

Capítulo 9

Filo Echinodermata



Carlos Renato Rezende Ventura; Renata Pires Nogueira Lima; Carla Catalan Nobre; Iuri Veríssimo; Paula Caetano Zama.¹

Resumo

Dos 4.735 espécimes coletados, foram registradas 78 morfoespécies pertencentes a 38 famílias. Dentre as morfoespécies, 51 foram identificadas em nível específico, 21 em nível de gênero e seis em nível de família. A classe Ophiuroidea foi a mais abundante, e as classes Crinoidea e Holothuroidea as menos representadas. As famílias Astropectinidae e Goniasteridae (Asteroidea), Amphiuridae, Ophiothrichidae, Ophiuridae e Ophiocomidae (Ophiuroidea), Cidaridae e Echinothuriidae (Echinoidea) foram as predominantes. O número de famílias diminuiu gradativamente com o aumento da profundidade. O mesmo padrão foi registrado para o número absoluto de espécies. Os índices de riqueza e diversidade de espécies foram maiores nas estações mais rasas (20-100 m) e menores naquelas mais profundas. Houve uma mudança na composição faunística e um aumento nos índices de riqueza e diversidade nas estações localizadas entre 400 e 600 m de profundidade. As espécies com maior distribuição batimétrica foram *Psilaster crassiope*, *Stylocidaris lineata* e *Phormosoma placenta*. Três novas ocorrências foram registradas para a costa brasileira: *Asteronyx loveni*, *Astrodia tenuispina* e *Tamaria cf. floridae*. Apesar de as diferenças no esforço amostral e o uso de vários equipamentos de coleta limitarem a interpretação dos dados de riqueza e diversidade de espécies, padrões semelhantes aos aqui apresentados já foram registrados em outras regiões do mundo.

Palavras-chave: Echinodermata, Zona Econômica Exclusiva, abundância, riqueza, diversidade.

1. Departamento de Invertebrados – Museu Nacional. Universidade Federal do Rio de Janeiro

Abstract

A total of 4,735 specimens was sampled and 78 morpho-species belonging to 38 families were recorded. Among the morpho-species, 51 were identified to species level, 21 to genus and 6 to family. The class Ophiuroidea was the most abundant and the classes Crinoidea and Holothuroidea were only scarcely recorded. The families Astropectinidae and Goniasteridae (Asteroidea), Amphiuridae, Ophiothrichidae, Ophiuridae and Ophiocomidae (Ophiuroidea), Cidaridae and Echinothuridae (Echinoidea) were dominant. The number of families decreased gradually with increasing depth. The same pattern was recorded for the absolute number of species. The indices of richness and diversity of species were higher at shallow stations than at the deep ones. Changes in faunal composition and increases in richness and diversity indices were recorded at 400-600m depth stations. Three species showed the most extent bathymetric distribution, *Psilaster cassiope*, *Stylocidaris lineata* and *Phormosoma placenta*. Three species were recorded for the first time in the Brazilian coast: *Asteronyx loveni*, *Astrodia tenuispina* and *Tamaria cf. floridae*. Although differences in sampling efforts and the use of several kinds of sampling gear limit the interpretation of richness and diversity indices, similar patterns have already been recorded in other regions around the world.

Keywords: Echinodermata, Exclusive Economic Zone, abundance, species richness, diversity

9.1. Introdução

9.1.1. Origem e caracterização

O filo Echinodermata é composto por animais com formas corporais peculiares que se tornaram emblemáticos do ambiente marinho, especialmente as estrelas-do-mar (classe Asteroidea), grupo mais conhecido pela população. No entanto, o filo é formado por outras quatro classes atuais: Crinoidea (lírios-do-mar ou crinóides), Ophiuroidea (serpentes-do-mar ou ofiuróides), Echinoidea (ouriços-do-mar, bolachas-da-praia ou equinóides) e Holothuroidea (pepinos-do-mar ou holoturóides). Apesar de estarem presentes em todos os ambientes marinhos, em todas as latitudes e profundidades, os equinodermos, em geral, não possuem no Brasil nomes populares específicos como outros invertebrados (crustáceos, moluscos e insetos), aves e mamíferos. O filo é composto por cerca de 6.500 a 7.000 espécies atuais, sendo a classe Ophiuroidea a mais diversa (com cerca de 2.000 espécies), seguida pela classe Asteroidea (com cerca de 1.800 espécies), Holothuroidea (com aproximadamente 1.400 espécies), Echinoidea (com cerca de 900 espécies) e, a menos diversa, a classe Crinoidea (com aproximadamente 700 espécies) (Hendler *et al.*, 1995; Rowe & Gates, 1995; Brusca & Brusca, 2003).

