n$      | <10cm     | >10cm     |        | $n$       | <10cm     | >10cm     |        |
| Estrato Raso  | 43         | 25        | 15        | 2      | 6         | 10        | 25        | 4      | 2        | 12        | 19        | 5      | 10        | 3         | 13        | 3      |
| Estrato Fundo | 83         | 17        | 6         | 4      | 7         | 15        | 24        | 1      | 2        | 12        | 24        | 5      | 4         | 29        | 5         | 0      |
| <b>Total</b>  | <b>126</b> | <b>42</b> | <b>21</b> |        | <b>13</b> | <b>25</b> | <b>49</b> |        | <b>4</b> | <b>24</b> | <b>43</b> |        | <b>14</b> | <b>32</b> | <b>18</b> |        |

## 5.4. Discussão

### 5.4.1. Densidade, distribuição e tamanho de raio das populações de *E. (O.) brasiliensis*

Os locais amostrados mostraram-se distintos em relação aos fatores analisados. A Ilha do Xavier apresentou maior abundância no estrato fundo (6-9m), assemelhando-se aos resultados obtidos com *Marthasterias glacialis* (Linnaeus, 1758) por Tuya & Duarte (2012) no norte de Portugal. Estes autores observaram que o número de indivíduos aumentou até os 8m de profundidade e atribuíram o fato à disponibilidade de alimento. Alguns autores já observaram a esponjivoria entre os equinodermos, principalmente em ouriços e estrelas do mar (Vasserot 1961, Ferguson 1969, Guerrazzi 1999, Queiroz 2012). Espécies de Echinasteridae são descritas como esponjívoras, embora possam incluir outros alimentos em sua dieta (Sloan 1980, Menge 1982). *E. (O.) brasiliensis*, é em geral exclusivamente esponjívora (Guerrazzi

1999, Queiroz 2012). Carraro *et al.* (*in press*) realizaram amostragens de esponjas nas Ilhas do Xavier, Aranhas e Campeche, e observaram 91 espécies de esponjas, 46 presentes a 6m de profundidade (estrato raso), o que corresponde ao estrato fundo (6-9 m) deste estudo. Segundo os autores, na Ilha do Xavier ocorreu o maior número de esponjas na profundidade de 6m em contraste com as Ilhas das Aranhas e Campeche. Este resultado sugere que a maior ocorrência de esponjas, alimento para *E. (O.) brasiliensis*, no estrato mais profundo da Ilha do Xavier, pode estar favorecendo a abundância dos indivíduos nesta ilha e neste estrato. Padrões intraespecíficos de abundância e distribuição espacial e por gradientes de profundidade também podem ser afetados pela interação entre competição e predação, recrutamento e fatores físicos, tais como as forças hidrodinâmicas, e do tipo e complexidade do habitat (Doering & Phillips 1983, Gaymer *et al.* 2001, Freeman 2003), o que também deve estar ocorrendo neste caso.

Induções na distribuição dos organismos em pequena escala ajudam a definir variações nas suas densidades, e identificam mecanismos que determinam essas variações (Trush 1991). A distribuição agregada e muito heterogênea dos indivíduos de *Echinaster (O.) brasiliensis* entre as ilhas costeiras amostradas, as quais são relativamente próximas entre si, é um padrão interessante cujos processos ainda precisam ser melhor investigados.

*Echinaster (O.) brasiliensis* mostrou uma distribuição unimodal quanto ao tamanho de raio. Guerrazi *et al.* (1998) encontraram distribuição bimodal para o tamanho de raio da população de *E. (O.) brasiliensis*, o que talvez possa ser devido aos dois períodos de recrutamento que observaram ao longo dos 15 meses de duração de seu estudo. Dada a metodologia do presente trabalho não seria possível registrar este tipo de evento. A distribuição dos indivíduos nas classes de tamanho foi desigual, apresentando maior número de indivíduos na classe de 40 a 60mm, concentrado sobretudo na Ilha do Xavier, onde a abundância também foi alta e os indivíduos foram maiores. O estudo de Guerrazi *et al.* (1998), realizado no estado de São Paulo, revelou tamanhos (0,5-72mm) de *E. (O.) brasiliensis* em média menores do que os deste estudo. A profundidade amostrada pelos autores, de 4 a 6m foi correspondente ao estrato raso deste trabalho, onde foi amostrada a maioria dos indivíduos entre 60 e 130 mm na presente investigação. Guerrazi *et al.* (1998) enfatizam que o recrutamento foi observado nesta faixa de profundidade, onde os indivíduos estariam associados a um banco de algas vermelhas que servem como berçário para estas estrelas do mar.

O tamanho é uma característica crucial na história de vida de um organismo (Begon *et al.* 2006), sendo um parâmetro relevante em estudos sobre a biologia, evolução e ecologia em diferentes espécies (Beddingfield & McClintock 1993). A taxa de crescimento geralmente depende da quantidade e da qualidade do alimento disponível. Guerrazi *et al.* (1999) observaram que o principal item alimentar de *E. (O.) brasiliensis* são os gêneros de esponjas *Mycale*, *Haliclona* e *Tedania*. Segundo Carraro *et al.* (*in press*) esses gêneros possuem densidades parecidas nas Ilhas das Aranhas e Campeche, mas na Ilha do Xavier esses gêneros foram pouco representativos. É provável que *E. (O.) brasiliensis* inclua na sua dieta outras espécies de esponjas, como *Pachychalina alcaloidifera* Pinheiro, Berlinck & Hajdu, 2005 e *Guitarra sépia* Lerner, Hadju, Custodio & van Soest, 2004, ambas muito comuns nas Ilhas do Xavier, Campeche e Aranhas. É possível também que os indivíduos menores da estrela do mar, estejam buscando nas maiores profundidades

(6-9m) uma maior diversidade de alimento. Futuros estudos do comportamento alimentar de *Echinaster (O.) brasiliensis* em Santa Catarina podem auxiliar a elucidar essas questões aqui propostas.

#### 5.4.2. Complexidade de Habitat

A complexidade de habitat é um fator de importante influência sobre a abundância de espécies (Clua *et al.* 2006). Diversas variáveis são utilizadas para descrevê-la, dentre elas, no ambiente marinho: rugosidade, inclinação e altura do recife, número e tamanho de tocas, porcentagem de substrato consolidado, etc. (Silveira 2010). A fraca correlação negativa entre o gradiente da estimativa visual de complexidade do habitat com o número de tocas pequenas e a correlação moderada positiva com as tocas grandes, ambas não significativas, revela que medidas visuais da topografia não correspondem efetivamente com medidas de complexidade em escalas pequenas (tocas <10cm de diâmetro) (Wilson *et al.* 2007). A Ilha do Campeche, na maior profundidade, apresentou maior número de tocas pequenas, e também os menores tamanhos de indivíduos. Sabendo que a abundância de espécies menores responde positivamente ao número de tocas também pequenas (Hixon & Beets 1993, Wilson *et al.* 2007), é fundamental estimar a heterogeneidade ambiental em escalas nas quais organismos percebam e respondam a ela (Kolasa & Rollo 1991).