Os equinodermos constituem um grupo muito antigo. Os primeiros registros fósseis datam de 600 a 570 milhões de anos atrás, no início da Era Paleozóica (no Período Cambriano) ou mesmo antes, há 700 milhões de anos, no Pré-Cambriano (final da Era Proterozóica). O conhecimento do registro fóssil dos Echinodermata é complexo e ainda incompleto, embora mais de 13.000 espécies fósseis já tenham sido descritas (Sprinkle, 1983; Hendler *et al.*, 1995). Há uma grande dificuldade no resgate do registro fóssil de algumas classes, cujo esqueleto possui estruturas calcárias diminutas e dispersas na parede do corpo (Holothuroidea) ou estruturas que se desarticulam facilmente durante o processo de fossilização (Crinoidea, Asteroidea e Ophiuroidea). Estima-se que já tenham existido cerca de 20 classes de Echinodermata, surgidas entre 570 e 480 milhões de anos (entre o Período Cambriano e o Ordoviciano). O clímax na diversidade do grupo ocorreu entre o Or-

doviciano Médio e Superior, entre 540 e 450 milhões de anos atrás, quando cerca de 17 classes coexistiram (Sprinkle, 1983). As cinco classes atuais já tinham seus representantes no Período Ordoviciano, quando divergiram e prosseguiram seus caminhos evolutivos, enquanto as outras classes se extinguíram (Paul & Smith, 1984; Smith, 1988a). Houve um decréscimo gradual no número de classes até os períodos Permiano e Triássico (entre 280 e 190 milhões de anos atrás). Esse intervalo é conhecido como a “Fronteira Permo-Triássica” e caracteriza-se pela extinção em massa de vários grupos de invertebrados marinhos. Particularmente no caso dos equinodermos, ocorreu um aumento no número de táxons inferiores (espécies, gêneros e famílias) após a “Fronteira Permo-Triássica”. Aquelas formas que se adaptaram às bruscas mudanças ambientais e às pressões de predação e competição com outros grupos de metazoários obtiveram sucesso evolutivo e originaram novas espécies (Sprinkle, 1983; Smith, 1988a).

Uma das principais adaptações que favoreceram os Echinodermata foi a capacidade de se locomover, ou seja, a mudança da forma fixa (sésil) original para a errante (vágil). Para isso, foi necessário ocorrer a perda da haste de fixação (pedúnculo). Com exceção dos Crinoidea, ocorreu nos outros grupos a inversão no posicionamento da face oral, que originalmente estava voltada para a coluna d'água e passou a estar voltada para o substrato. Isso permitiu uma mudança no hábito alimentar de grande parte do grupo, que passou de obrigatoriamente suspensívoro para herbívoro, carnívoro ou onívoro. Assim, as novas formas puderam explorar novos ambientes e diferentes recursos alimentares tendo, ainda, a possibilidade de escapar de predadores (Lawrence, 1987).

Os equinodermos são animais exclusivamente marinhos, com um desenvolvimento embrionário distinto da grande maioria de invertebrados. Tal característica, entretanto, não os distingue de outros grupos animais. Entre as características exclusivas do grupo, a mais marcante é a simetria corporal do adulto, baseada em cinco eixos radiais (simetria pentarradial). Esse arranjo corporal é mais evidente nas estrelas-do-mar e ofiuróides, embora esteja presente

nas cinco classes. Entretanto, essa simetria pentarradial ocorre secundariamente, pois as larvas de todos os equinodermos apresentam uma simetria bilateral, possuindo um único eixo de simetria que divide o corpo em duas partes iguais.

Outra característica particular do grupo é a existência de um sistema interno de canais de origem celômica, conhecido como sistema hidrovacular, e que se forma na ocasião da metamorfose da larva em juvenil. Esse sistema está fortemente associado à formação dos cinco eixos de simetria corporal dos adultos, pois várias estruturas e outros sistemas acompanham a disposição desses canais internos e definem o arranjo corporal pentarradial. Um sistema de canais internos também aparece em outros grupos de invertebrados marinhos, como os lofoforados, mas o arranjo do sistema hidrovacular (com um anel em torno do esôfago e cinco canais radiais que partem desse anel e se alongam pelo corpo) é uma exclusividade dos Echinodermata (Jefferies, 1988).

Outras características exclusivas dos equinodermos são o endoesqueleto e a estrutura de sua parede corporal. Ela é composta por cristais calcários (calcita) envoltos por uma matriz de proteínas (principalmente colágeno), também chamada de tecido conectivo mutável. A proporção de cada um desses componentes define a rigidez e a flexibilidade do corpo desses animais. A parede corporal dos ouriços-do-mar (classe Echinoidea) é a mais rígida, pois há maiores proporções de estruturas calcárias do que de matriz protéica. No outro extremo, estão as espécies da classe Holothuroidea, que possuem maiores proporções de matriz protéica na composição da parede corporal. As fibras de colágeno são capazes de conferir à parede corporal tanto rigidez como flexibilidade, de acordo com mudanças no ambiente iônico (concentrações de íons, como cálcio, potássio e hidrogênio), e, por isso, esse tecido é denominado mutável. O estado físico (viscosidade) desse tecido conectivo é controlado por conexões nervosas. Essa mudança de consistência é semelhante àquela obtida por contração ou relaxamento muscular, mas a grande vantagem é que esta ocorre praticamente sem qualquer gasto energético.

Os equinodermos utilizam o controle da consistência do tecido conectivo mutável em uma série de situações, como na obtenção de alimentos em suspensão pelos braços enrijecidos de um crinóide,

em um posicionamento defensivo obtido pelo enrijecimento da articulação dos espinhos de um equinóide ou no amolecimento de um apêndice corporal mantido no fluxo de uma correnteza, sem que haja risco de rompimento de tecidos. Dessa forma, os equinodermos conseguem se adaptar a situações distintas, mudando a consistência da parede corporal e/ou apêndices com rapidez sem, no entanto, consumir demasiada energia, como ocorre quando há contrações musculares. Os pepinos-do-mar (classe Holothuroidea) são os mais estudados sob esse aspecto. A presença desse tecido conectivo mutável é diagnóstica para o filo Echinodermata, pois se acredita que as espécies ancestrais já possuíam tal tecido na parede do corpo. Pelas características fisiológicas do tecido conectivo mutável, considera-se que o sucesso evolutivo dos equinodermos se deve também à consistência versátil da parede corporal e, especialmente, ao baixo gasto energético requerido no processo de amolecimento e enrijecimento (Motokawa, 1988; Motokawa & Tsuchi, 2003).

Ao contrário do exoesqueleto dos moluscos, o endoesqueleto dos equinodermos não limita a forma do corpo. Nos moluscos, a mudança da forma da concha (exoesqueleto) ocorre apenas pela deposição diferenciada de minerais, enquanto nos equinodermos a mudança na forma corporal pode ocorrer tanto por deposição como por reabsorção. O endoesqueleto dos equinodermos permite o crescimento contínuo, sem a interrupção para muda (troca de exoesqueleto), como ocorre nos crustáceos. Assim, os equinodermos não estão submetidos às necessidades e problemas associados à troca de carapaça (exoesqueleto), como os crustáceos. A capacidade de reabsorver material da parede corporal permite que os equinodermos sobrevivam por determinado tempo sob condições alimentares adversas, ocorrendo, porém, o decréscimo no tamanho do corpo (Lawrence, 1987).

As relações de parentesco entre as classes do filo Echinodermata ainda são controvertidas, mesmo quando diferentes aspectos são analisados conjuntamente (como dados morfológicos de espécies atuais e fósseis, dados embrionários, dados morfológicos de larvas e dados moleculares). Porém, há duas hipóteses mais aceitas atualmente. Em ambas, os crinóides são considerados o grupo mais primitivo dentre as classes atuais. Em uma das hipóteses, o

próximo grupo a surgir após Crinoidea seria a classe Asteroidea, seguida pelas classes Ophiuroidea, Echinoidea e Holothuroidea. Essa hipótese corrobora a classificação sugerida por Bather (1900), Hyman (1955) e Smith (1984), na qual se admite a divisão em dois subfilos: Pelmatozoa (que inclui a classe Crinoidea e outras classes extintas) e Eleutherozoa (que compreende as classes Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea e Holothuroidea). Essa hipótese é a mais provável, segundo alguns autores (Littlewood, 1995; Littlewood *et al.*, 1997, 1998). Na outra hipótese, após o surgimento da classe Crinoidea, segue-se um grupo formado pelas classes Asteroidea e Ophiuroidea e um outro grupo formado pelas classes Echinoidea e Holothuroidea. Essa segunda hipótese corrobora a classificação sugerida por Fell (1963), que considera os subfilos Crinozoa (formado pela classe Crinoidea e outros grupos fósseis), Asterozoa (formado pelas classes Asteroidea e Ophiuroidea) e Echinozoa (formado pelas classes Echinoidea e Holothuroidea).