Na Ilha do Arvoredo as menores estimativas de complexidade de habitat corresponderam ao estrato de maior profundidade. Os pontos amostrados na ilha possuíam profundidade máxima de 12m e seu fundo composto principalmente por areia e pequenas rochas. Neste ambiente, o substrato, na maior profundidade, é homogêneo e sem qualquer tipo de verticalidade. Neste local encontrou-se apenas dois indivíduos de *E. brasiliensis*, revelando um tipo de habitat não favorecido por essa espécie. Na Ilha do Xavier a estrutura do habitat foi mais complexa na maior profundidade, onde *E. (O.) brasiliensis* também foi mais abundante (N = 83). O alta heterogeneidade topográfica parece favorecer a abundância de *E. (O.) brasiliensis*, sugerindo preferência desta espécie por ambientes com rochas maiores e que formem fendas entre si, os quais são usados como abrigo da luminosidade e de possíveis predadores, além da disponibilidade de recursos alimentares como já mencionado. O ponto amostrado na Ilha das Aranhas, na face sul, é caracteriza-se como hábitat de alta complexidade; é um costão de 30 m de profundidade, composto por fendas e tocas maiores que 1m de diâmetro. Esse tipo de ambiente, por ser muito verticalizado, exige dos organismos alta capacidade de fixação. Assim, um dos grupos mais adaptados a esse local são as esponjas (Carraro *et al. in press*). Dos 800m<sup>2</sup> / ilha percorridos neste estudo, apenas quatro estrelas do mar foram encontrados nesse ambiente.

As populações de *E. (O.) brasiliensis* parecem ser influenciadas pela profundidade, tipo de substrato e disponibilidade de alimento, as quais têm sido reportadas como importantes fatores que influenciam na estrutura das comunidades bênticas (Kaiser *et al.* 1999). Além disso, as características topográficas do fundo se mostraram importantes ao investigar a distribuição e densidade de estrelas do mar.



## 5.5. Considerações Finais

No presente estudo observou-se que a densidade dos indivíduos de *Echinaster (O.) brasiliensis* nas quatro ilhas amostradas foi um tanto variável, revelando a importância da preservação do habitat natural desta espécie, afim de que as populações se estabeleçam em locais ainda não explorados. Além disso, o pouco conhecimento acerca do seu ciclo reprodutivo, abre portas para maiores investigações a respeito do período de recrutamento desses animais. Saber onde no litoral catarinense e quando ocorre esse evento permitirá que se tome atitudes ecológicas de preservação da espécie e seu hábitat.

Um fator importante avaliado neste estudo foi a complexidade de substrato, através da estimativa visual do gradiente de heterogeneidade e do número e tamanho de tocas. Tanto o tipo de substrato quanto a profundidade utilizada por *E. (O.) brasiliensis* parecem estar associados com seu do hábito alimentar e é possível que sua dieta mude de acordo com o local. O conhecimento sobre a dieta alimentar da espécie para a região de Santa Catarina é incompleto. Esta informação forneceria subsídios fundamentais para a compreensão da distribuição da espécie ao longo da costa, bem como do gradiente de profundidade.

A manutenção de regiões heterogêneas, com complexidade de substrato variado, favorecem o aumento da diversidade, o que maximiza as combinações de micro-habitats e de nichos ecológicos. Por exemplo, os costões rochosos de ilhas, que atualmente são muito utilizados para mergulho recreativo e pesca artesanal, são um ambiente rico em diversidade marinha e alvos importantes para planos de manejo e conservação ambiental. Conscientizar as pessoas quanto a necessidade de cuidados associados às práticas recreativas poderia minimizar os danos futuros. Ações direcionadas a este fim, palestras ministradas por estudantes e profissionais da área ambiental e órgãos governamentais ou não, podem ser o começo para a preservação desses ecossistemas tão peculiares e delicados.

## 5.6. Referências Bibliográficas

- Almeida, V. F. de 2008. Importância dos costões rochosos nos ecossistemas costeiros. **Cadernos de Ecologia Aquática**, 3(2): 19-32.
- Alvarado, J. J. & Chiriboga, A. 2008. Distribución y abundancia de equinodermos en las aguas someras de la Isla del Coco, Costa Rica (Pacífico Oriental). **Revista de Biología Tropical**, 56 (Supl. 2): 99-111.
- Amaral, A. C. Z. & Jablonski, S. 2005. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadiversidade** 1(1):43-51.
- Atwood, D. G. 1973. Larval development in the asteroid *Echinaster echinophorus*. **The Biological Bulletin**, 144 (1): 1-11.
- Barnes, H. & Powell, H. T. 1951. The growth-rate of juvenile *Asterias rubens* L. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 30: 381-385.
- Beddingfield, S. D. & McClintock, J. B. 1993. Feeding behaviour of the sea star *Astropecten articulatus* (Echinodermata:Asteroidea): an evaluation of energy-efficient foraging in a soft-bottom predator. **Marine Biology**, 115: 669-676.
- Begon, M., Townsend, C.R. & Harper, J. L. 2006. **Ecology: from individuals to ecosystems**. Blackwell Publishing Ltd, 738 p.
- Branco, J. O., Machado, I. F. & Bovendorp, M. S. 2004. Avifauna associada a ambientes de influência marítima no litoral de Santa Catarina, Brasil. **Zoologia**, 21(3):459-466.
- Brasil. Lei nº 5.197, de 3 de janeiro de 1967. Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 5 jan. 1967. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-5197-3-janeiro-1967-364679-normaatualizada-pl.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2013.
- Carraro, J. L. de F., Santos, M. E. A., Pulgati, F., Würdig, N. L. & Segal, B. *in press*. Estrutura da comunidade de Porifera em três ilhas de costão rochoso no Atlântico Sul subtropical, Santa Catarina, Brasil. *Iheringia in press*.
- Clua, E., Legendre P., Vigliola, L., Magron, F., Kulbicki, M., Sarramegna, S., Labrosse, P. & Galzin, R. 2006. Medium scale approach (MSA) for improved assessment of coral reef fish habitat. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 333: 219–230.
- Doering, P. H. & Phillips, D. W. 1983. Maintenance of the shore-level size gradient in the Marine Snail *Tegula funebris* (A. Adams): Importance of behavioural responses to Light and Sea Star Predators. **Journal Experimental Marine Biology and Ecology**, 67: 159-173.
- Edgar, G. J., Banks, S., Fariña, J. M., Calvopiña, M. & Martínez, C. 2004. Regional biogeography of shallow reef fish and macro-invertebrate communities in the Galápagos archipelago. **Journal of Biogeography**, 31(7): 1107-1124.
- Ferguson, J. C. 1969. Feeding activity in *Echinaster* and its induction with dissolved nutrients. **Biologic Bulletin**, 136: 374-384.