Na década de 1980, foram encontrados em grandes profundidades (mais de 1.000 m) na costa neozelandesa (Baker *et al.*, 1986) e caribenha (Rowe *et al.*, 1988) pequenos animais de formato circular e achatado, com um sistema de canais internos e diminutos pés na periferia do corpo. Tais características levaram seus descobridores a sugerir uma nova classe para o filo Echinodermata, chamada Concentricycloidea. Esses animais estavam associados a madeiras submersas e foram denominados margaridas-do-mar. As duas espécies descritas receberam os nomes *Xyloplax medusoides* (Baker *et al.*, 1986) e *Xyloplax turnerae* (Rowe *et al.*, 1988). Mais recentemente, uma terceira espécie foi registrada para o Pacífico Norte (Voight, 2005). Após tais surpreendentes descobertas, muita controvérsia surgiu a respeito da validade de uma nova classe para o filo (Smith, 1988b; Pearse & Pearse, 1994). Atualmente, admite-se que o gênero *Xyloplax* deva ser incluído na classe Asteroidea, após a análise filogenética com dados morfológicos e moleculares realizada por Janies e Mooi (1999). O seu posicionamento dentro da classe Asteroidea, no entanto, ainda permanece indefinido, visto que as relações de parentesco entre as espécies dessa classe ainda não estão devidamente esclarecidas (Blake, 1987, 1988, 1989; Gale, 1987; Lafay *et al.*, 1995; Wada *et al.*, 1996; Knot & Wray, 2000).

9.1.2. Papel ecológico

As espécies do filo Echinodermata desempenham importantes papéis ecológicos nas comunidades marinhas, especialmente em relação às cadeias alimentares. Elas ocupam vários níveis tróficos como herbívoras, carnívoras, detritívoras e onívoras. Além disso, várias espécies de importância comercial e ecológica, como peixes e caranguejos bentônicos, alimentam-se de equinodermos ou são predados por esses quando juvenis (Lawrence, 1987).

Muitos equinodermos são capazes de controlar as densidades de espécies mais abundantes no ambiente, exercendo, assim, um relevante papel nas comunidades marinhas. Dessa forma, garantem a alta diversidade no ambiente, seja como consumidores primários, que mantêm a diversidade das macroalgas impedindo a dominância de espécies oportunistas, seja como predadores de topo, que mantêm a diversidade entre vários grupos de invertebrados marinhos. Flutuações acentuadas na densidade populacional de algumas espécies-chave de equinodermos podem causar desequilíbrios ambientais consideráveis, tanto pela sua retirada do ambiente como pelo aumento excessivo na sua densidade.

Por exemplo, a mortalidade em massa de uma espécie herbívora de ouriço-do-mar (*Diadema antillarum*) que ocorreu no Caribe no início de 1983, ocasionou o crescimento populacional descontrolado de algumas espécies de macroalgas (dos gêneros *Turbinaria*, *Lobophora*, *Dictyota*, *Padina*) (Lessios *et al.*, 1984; Lessios, 1988). Estas passaram a competir por espaço com espécies de corais formadores de recifes, causando a queda na biodiversidade em várias localidades do Caribe. As macroalgas recobriram os corais, causando o sombreamento e, posteriormente, a morte dos recifes. Esse foi o mais grave impacto ambiental ocorrido em comunidades de corais do Oceano Atlântico, pois atingiu uma grande área geográfica. O início da recuperação das comunidades coralíneas foi apenas registrado cerca de 20 anos depois, quando pequenos espécimes de ouriços-do-mar e de corais foram encontrados em algumas regiões afetadas pela mortalidade em massa de *Diadema antillarum* (Lessios, 1995; Edmunds & Carpenter, 2001).

Outro exemplo importante de desequilíbrio ambiental, registrado inicialmente em 1962, é aquele

causado pelo crescimento acentuado nas populações da estrela-do-mar *Acanthaster planci* nos oceanos Índico e Pacífico. Essa espécie alimenta-se de corais formadores de recifes e, em altas densidades, destrói grandes extensões recifais na Austrália e em várias localidades do Indo-Pacífico, como nas Ilhas Maldivas, na Indonésia, em Vanatu, nas Ilhas Fiji e no Japão. Esse fenômeno ocorreu repetidamente a partir da década de 1970 (em 1970, 1975, 1979, 1994, 1999, 2000 e 2001). Nem todos os recifes de coral foram atingidos na primeira ocorrência da superpopulação de *Acanthaster planci*, mas grandes densidades dessa estrela-do-mar foram registradas nos anos subseqüentes, atingindo especialmente os recifes costeiros. A recuperação dos recifes de coral após o efeito devastador da predação por *Acanthaster planci* ocorreu lentamente, da mesma forma que as comunidades coralíneas se recuperam de outros impactos naturais, como furacões. A taxa de recuperação, entretanto, depende de vários fatores, especialmente da taxa de recrutamento. Como muitas espécies de corais se reproduzem apenas uma vez a cada ano e as larvas formadas na coluna d'água dependem das correntes marinhas para alcançar uma determinada localidade, aqueles recifes que recebem mais larvas se recuperam mais rapidamente que outros. Os recifes que recebem um maior suprimento de larvas podem retornar aos níveis normais dentro de 10 anos. Entretanto, aqueles que não recebem grande quantidade de larvas irão levar cerca de 15 anos para se recuperar (Sano, 2000). Muitas vezes, no entanto, o aumento populacional de *Acanthaster planci* ocorre em intervalos menores, não permitindo, assim, a completa recuperação da comunidade coralínea. Estudos recentes têm demonstrado que, mesmo após a recuperação, os recifes sofrem uma considerável perda na diversidade, pois passam a ser formados apenas por aquelas espécies de corais capazes de reproduzirem-se mais rapidamente. Segundo a instituição de pesquisa australiana denominada "CRC Reef Research Centre Ltd", estima-se que o último fenômeno ocorrido em 2001 na Grande Barreira de Corais da Austrália tenha ocasionado um prejuízo de 2,3 milhões de dólares australianos às atividades turísticas.

Na plataforma continental brasileira, espécies de estrelas-do-mar dos gêneros *Astropecten* e *Luidia* alimentam-se principalmente de moluscos e pequenos crustáceos, incluindo larvas bentônicas de siris

e lagostas (Monteiro & Pardo, 1994; Ventura *et al.*, 1997, 1998). Curiosamente, a qualidade e a quantidade de presas na dieta de algumas dessas espécies (*Astropecten brasiliensis*, *A. cingulatus* e *Luidia ludwigi scotti*) variam consideravelmente em função de suas ocorrências. Quando os três asteróides estão presentes no mesmo local, *A. brasiliensis* amplia a sua dieta, ingerindo mais espécies de moluscos (bivalves e gastrópodes), enquanto as outras duas estrelas-do-mar restringem o espectro de suas dietas. A seleção de presas por esses asteróides demonstra a capacidade de rápida mudança no hábito alimentar. Isso acarreta conseqüências imediatas na comunidade bentônica, uma vez que uma ou outra espécie de presa pode ser mais ou menos predada (Ventura *et al.*, 2001). A preferência por uma única espécie de presa (como ocorre para *Luidia ludwigi scotti*) e o comportamento predatório mais generalista (como ocorre para *A. brasiliensis* e *A. cingulatus*) demonstram a complexidade da interação entre esses predadores e seus efeitos diretos nas populações da macrofauna do sedimento. O papel ecológico desses asteróides predadores é relevante, pois regulam as densidades populacionais de espécies detritívoras, filtradoras e predadoras da endofauna (Ventura *et al.*, 2001).

Também no mar profundo, as estrelas-do-mar exercem papéis ecológicos importantes. Espécies da ordem Brisingida (*Freyella elegans*, *Brisingella coronata* e *Brisinga endecacnemos*) são suspensívoras e se alimentam principalmente de microcrustáceos (copépodes). Estes, alimentam-se de fitodetrítos na coluna d'água, que passam a ser incorporados indiretamente pelos asteróides. Portanto, essas estrelas-do-mar se posicionam na cadeia trófica como consumidores secundários. Outras espécies de asteróides (como *Hyphalaster inermis* e *Styracaster chuni*) ingerem sedimentos, alimentando-se principalmente de bactérias heterotróficas. O terceiro grupo trófico relevante ocupado pelos asteróides é o de predadores/decompositores. Espécies dos gêneros *Dytaster*, *Bathybiaster* e *Hymenaster* obtêm alimentos provenientes de diferentes fontes, como a cadeia detrítica-pelágica e a cadeia microbiana-bentônica. Entretanto, diferenças alimentares dentro desse grupo trófico já foram registradas. Por exemplo, *Hymenaster membranaceus* depende muito mais da fonte detrítica-pelágica do que *Dytaster grandis grandis* e *Bathybiaster vexillifer*, que consomem