- Freeman, S. M. 2003. Size-dependent distribution, abundance and diurnal rhythmicity patterns in the short-spined sea urchin *Anthocidaris crassispina*. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, 58: 703-713.
- Gaymer, C. F., Himmelman, J. H. & Johnson, L. E. 2001. Distribution and feeding ecology of the seastars *Leptasterias Polaris* and *Asterias vulgaris* in the northern Gulf of St Lawrence, Canada. **Journal of the Marine Biological Association of the UK**, 81: 827-843.
- Guerrazi, M. C., Morgado, E. H. & Duarte, L. F. L. 1998. Population structure of the starfish *Echinaster brasiliensis* Müller & Troschel along the southeastern Brazilian coast. **Annals of the International Conference of the Echinoderms**, 10: 242.
- Guerrazi, M. C. 1999. Spongivory by the Brazilian starfish *Echinaster brasiliensis*. **Memoirs of the Queensland Museum**, 44:214-214.
- Hickman, C. P. J., Roberts, L. S. & Larson, A. 2001. **Integrated Principles of Zoology**. McGraw-Hill Professi, New York, 858p.
- Hixon MA, Beets JP (1993) Predation, prey refuges, and the structure of coral-reef fish assemblages. **Ecological Monographs**, 63(1):77-101
- Hyman, L. H. 1955. **The invertebrates: echinodermata: the coelomate Bilateria**. International Books & Periodicals Supply Services, Delhi, 761p.
- Iorizzi, M., Riccardis, F., Minale, L. & Riccio, R. 1993. Starfish saponins, 52. Chemical constituents from the starfish *Echinaster brasiliensis*. **Journal of Natural Products**, 56(12): 2149-2162.
- Kaiser, M. J., Rogers, S. I. & Ellis, J. R. 1999. Importance of benthic habitat complexity for demersal fish assemblages. **American Fisheries Society Symposium**, 22:212-223.
- Kolasa, J. & Rollo, C. D. 1991. Introduction: the heterogeneity of heterogeneity: a glossary. Pp. 1-23. In: Kolasa, J. & Pickett, S. T. A. (Eds.), **Ecological Heterogeneity**. Springer-Verlag, New York, 332p.
- Krebs, C.J. 2000. Programs for Ecological Methodology. Department of Zoology, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada.
- Mariante, F. L. F., Lemos, G. B., Eutrópico, F. J., Castro, R. R. L. & Gomes, L. C. 2010. Reproductive biology in the starfish *Echinaster (Othilia) guyanensis* (Echinodermata: Asteroidea) in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 27(6): 897-901.
- Menge, B. A. 1982. Effects of feeding on the environment: Asteroidea. Pp. 521-551. In: Jangoux, M. & Lawrence, JM (Eds.). **Echinoderm Nutrition**. A.A. Balkema Publishers, Rotterdam, Netherlands, 700 p.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2008. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília, Fundação Biodiversitas, 1420p.
- Nobre, C. C. & Campos-Creasey, L. S. 2000. Efeito da salinidade no desenvolvimento larval de *Echinaster echinophorus* (Lamarck 1816) (Echinodermata: Asteroidea). **Notas Técnicas FACIMAR**, 4: 61-68
- Nybakken, J. W. 1997. **Marine Biology: an ecological approach**. Addison Wesley, Longman, 481p.
- Polunin, N. V. C. & Roberts C. M. 1993. Greater biomass and value of target coral-reef fishes in two small Caribbean marine reserves. **Marine Ecology Progress Series**, 100:167-176.

- Queiroz, C. H. de S. 2012. Estratégias e fisiologia do consumo e digestão de esponjas (Porifera) por *Echinaster brasiliensis* (Echinodermata: Asteroidea). **Dissertação de Mestrado**. Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 74p.
- Rodrigues, M. L.G., Franco, D. & Sugahara, S. 2004. Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geofísica**, 22(2):135-151.
- Santa Catarina, s.d. **Governo do Estado de Santa Catarina: Um litoral mágico**. Disponível em: <http://www.sc.gov.br/> [Acessado em: 27/01/2013].
- Silveira, M. 2010. Relações entre complexidade de habitat e comunidade de peixes de costão rochoso. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 78p.
- Thrush, S. F. 1991. Spatial patterns in soft-bottom communities. **Trends Ecology and Evolution**, 6:75–79.
- Tuya, F. & Duarte, P. 2012. Role of food availability in the bathymetric distribution of the starfish *Marthasterias glacialis* (Lamk.) on reefs of northern Portugal. **Scientia Marina**, 76(1): 9-15.
- Vasserot, J. 1961. Caractère hautement specialize du régime alimentaire chez les astérides *Ecjinaster cepositus* et *Henricia sanguinolenta*, prédateurs de spongiares. **Bulletin de la Societe Zoologique de France**, 86: 796-809.

## 6. Conclusão Geral

### 6.1. Capítulo I: Fauna de Echinodermas do litoral do estado de Santa Catarina, Brasil

- O litoral catarinense apesar de possuir 531 km de extensão tem o registro, até o momento, de apenas 14% do total de equinodermos reportados para o Brasil.
- Dezesete trabalhos sobre Echinodermata foram encontrados para o estado de Santa Catarina, porém apenas dois eram de inventários propriamente ditos.
- Com base na literatura, uma lista de 47 espécies de equinodermos foi compilada para o litoral de Santa Catarina; 17 destas estão citadas em listas de espécies ameaçadas de extinção: 16 como vulneráveis e uma como criticamente em perigo.
- Sete espécies de equinodermos foram avistados nas saídas a campo nas ilhas do Xavier, Arvoredo, Aranhas e Campeche.
- O pequeno número de espécies encontradas nas saídas a campo pode estar relacionado à migração das espécies para maiores profundidades ou ainda necessite de maior esforço amostral.
- O fato de não ter sido encontrado indivíduos de Ophiuroidea pode ter sido devido ao hábito de vida da classe, que comumente abriga-se sob pedras, em altas profundidades.
- Das espécies de Asteroidea, 13 foram encontradas na revisão bibliográfica para Santa Catarina, 12 estão na lista da fauna ameaçada de extinção, uma delas, *Oreaster reticulatus*, está criticamente em perigo.
- Assim como na classe Asteroidea, os equinoides possuem representantes na lista de fauna ameaçada de extinção: das dez espécies de Santa Catarina, quatro estão presentes nessas listas.
- Apenas duas espécies de holoturoides foram registrados para a região, comparado com outros estudos, que revelaram sete e dez espécies para outras regiões brasileiras, esse número é muito baixo.

### 6.2. Capítulo II: Características populacionais de *Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller & Troschel, 1842 (Echinodermata: Asteroidea) em diferentes ilhas da costa de Santa Catarina, Brasil.

- Foram amostrados 157 indivíduos, a maior abundância ocorreu na Ilha do Xavier (126 indivíduos) e na maior profundidade (6-9m), sugerindo que nesta ilha a oferta de alimento pode ser maior nos estratos mais profundos.
- A menor abundância registrada para a Ilha das Aranhas (quatro indivíduos) pode estar relacionada ao tipo de topografia do substrato, costão rochoso inclinado com mais de 10m de profundidade.
- A distribuição de *Echinaster(Othilia) brasiliensis* foi do tipo agregada, diferindo apenas na Ilha das Aranhas (distribuição uniforme), provavelmente devido ao baixo número de indivíduos amostrados.