mais dinoflagelados e copépodes. No entanto, também há diferenças alimentares entre essas duas espécies: *D. grandis grandis* ingere muito mais organismos da endofauna (como ofiuróides, equinóides, esponjas, poliquetas, bivalves e decápodos) do que *B. vexillifer*, que depende mais de fontes de carbono fotossintético. Assim, *B. vexillifer* ocupa uma posição trófica entre as duas outras espécies predadoras/decompositoras, utilizando mais espécies herbívoras do que *D. grandis grandis*, porém com maior associação à cadeia microbiana-bentônica do que *H. membranaceus* (Howell *et al.*, 2003). Os holoturóides, equinóides, ofiuróides e crinóides de mar profundo, que ingerem sedimento ou alimentam-se da matéria orgânica em suspensão, também devem ocupar posições tróficas semelhantes àquelas das estrelas-do-mar que habitam o mesmo ambiente. Entretanto, entre espécies de holoturóides de mar profundo, há diferenças sazonais expressivas na taxa de ingestão de sedimento e na qualidade nutricional deste que estão associadas às diferentes estratégias reprodutivas dessas espécies (Hudson *et al.*, 2004). Em resumo, é possível perceber que os equinodermos participam efetivamente das principais cadeias tróficas do ambiente marinho profundo e que há um alto grau de complexidade nessa participação.

Os equinodermos, especialmente os ouriços-do-mar, são considerados bons bioindicadores ambientais porque exibem uma alta sensibilidade às mudanças ocorridas no ambiente, além de possuírem uma forma de vida sedentária que permite a investigação da contaminação local ao longo do tempo. Sendo bioacumuladores, são utilizados para identificar e quantificar os poluentes no ambiente em que vivem (Guillou *et al.*, 2000).

Em relação à poluição marinha por metais pesados, os equinodermos (especialmente os equinóides) atuam como depositários passivos desses elementos, que são incorporados no endoesqueleto calcário. Os metais pesados (como ferro, zinco, manganês e chumbo) possuem a propriedade físico-química de substituir o cálcio na estrutura cristalina do endoesqueleto, sem assumir outra disposição (o que é chamado substituição isomórfica). Dessa forma, a análise desses elementos contaminantes no endoesqueleto calcário dos equinodermos é vantajosa porque apresenta menor variabilidade do que aquela observada em tecidos moles, pois suas concentrações não mudam de acor-

do com a idade, sexo, tamanho ou estágio reprodutivo do animal. Além disso, as amostras de endoesqueleto (carapaça) dos equinodermos podem ser mais facilmente conservadas e homogeneizadas. Como a composição da carapaça permanece inalterada por muito tempo, mesmo depois da morte do animal, é possível obter séries históricas da contaminação, ou seja, informações sobre a contaminação ocorrida em um longo período de tempo (Auemheimer & Chichon, 1997). Os ouriços-do-mar também são capazes de acumular metais pesados na parede do intestino e nas gônadas. Contaminantes como ferro, cobre, chumbo, cádmio e mercúrio causam a má formação embrionária das larvas e a deficiência na capacidade reprodutiva do equinóide *Sphaerechinus granularis* (Guillou *et al.*, 2000). Tais efeitos podem ser esperados em outras espécies que ocupam uma posição ecológica semelhante e, por isso, são consideradas equivalentes ecológicas.

Os equinodermos também são bons bioindicadores em relação à poluição por contaminantes fosfatados. A contaminação do ambiente marinho por fosfatos orgânicos e inorgânicos ocorre através da drenagem de águas continentais (rios e águas pluviais) onde há a utilização de pesticidas e despejos domésticos, respectivamente. Böttger e McClintock (2002) demonstraram que esses contaminantes em doses subletais causam drásticos efeitos no equinóide *Lytechinus variegatus*, como a redução na taxa de absorção de nutrientes (carboidratos e lipídios) pelos tecidos reprodutivos, que causa retardo na produção de gametas e decréscimo da qualidade das células reprodutivas. Além disso, esses poluentes causam deficiência na alimentação e na absorção de nutrientes pelos outros tecidos corporais, o que acarreta problemas para o crescimento do animal. Essa espécie de ouriço-do-mar é comum em águas rasas da costa atlântica ocidental (incluindo o litoral brasileiro) e exerce um papel determinante na estrutura das comunidades marinhas (Valentine *et al.*, 2000; Watts *et al.*, 2001).