- Os indivíduos mediram entre 20 e 130mm de tamanho de raio, medidas altas quando compara-se com estudo realizado em São Paulo (Guerrazi 1998), em que o raio mediu entre 0,5 e 72mm. A maioria dos indivíduos concentrou-se entre 6 e 9m, mesma profundidade que a do estudo citado.
- Os espécimes foram menores em tamanho de raio (<60mm) em ambos estratos de profundidade, porém com maior porcentagem no fundo (42,0%) do que no raso (22,3%). É provável que os indivíduos menores estejam buscando na maior profundidade (6-9) uma maior diversidade de alimento.
- A classe de tamanho 40-60mm foi a que apresentou o maior número de indivíduos, gerando uma distribuição unimodal, A Ilha das Aranhas foi a que apresentou maior complexidade de substrato (escala cinco), devido a sua topografia inclinada e inúmeras fissuras, hábitat para diversas espécies.
- A Ilha do Arvoredo apresentaram a menor complexidade na maior profundidade. Os pontos amostrados possuíam baixa profundidade e seu fundo foi composto de areia e pequenas rochas, onde encontrou-se apenas dois indivíduos.
- Na Ilha do Xavier, a estimativa visual de complexidade foi maior na maior profundidade (6-9), onde *E. (O.) brasiliensis* foi mais abundante, sugerindo associação entre as duas variáveis.

## Anexos

### **Normas para publicação Revista Brasileira de Zoologia**

**Escopo.** ZOOLOGIA, periódico científico da Sociedade Brasileira de Zoologia (SBZ), publica artigos originais em Zoologia, de autoria de membros e não-membros da Sociedade. Os manuscritos devem ter caráter científico. A priori não são aceitos para publicação: notas simples sobre ocorrência, novos registros (e.g. geográficos, hospedeiros), notas sobre distribuição, estudos de casos, lista de espécies e estudos similares meramente descritivos, a não ser que bem justificados pelos autores. Justificativas devem ser enviadas ao Editor-Chefe antes da submissão. Comunicações breves podem ser consideradas. Artigos de revisão somente quando solicitados. Os manuscritos são analisados por no mínimo dois revisores *ad hoc* e a decisão de aceite para publicação pauta-se nas recomendações dos editores de seção e revisores *ad hoc*.

**Responsabilidade.** Manuscritos são submetidos à ZOOLOGIA com o entendimento que: 1) todos os autores aprovaram a submissão; 2) os resultados ou opiniões contidas são originais; 3) o manuscrito não foi publicado anteriormente, não está sendo considerado para publicação por outra revista e não será enviado a outra revista, a menos que tenha sido rejeitado por ZOOLOGIA ou retirado do processo editorial por notificação por escrito do Editor-Chefe; 4) foram preparados de acordo com as [Instruções aos Autores](#); 5) se aceito para publicação e publicado, o artigo ou parte deste, não será publicado em outro lugar a menos que haja consentimento por escrito do Editor-Chefe; 6) a reprodução e uso de artigos publicados em ZOOLOGIA é permitido para comprovados fins educacionais e não-comerciais. Todos os demais usos requerem consentimento e taxas serão aplicadas quando apropriado; 7) os custos para publicação por páginas e de revisão de texto são aceitas pelos autores; 8) os autores são inteiramente responsáveis pelo conteúdo científico e gramatical do artigo; 9) os autores concordam com taxas adicionais associadas à revisão de língua inglesa, se considerada necessária.

**Idioma.** O manuscrito deve ser redigido exclusivamente em inglês. Para não causar atrasos na publicação, sugerimos que, antes de submetido, seja revisado preferencialmente por especialista da área que tenha o inglês como primeira língua. Após recomendação para publicação, será revisado pela editoria em língua inglesa e poderá ser solicitada revisão final de idioma.

**Seções.** Sistemática e evolução, Taxonomia e nomenclatura, Biogeografia, Morfologia e fisiologia, Biologia, Ecologia, Simbiose, Conservação, Comportamento, Genética, Zoologia aplicada, Aqüicultura e pesca.

**Taxas.** Membros da SBZ são isentos de taxas de publicação, no entanto, para não-membros é exigido pagamento por página publicada, conforme indicado em lista de preços publicadas no site da Sociedade ([www.sbzoologia.org.br](http://www.sbzoologia.org.br)).

**Submissão.** Somente serão aceitas submissões eletrônicas, através do seguinte endereço: <http://submission.scielo.br/index.php/rbzool/index>. Por meio desse sistema de submissão, você pode submeter o manuscrito e acompanhar o status do mesmo durante todo o processo editorial.

Garantindo rapidez e segurança na submissão do seu manuscrito e agilizando o processo de avaliação. Caso encontre alguma dificuldade com o sistema, existem vários tutoriais no site da Sociedade Brasileira de Zoologia que poderão auxiliar os autores. O manuscrito deverá ser preparado de acordo com as [Orientações aos Autores](#).

Ao encaminhar um manuscrito para a revista, os autores devem estar cientes de que, se aprovado para publicação, o copyright do artigo, incluindo os direitos de reprodução em todas as mídias e formatos, será concedido exclusivamente para a Sociedade Brasileira de Zoologia. A revista não recusará as solicitações legítimas dos autores para reproduzir seus trabalhos.

Para mais informações sobre o formato e o estilo da revista, favor consultar um número recente da Revista ou o site da Revista em [www.sbzoologia.org.br](http://www.sbzoologia.org.br). Informações adicionais podem ser obtidas com a editoria científica através do e-mail [sbz@sbzoologia.org.br](mailto:sbz@sbzoologia.org.br).

### **Forma e preparação de manuscrito**

#### **ORIENTAÇÕES GERAIS**

**ZOOLOGIA**, periódico científico da Sociedade Brasileira de Zoologia (SBZ), publica artigos originais em Zoologia, de autoria de sócios e não-sócios da Sociedade. Membros da SBZ podem publicar sem taxas, no entanto, para não-sócios é requerido o pagamento de taxa por página publicada, conforme indicado em lista atualizada disponível na página eletrônica da Sociedade (<http://www.sbzoologia.org.br>).

Manuscritos devem ser preparados somente em inglês. A submissão de manuscritos para **ZOOLOGIA** está disponível somente através do endereço <http://submission.scielo.br/index.php/rbzoool/index>. O sistema de submissão é amigável e permite aos autores monitorar o trâmite de publicação. Caso encontre alguma dificuldade para utilização do sistema, existem vários tutoriais no site da SBZ que o auxiliarão. Todos os documentos devem ser preparados através de programa um editor de textos (preferencialmente MS Word ou compatível).

**ZOOLOGIA** não publicará notas simples de ocorrência, novos registros (e.g. geográfico, hospedeiro), nota de distribuição, estudos de caso, lista de espécies e estudos similares meramente descritivos, a não ser que bem justificados pelos autores. Justificativas devem ser enviadas ao Editor-Chefe antes da submissão.

#### **RESPONSABILIDADE**

Manuscritos são recebidos por **ZOOLOGIA** com o entendimento que:

- todos os autores aprovaram a submissão;
- os resultados ou ideias contidas são originais;
- o manuscrito não foi publicado anteriormente, não está sendo considerado para publicação por outra revista e não será enviado a outra revista, a menos que tenha sido rejeitado por **ZOOLOGIA** ou retirado do processo editorial por notificação por escrito do Editor-Chefe;
- foram preparados de acordo com estas Instruções aos Autores;
- se aceito para publicação e publicado, o artigo ou parte deste, não será publicado em outro lugar a menos que haja consentimento por escrito do Editor-Chefe;
- a reprodução e uso de artigos publicados em **ZOOLOGIA** é permitido para comprovados fins



educacionais e não-comerciais. Todos os demais usos requerem consentimento e taxas serão aplicadas quando apropriado; - os custos para publicação por páginas e de revisão de texto são aceitos pelos autores; - os autores são inteiramente responsáveis pelo conteúdo científico e gramatical do artigo; - os autores concordam com possíveis taxas adicionais associadas à revisão de língua inglesa, se considerada necessária.

## FORMAS DE PUBLICAÇÃO

*Artigos*: artigos originais em todas as áreas da Zoologia.

*Comunicações Breves*: esta forma de publicação representa sucinta e definitiva informação (opondo-se a resultados preliminares) que não proporcione sua inclusão em um típico, mais abrangente artigo. Uma técnica nova ou modificada pode ser apresentada com uma nota de pesquisa somente se a técnica não utilizada em estudos em andamento. Geralmente, técnicas são incorporadas na seção Material e Métodos de um artigo formal.

*Artigos de Revisão*: somente são publicadas revisões sob convite. Revisões não solicitadas não devem ser submetidas, no entanto, tópicos podem ser sugeridos ao editor ou membros do corpo editorial.

*Opinião*: cartas ao editor, comentários sobre outras publicações ou opiniões, visões gerais e outros textos que caracterizem-se como opinião de um ou um grupo de cientistas.

*Resenha de Livros*: livros que possuam amplo interesse para os membros da Sociedade serão resenhados sob convite.

*Biografias Curtas*: biografia de importantes zoólogos com significativa contribuição para o conhecimento da Zoologia.

## MANUSCRITOS

O texto de ser justificado à esquerda e páginas e linhas devem ser numeradas. Utilize fonte Times New Roman tamanho 12. A primeira página deve incluir: 1) o título do artigo incluindo o nome(s) da(s) maior(es) categoria(s) taxonômica(s) do(s) animal(ais) tratado(s); 2) o nome(s) do(s) autor(es) com sua afiliação profissional, somente com o propósito de correspondências, afiliações adicionais devem ser incluídas na seção Agradecimentos; 3) nome do autor correspondente com endereço completo para correspondência, incluindo e-mail; 4) um resumo em inglês; 5) até cinco palavras-chave em inglês, listadas em ordem alfabética e diferentes daquelas utilizadas no título. A informação total dos itens 1 a 5 não devem exceder 3,500 caracteres incluindo espaços, exceto se autorizado pelo Editor-Chefe.

Citações bibliográficas devem ser digitadas em caixa alta reduzida (versalete), como indicado: SMITH (1990), (SMITH 1990), SMITH (1990: 128), SMITH (1990, 1995), LENT & JURBERG (1965), GUIMARÃES *et al.* (1983). Artigos de um mesmo autor ou seqüências de citações devem ser em ordem cronológica.

Somente nomes de gêneros e espécies devem ser digitados em itálico. A primeira citação de um táxon animal ou vegetal deve ser acompanhado pelo nome do autor, data (de plantas se possível) e família, **segundo a padronização determinada pelo Código Internacional de Nomenclatura Zoológica.**

O manuscrito de artigos científicos deve ser organizado como indicado abaixo. Outras seções e subdivisões são possíveis mas o Editor-Chefe e Corpo Editorial deverão aceitar o esquema proposto.

## Artigos e Revisões Solicitadas

*Título.* Evite verbosidades tais como "estudos preliminares sobre...", "aspectos de..." e "biologia ou ecologia de...". No título, não utilize citações de autor e data em nomes científicos. Quando nomes de táxons forem mencionados no título, deverão ser seguidos pela indicação de categorias superiores entre parênteses.

*Resumo.* O resumo deve ser relativo aos fatos (contrapondo-se a indicativo) e deve delinear os objetivos, métodos usados, conclusões e significância do estudo. O texto do resumo não deve ser subdividido nem conter citações bibliográficas (exceções serão analisadas pelos editores). Deve constituir-se em um único parágrafo.

*Palavras-chave.* Utilizar até cinco palavras-chave em inglês, dispostas em ordem alfabética, diferentes daquelas contidas no título e devem ser separadas por ponto e vírgula. Evite o uso de expressões compostas.

*Introdução.* A introdução deve estabelecer o contexto do documento expressando a área de interesse geral, apresentando resultados de outros que serão contestados ou expandidos e descrevendo a questão específica a ser abordada. Explicações de trabalho anterior devem ser limitadas ao mínimo de elementos necessários para dar uma perspectiva adequada. A introdução não deve ser subdividida.

*Material e Métodos.* Esta seção deve ser curta e concisa. Deve fornecer informação suficiente que permita a repetição do estudo por outros. Técnicas padronizadas ou previamente publicadas podem ser referenciadas, mas não detalhadas. Se a seção Material e Métodos for curta, não deve ser subdividida. Evite extensiva divisão em parágrafos.

*Resultados.* Esta seção deve restringir-se concisamente sobre novas informações. Tabelas e figuras devem ser utilizados apropriadamente, mas as informações apresentadas nelas não devem ser repetidas no texto. Evite detalhamento de métodos e interpretação dos resultados nesta seção.

**Trabalhos taxonômicos** têm um estilo distinto que deve ser considerado na elaboração do manuscrito. Em artigos taxonômicos a seção Resultados é substituída pela seção denominada TAXONOMIA, iniciando na margem esquerda. A descrição ou redescricao de espécies é acompanhada por um resumo taxonômico. A seção **resumo taxonômico** compreende uma lista de sítios, localidade e espécimes depositados (com os respectivos números de depósito em coleções científicas). A citação apropriada segue a seqüência e o formato: País, *Província* ou *Estado*: Cidade ou Região (localidades menores, redondezas e outros, latitude, longitude, todos entre parênteses), número de espécimes, sexo (se aplicável), data de coleta, coletor seguido pela palavra *leg.*, número de coleção. Este é um padrão geral que pode ser adaptado para diferentes situações e grupos. Inúmeros exemplos podem ser encontrados em fascículos anteriores de **ZOOLOGIA**. O resumo taxonômico é seguido pela seção comentários (Comentários). Os comentários substituem a discussão de outros tipos de artigos e fornecem comparações com taxa similares. São exigidos números de registro em coleções científicas para material-tipo (novos taxa) e para espécimes testemunha. Espécimes tipo, especialmente holótipos (sintipos, cótipos), não devem ser depositados em coleções particulares. Material fotográfico adequado deve ser depositado, se necessário. Para tecidos congelados também deve ser informado números de registro se depositados em um museu.