A contaminação por hidrocarbonetos do petróleo causa danos, inicialmente, na quimiorrecepção dos asteróides. Esses danos impedem a detecção de presas no ambiente e, conseqüentemente, alteram o efeito ecológico de predadores de topo, que controlam a estrutura das comunidades marinhas. Temara *et al.* (1999) demonstraram que esses contaminantes causam a incapacidade de percepção e localização das

presas pelo asteróide *Coscinasterias muricata*, mas tais efeitos são reversíveis quando a exposição aos poluentes é interrompida. Outros estudos demonstram que o ataque e ingestão das presas por asteróides também são afetados por tais poluentes (Ordzie & Garofalo, 1981; O'Clair & Rice, 1985).

Em resumo, os equinodermos são componentes ecológicos importantes em todas as comunidades marinhas bentônicas. A complexidade das interações entre espécies competidoras, entre predadores e presas e a sensibilidade às mudanças das condições ambientais, conforme exemplificado anteriormente, traduzem o relevante papel ecológico exercido pelo grupo. A alteração na densidade de espécies de equinodermos pode causar graves danos ambientais, refletidos na queda da biodiversidade, além de grandes prejuízos econômicos.

9.1.3. Histórico e estado do conhecimento

9.1.3.1. No mundo

Há muito tempo, os equinodermos estão presentes na história das civilizações. Provavelmente, as primeiras representações gráficas do grupo são afrescos produzidos na Ilha de Creta (Grécia), datadas de 4.000 anos atrás. Atribui-se a denominação do termo Echinodermata (do grego *echino* = espinho + *derma* = pele) a Jacob Klein, que em 1734 assim se referiu aos ouriços-do-mar. Entretanto, o reconhecimento dos equinodermos como um grupo animal distinto ocorreu apenas em 1847, proposto por Frey e Leuckart. Antes disso, porém, os equinodermos já foram reunidos com outros grupos animais no táxon Mollusca, como proposto por Linnaeus, e no táxon Radiata, juntamente com os cnidários, como propôs Lamarck (Brusca & Brusca, 2003).

O aumento do conhecimento sobre o grupo se deu no século XIX, após as grandes expedições oceanográficas, como a Challenger e Ingolf, entre outras. Em seguida, várias monografias relevantes foram publicadas utilizando o material coletado por essas grandes expedições. Destacam-se as excelentes monografias de Mortensen (1933a, 1940, 1943a, 1943b, 1948a, 1948b, 1950, 1951a, 1951b, 1956), além de estudos anteriores, como o de Lyman (1865, 1875, 1878, 1882), Ljungman (1871), Pourtalés (1874), Thompson (1877),

Theél (1882, 1886a, 1886b), Sladen (1889), Köehler (1908), Fisher (1940) e Clark (1941). Outras descrições e inventários faunísticos importantes foram publicados a partir da segunda metade do século XIX, que, por sua qualidade e abrangência, são utilizados até hoje, como, por exemplo, Lyman (1865), Ljungman (1867a, 1867b, 1870), Verrill (1867, 1868, 1871, 1894, 1895, 1899, 1915), Clark (1901, 1907, 1914, 1915, 1922, 1924, 1933, 1940), Köehler (1907, 1913, 1914), Fisher (1911, 1919, 1928) e Mortensen (1928, 1933b).

O conhecimento acerca dos Echinodermata passou a abranger várias áreas da ciência e cresceu expressivamente a partir da segunda metade do século XIX e início do século XX, especialmente na área da embriologia (Ernst, 1997). Entretanto, não havia uma integração de todo conhecimento produzido até 1972. Neste ano, ocorreu a primeira Conferência Internacional sobre Echinodermata (CIE), organizada pelos pesquisadores David Pawson e Maureen Downey, na cidade norte-americana de Washington, no Smithsonian Institution. Nessa ocasião, dos 79 participantes, apenas 19 não eram norte-americanos. Essa 1ª CIE tem importância histórica porque proporcionou a primeira oportunidade para o conhecimento pessoal entre estudiosos do filo Echinodermata de várias partes do mundo. Segundo Nichols (1994), "foi a primeira oportunidade de juntar rostos aos nomes, extrair mais informações daquelas contidas nas publicações científicas e de nos reunir informalmente para *workshops*".