*Discussão.* Interpretação e explanação da relação entre resultados obtidos e o conhecimento atual deve

existir na seção Discussão. Deve ser dada ênfase sobre novos achados importantes. Novas hipóteses devem ser claramente identificadas. Conclusões devem ser suportadas por fatos ou dados. Subdivisões são possíveis. Uma seção Conclusão não é permitida em Zoologia.

*Agradecimentos.* Devem ser concisos. A ética requer que colegas sejam consultados antes que seus nomes sejam citados pelo seu auxílio no estudo.

*Literatura Citada.* Citações são ordenadas alfabeticamente. Todas as referências citadas no texto devem ser incluídas na seção Literatura Citada e todos os itens nesta seção devem ser citados no texto. Citação de estudos não publicados ou relatórios não são permitidas. Volume e número de páginas devem estar disponíveis para periódicos. Cidade, editora e paginação total para livros. Resumos não sujeitos ao processo de avaliação por pares não devem ser citados. Trabalhos podem ser citados excepcionalmente como "no prelo" somente até o estágio de revisão de texto, quando a referência deverá ser completada ou suprimida caso não ainda tenha sido publicada. Se absolutamente necessário, um relato pode ser documentado no texto do manuscrito como "pers. comm.", alertando a pessoa citada que sua comunicação pessoal será transcrita em seu artigo. Comunicações pessoais não deverão ser incluídas na seção Literatura Citada. As referências citadas no texto devem ser listadas no final do manuscrito, de acordo com os exemplos abaixo. O título de cada periódico deve ser completo e sem abreviações.

#### *Periódicos*

Sempre que disponível, inclua o DOI (Digital Object Identifier) como demonstrado abaixo.

GUEDES, D.; R.J. YOUNG & K.B. STRIER. 2008. Energetic costs of reproduction in female northern muriquis, *Brachyteles hypoxanthus* (Primates: Platyrrhini: Atelidae). **Revista Brasileira de Zoologia** 25 (4): 587-593. doi: 10.1590/S0101-81752008000400002.

LENT, H. & J. JURBERG. 1980. Comentários sobre a genitália externa masculina em *Triatoma* Laporte, 1832 (Hemiptera, Reduviidae). **Revista Brasileira de Biologia** 40 (3): 611-627.

SMITH, D.R. 1990. A synopsis of the sawflies (Hymenoptera, Symphita) of America South of the United States: Pergidae. **Revista Brasileira de Entomologia** 34 (1): 7-200.

#### *Livros*

HENNING, W. 1981. **Insect phylogeny**. Chichester, John Wiley, XX+514p.

#### *Capítulo de livro*

HULL, D.L. 1974. Darwinism and historiography, p. 388-402. In: T.F. Glick (Ed.). **The comparative reception of Darwinism**. Austin, University of Texas, IV+505p.

#### *Páginas eletrônicas*

MARINONI, L. 1997. Sciomyzidae. In: A. Solis (Ed.). **Las Familias de insectos de Costa Rica**. Available online at: <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/texto630.html> [Accessed: date of access].

*Ilustrações.* Fotografias, desenhos, gráficos e mapas devem ser designados como figuras. Fotos devem ser nítidas e possuir bom contraste. Por favor, sempre que possível, organize os desenhos (incluindo gráficos, se for o caso) como pranchas de figuras ou fotos, considerando o tamanho da página da revista. O tamanho de uma ilustração, se necessário, deve ser indicado utilizando-se barras de escala verticais ou horizontais

(nunca utilize aumento na legenda). Cada figura deve ser numerada com algarismos arábicos no canto inferior direito. Ao preparar as ilustrações, os autores devem ter em mente que o tamanho do espelho da revista é de 17,0 por 21,0 cm e da coluna é de 8,3 por 21,0 cm, devendo ser reservado espaço para legendas e também devendo haver proporcionalidade a estas dimensões. Figuras devem ser citadas no texto em seqüência numeral. Para propósitos de revisão, todas as figuras devem ser inseridas no final do texto, após a seção Literatura Citada ou após as tabelas caso existam. Os autores devem estar cientes que, se aceito para publicação em **ZOOLOGIA**, todas as figuras e gráficos deverão ser enviados ao editor com qualidade adequada (ver abaixo). Ilustrações devem ser salvas em formato TIF com modo de compressão LZW e enviados arquivos separados. A resolução final é de 600 dpi para ilustrações em preto e branco e de 300 dpi para as coloridas. Os arquivos de ilustrações devem ser inseridos no sistema de submissão como arquivos suplementares. O upload é limitado a 10 MB por arquivo. Figuras coloridas podem ser publicadas desde que o custo adicional seja assumido pelos autores. Alternativamente, os autores podem escolher por publicar ilustrações em preto e branco na versão impressa da revista e mantê-las em cores na versão eletrônica sem custo adicional. Independentemente da escolha, estas figuras devem ser incorporadas, em baixa resolução mas com boa qualidade, diretamente no manuscrito somente para os fins de revisão. Cada figura ou conjunto de figuras sob a mesma legenda (prancha), deve ser incluída no final do manuscrito, em páginas separadas. Legendas das figuras devem ser posicionadas logo após a seção Literatura Citada. Use parágrafos separados para cada legenda de figura ou grupo de figuras. Observe publicações anteriores e siga o padrão adotado para legendas.

*Tabelas.* Tabelas devem ser geradas pela função de tabelas do processador de texto utilizado, são numeradas com algarismos romanos e devem ser inseridas após a lista de legendas de figuras. Não utilize marcas de parágrafo no interior das células da tabela. Legendas devem ser inseridas imediatamente antes de cada tabela.

### **Comunicações Breves**

Manuscritos devem ser organizados de maneira similar aos artigos originais com as seguintes modificações.

*Texto.* O texto de um nota científica (i.e. Introdução + Material e Métodos + Discussão) é escrito diretamente, sem divisão em seções. Agradecimentos podem ser fornecidos, sem cabeçalho, como o último parágrafo do texto. A literatura deve ser citada no texto como descrito para artigos.

*Literatura Citada, legendas de figuras, tabelas e figuras.* Estes itens seguem a forma e seqüência descrita para artigos.

### **Opinião**

*Título.* Basta fornecer um título para a opinião.

*Text.* Deve ser conciso, objetivo e sem figuras (a menos que seja absolutamente necessário).

*Nome e endereço do autor.* Esta informação segue o texto ou a seção Literatura Citada, caso esta exista. O nome do revisor deve estar em negrito.

### **Resenhas de Livros**

*Título.* Fornecer o título do livro como indicado abaixo:

**Toxoplasmosis of Animals and Man**, by J.P. Dubey & C.P. Beattie. 1988. Boca Raton, CRC Press, 220p.

As palavras "edited by" são substituídas por "by" quando apropriado.

*Texto.* O texto geralmente não é subdividido. Caso seja necessário citar literatura, a seção Literatura Citada deverá ser incluída e seguir o mesmo estilo adotado para artigos. Figuras e tabelas não devem ser utilizadas.

*Nome e endereço do autor.* Esta informação segue o texto ou a seção literatura citada, caso presente. O nome do revisor deve ser digitado em negrito.

### **Biografias**

*Título.* O título inicia-se com o nome da pessoa cuja biografia está sendo escrita, em negrito, seguido pela data de aniversário ou morte (se for o caso), entre parênteses. Por exemplo:

**Lauro Travassos (1890-1970)**

*Texto.* O texto usualmente não é subdividido. Caso seja necessário citar literatura, a seção Literatura Citada deverá ser incluída e seguir o mesmo estilo adotado para artigos. Figuras e tabelas não devem ser utilizadas.

*Nome e endereço do autor.* Esta informação segue o texto ou a seção literatura citada, caso presente. O nome do revisor deve ser digitado em negrito.

### **PROCEDIMENTOS**

Manuscritos submetidos à **ZOOLOGIA** serão inicialmente avaliados pelos editores Chefe e Assistente quanto a adequação e para determinação da área específica. Uma primeira avaliação da língua inglesa é efetuada neste momento. Manuscritos com problemas serão retornados aos autores. Uma vez que a área específica seja determinada/confirmada, o manuscrito é enviado, pelo Editor-Chefe, ao Editor de Seção apropriado. O Editor de Seção encaminha o manuscrito para os Revisores, no mínimo dois. Cópias do manuscrito com os comentários dos revisores e a decisão do Editor de Seção, serão retornados para o Autor correspondente para avaliação. Os autores terão até 30 dias para responder ou cumprir a revisão e retornar a versão revisada do manuscrito para a seção adequada no sistema eletrônico de submissão. Uma vez aprovado, o manuscrito original, os comentários dos revisores, os comentários do Editor de Seção, juntamente com a versão corrigida e os respectivos arquivos de figuras, devidamente identificados, são retornados ao Editor-Chefe. Excepcionalmente, o Editor-Chefe pode, após consulta aos editores de seção, modificar a recomendação dos Revisores e Editor de Seção, com base em justificativa adequada. Alterações *a posteriori* ou adições poderão ser recusadas. Uma versão de revisão do manuscrito será enviada aos autores para apreciação final. Este representa o último momento para alterações substanciais, desde que devidamente justificadas. A próxima etapa é restrita a correções tipográficas e de formatação. Provas eletrônicas serão submetidas ao Autor correspondente para apreciação antes da publicação.

### **SEPARATAS**

O Autor correspondente receberá arquivo eletrônico (no formato PDF) do artigo após sua publicação. Autores poderão imprimir o arquivo e distribuir cópias impressas de seu artigo conforme sua necessidade. Autores também poderão distribuir eletronicamente o arquivo para terceiros, da mesma maneira. Entretanto, solicitamos que os arquivos PDF não sejam distribuídos através de grupos de discussão ou sistemas de envio de mensagens em massa (não faça SPAM). É importante para a revista **ZOOLOGIA** que os usuários

visitem a página eletrônica do periódico na Scientific Electronic Library Online (SciELO) e acessem os artigos publicados para fins estatísticos. Atuando desta maneira, você estará auxiliando o incremento dos índices de qualidade de **ZOOLOGIA**.

### **ESPÉCIMES TESTEMUNHA E TIPOS**

Os manuscritos devem informar os museus ou instituições onde os espécimes (tipos ou testemunha) estão depositados e seus respectivos números de depósito.

### **Normas para publicação Pan-American Journal of Aquatic Sciences**

Manuscripts submitted to the Pan-American Journal of Aquatic Sciences must be original, not published before (except in the form of an abstract, or as part of a published lecture, or thesis), not under consideration for publication elsewhere and approved by all authors as well as by the responsible authorities - tacitly or explicitly - at the institute where the work has been carried out prior to submission. Our Journal will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

Authors are also responsible for obtaining the consent of their co-authors in order to include their names in the publication. Only the authors will be responsible for any disagreement arising after their article is published online at Pan-American Journal of Aquatic Sciences' site. Once published, no request from any co-author to delete his/her name from the publication, or any sort of modification in the publication's content will be accepted. In order to avoid authorship issues, please state in the cover letter that all co-authors agreed with its content and submission to our Journal, and that everyone meriting authorship have been so named.

Following submission, the manuscript will be pre-reviewed by the Editors and/or one of our Permanent Advisors (in the area of the manuscript). If pre-approved, it will be forwarded to three Reviewers according to the scope and specific area. Anonymity for both authors and reviewers will be preserved.

Acceptance will be based on the quality of the science, the appropriateness of the manuscript for our Journal and the quality of the English grammar. Authors whose mother tongue is not English must have their texts revised by a professional translator or an English native speaker colleague. Each manuscript must stand on its own merits and be a substantial contribution to the field.

Original manuscripts must be electronically submitted in a document attached to a formally sent e-mail to the Editors. Text in "ODT", "SXW", "DOC" or "RTF" file formats are preferred (not "DOCX"). Authors are asked to use A4 page size with 2 cm margins, Times New Roman 11 font and 1.5 lines as paragraph spacing. Figures may have high quality to allow electronic ("PDF") viewing with enough details.

During the publication process, authors might be asked to change some formatting or submit equations, tables or pictures separately, if necessary.

Submitted files must not exceed 2 MB in total to allow e-mailing. If high quality images are to be included in the article and that excessively increases the size of the file, authors may send them separately to the Editors who will create a draft version of fair quality to be sent to the Reviewers. However, we strongly recommend sending the complete manuscript in a single file, with Figures and Tables inserted in the correct place. Please, be aware that simply pasting figures in some text editors will create unnecessarily large files. Paste them properly to avoid this (using the “paste special” utilities). Full quality pictures will be included, though, in the article when editing the final (corrected) version.

Manuscripts not formatted according to these Instructions for Authors will be immediately returned to the authors. Please, see one of our published articles or contact the Editors to eliminate any doubts.

Submit, along with the manuscript, the names and e-mail addresses of 3 potential Reviewers who must not belong to the same institution and may have no recent collaboration links with the authors. All manuscript must be sent by e-mail to the following electronic address: panamjas (at) gmail.com.

### **Manuscripts arrangement:**

Authors are responsible for the content of submitted manuscripts, which have to be written in English. Non-English speakers must submit the manuscript to a native speaker or professional translator prior submission to Pan-American Journal of Aquatic Sciences.

Sentences must not start with an abbreviation. Acronyms must be written in full on their first occurrence and SI units should be used. Scientific names should be italicized (not underlined) and not abbreviated in legends of Figures and Tables.

### **1) Research articles:**

Title: concise and informative. The higher taxa containing the taxa dealt with in the paper should be indicated in parentheses: e.g. A taxonomic revision of the genus *Atlantoraja* (Elasmobranchii, Arynchobatidae).

Running headline: a short running headline of no more than 45 characters (including spaces) must be also provided.

**Author(s):** first names, middle names/initials, last names; postal addresses and e-mail addresses (Telephone/Fax number is not required). When authors belong to different institutions, an Arabic superscript number must be added and their addresses detailed below. Only the e-mail of the corresponding author must be indicated immediately after the postal address as in “... Rio de Janeiro, Brazil. E-

mail: author@webmail.org". Do not add all authors' e-mails. Also, information on the professional or academic status (professor, PhD., student, trainee, etc.) must be avoided.

**Abstract plus one Resumen (Spanish) or Resumo (Portuguese):** It must concisely outline the scope of the manuscript (no more than 200 words for Research articles or three lines for Scientific notes), informing the main findings and conclusions without methodologies or discussions. Any new names or new combinations proposed in the paper should be mentioned. The second language abstract must include the title of the article in the corresponding language.

**Key Words:** up to five, that do not appear in the title, in English and in the language of the second abstract. Do not insert a full stop after the last key word.

Following sections should include: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments\* (optional and brief) and References (please, see format below), as usual. Sections names must appear in low case and bold font and centered. Sub-section titles must appear also in low case and bold font aligned to the left.

\*Acknowledgments: identify individuals by first initial and full surname (do not list professional titles), and institutions. Author may include collecting permits acknowledgments and any additional information concerning research grants, etc. If used, voucher-specimens must be identified with catalog number and name of the institution.

**Tables:** Should be numbered consecutively in Roman numerals and embedded in the manuscript as text, not pasted as a figure. If sent in a separate file (ex. in a spreadsheet file) consider that either the length or the width must fit an A4 page with 2 cm margins. Avoid abbreviations, except in the case of units. Each table must have its own title on the top, formatted in Times New Roman 10 font. In the text, tables should be referred as Table I, Tables II and III, Tables II-V, etc. The font in the tables as well as inside the figures must be Times New Roman, as for the text.

**Figures:** all figures must be embedded in the text. Please choose high resolution pictures. Prefer figures with the following extensions: jpg, tiff, png, bmp, gif. Other formats may be accepted after consulting the Editorial Board. Please, try not to exceed 1 MB per file in the initial submission. High quality color or black and white photographs, or computer-generated figures (e.g. maps) are acceptable. After the article's acceptance authors may be asked to send original, higher resolution figures. Figures should be referred to in the text as Figure 1, Figures 1 and 2, Figures 1-4, Figure 2a, (Fig. 1), (Fig. 1a), (Figs. 1-4), (Figs. 1a-1d), etc. Always use bar scales to indicate the size of photographed items. The legends must be concise but informative, formatted in Times New Roman 10 font. The species name must not be abbreviated in the legends.



**Formulas:** may be written in a single line even if they require special fonts (Symbol, Courier New or Wingdings), or may be part of the text. Ex: H<sub>2</sub>O,  $y=a+xb$ , etc. We recommend the use of an appropriate equation editor for better results.

**Citations:** Author citations in the text must follow the pattern: Garcia et al. (2004) or (Garcia et al. 2004), (Loebmann & Vieira 2006), Velasco et al. (2007), Oddone (2005). When referring to several publications in a row they must be cited in chronological order; e.g. (Bertalanffy 1938, Kinas 2000, Christensen & Walters 2004). Two or more publications by the same author must be cited as (Walters 2003, 2007) or (Bakun 2009a,b).

Personal communication of unpublished data must be accompanied by the person's full name and professional address as a foot note.

**References:** see format examples below (please note spaces, bold, italic, commas and full stop usage). Grey literature must be avoided (e.g. symposium abstracts, unpublished institutional reports and monographs). If included (for example, being the cited reference the only publication of a particular subject), theses must include the full name of the institution, along with its city and country. See examples below.

Note that a space must be added between authors (and eventually editors) initials, as follows: Compagno, L. J. V. instead of Compagno, L.J.V. Moreover, authors' initials must always follow the surname and not the opposite, for instance: Compagno, L. J. V & Vooren, C. M. instead of Compagno, L. J. V. & C. M. Vooren.

Examples:

Books:

Margalef, R. 1995. *Ecología*. Omega, Barcelona, 951 p.

Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). 1997. *Subtropical Convergence Environments: The coastal and sea in the Southwestern Atlantic*. Springer, Berlin, 380 p.

Book chapters:

Chao, L. N., Vieira, J. P. & Pereira, L. E. 1985. Estuarine fish community of the dos Patos Lagoon, Brazil: A Baseline Study. Pp. 429-450. In: Yañes-Arancibia, A. (Ed.). *Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration*. UNAM Press, Mexico DF, Mexico, 654 p.

McDiarmid, R. W. 1994. Diversidad e historia natural de los anfibios: Una síntesis. Pp. 5-15. In: Heyer, W. R., Donnelly, M. A., McDiarmid, R. W., Hayek, L. A. C. & Foster, M. S. (Eds.). *Medición y monitoreo de la diversidad biológica: Métodos estandarizados para Anfibios*. Editora Universitaria de la Patagonia, Chubut, Argentina, 348 p.

#### Journal papers:

Araújo, J. N., Mackinson, S., Stanford, R. J., Sims, D. W., Southward, A. J., Hawkins, S. J., Ellis, J. R. & Hart, P. J. B. 2006. Modelling food web interactions, variation in plankton production and fisheries on the Western English Channel ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, 309: 175-187.

Calliari, D. & Antezana, T. 2001. Diel feeding rhythm of zooplankton size-fractions from Coliumo Bay, Central Chile. *Scientia Marina*, 65(4): 269-274.

Freire, K. M. F., Christensen, V. & Pauly, D. 2007. Assessing fishing policies for northeastern Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 2(2): 113-130.

#### Workshop and Symposium Proceedings:

Castello, J. P. 1990. Synopsis on the reproductive biology and early life history of *Engraulis anchoita* and related environmental conditions in Brazilian waters. Annex VII. IOC Workshop on Sardine/Anchovy Recruitment Project (SARP) in the Southwest Atlantic, UNESCO, 65: 1-5.

Piola, A. R., Campos, E. J. D., Möller, O. O., Charo, M. & Martinez, C. 1999. Continental shelf water masses off eastern south America – 20° to 40° S. 10th Symposium on global change studies, Dallas, Texas, USA, 9-12.

#### Theses:

Reis, E. G. 1992. An assessment of the exploitation of the white croaker *Micropogonias furnieri* (Pisces, Sciaenidae) by the artisanal and industrial fisheries in coastal waters of southern Brazil. PhD. Thesis. University of East Anglia, Norwich, England, 223 p.

#### Electronic publications:

Froese, R. & Pauly, D. 2007 (Eds.). FishBase - World Wide Web electronic publication, accessible at <http://www.fishbase.org>. (Accessed MM/DD/YYYY).

## **2) Scientific notes:**

Must include the title, authors' names and addresses, and the two abstracts as the regular papers (see above), but the abstracts must have up to three lines, each. The following text must be written without the regular sections (Introduction, Materials and Methods, etc.). Acknowledgments and References must follow, and Tables and Figures included just as in the Research articles.

Overall, submitted notes must have less than 9 pages (the submitted draft), including tables, figures and references.

The text must be organized as follows: the first paragraph must contain the information that would correspond to the Introduction; the second paragraph must briefly summarize the collection of the samples and the methodology. Finally the results and discussion must be presented in the following paragraphs (no more than three).