A partir da 1ª CIE, novas conferências internacionais passaram a ocorrer regularmente a cada três anos, alternando sua sede entre o continente americano, a Europa e a Ásia-Oceania. Nichols (1994) realizou uma retrospectiva das oito primeiras CIEs ocorridas no intervalo de 21 anos (entre 1972 e 1993) e demonstrou que tanto o número de artigos apresentados como o número de participantes internacionais cresceram significativamente (um crescimento superior a 300%). Outro ponto relevante enfatizado por David Nichols foi a evolução do conhecimento sobre o grupo, refletido pelos trabalhos apresentados nessas CIEs nas áreas da paleontologia, da fisiologia, da biologia reprodutiva e da filogenia, esta última passando a utilizar técnicas moleculares para identificar o grau de parentesco dentro do filo Echinodermata e entre este e outros grupos de metazoários.

Em sua 11ª edição, realizada em 2003 na Alema-

na, a Conferência Internacional sobre Echinodermata continua sendo a principal vitrine do estado do conhecimento mundial sobre o filo. Nela, são apresentados novos conceitos, idéias e grandes revisões sobre os equinodermos, que estão reunidos no volume dos Anais de cada edição. Geralmente, publicações mais extensas aparecem posteriormente nos principais periódicos internacionais das áreas da zoologia, genética, paleontologia, evolução, ecologia, biologia marinha e embriologia.

O sucesso da Conferência Internacional sobre Echinodermata e a velocidade na produção do conhecimento sobre o grupo em diversas áreas estimularam a organização de outros encontros internacionais, que se estabeleceram pela regularidade e qualidade dos artigos apresentados e publicados. A Conferência Européia sobre Echinodermata (CEE) é, indubitavelmente, o melhor exemplo. Em sua sexta edição, realizada em 2001 na França, a CEE passou a atrair cada vez mais pesquisadores de outros continentes, tornando-se, assim, quase uma versão reduzida da Conferência Internacional. A Conferência Norte-Americana sobre Echinodermata também é outro exemplo mais recente, mas que ainda possui uma abrangência regional. Em 2003, realizou-se no Chile a 1ª Conferência Internacional sobre pesca, aquacultura e ecologia de ouriços-do-mar (Lawrence & Guzmán, 2004). Espera-se que esse encontro científico também se realize com regularidade.

Não há uma revista científica exclusiva para o filo Echinodermata, como ocorre para outros grupos de invertebrados. As informações estão espalhadas em periódicos de diversas áreas do conhecimento, o que reflete o papel do grupo como modelo para várias disciplinas, especialmente a embriologia, evolução, genética, paleontologia e ecologia.

A partir de 1983, surgiu a série intitulada “Estudos em Equinodermos” (*Echinoderm Studies*) editada por Michel Jangoux e John M. Lawrence. Essa série tem como objetivo publicar revisões nos campos da ecologia, evolução, paleontologia, biologia do desenvolvimento, biologia molecular, reprodução, comportamento, fisiologia e taxonomia. A série já alcançou o sexto volume, publicado em 2001 (ver Jangoux & Lawrence, 1983, 1987, 1989, 1993, 1996, 2001).

Outras publicações importantes integraram o conhecimento no campo da paleontologia (“Treatise on Invertebrate Paleontology”, ver Moore, 1966a

e b, 1967, 1978 e “Echinoid Paleobiology”, ver Smith, 1984), da nutrição (“Echinoderm Nutrition”, ver Jangoux & Lawrence, 1982), da biologia funcional (“Functional Biology of Echinoderms”, ver Lawrence, 1987), da filogenia e evolução (“Echinoderm Phylogeny and Evolutionary Biology”, ver Paul & Smith, 1988), da morfologia e taxonomia (ver Hyman, 1955; Nichols, 1966; Paterson, 1985; Clark & Downey, 1992; Rowe & Gates, 1995; Hendler *et al.*, 1995), da reprodução (“Reproduction of Marine Invertebrates, Echinoderms and Lophophorates”, ver Giese *et al.*, 1991) e da biologia e ecologia (“Edible sea urchins: Biology and Ecology”, ver Lawrence, 2001).

Ainda há muitos lapsos de informações em várias áreas do conhecimento, seja na taxonomia (identificação de espécies de regiões pouco estudadas, identificação de espécies crípticas e de morfotipos), na filogenia (parentesco entre o filo e outros animais, entre as classes de Echinodermata e, especialmente, dentro da classe Asterozoa), na filogeografia (dispersão e similaridade entre populações e espécies), na biologia reprodutiva (história de vida e controle ambiental) e na biologia da regeneração (mecanismos moleculares envolvidos nesse processo), para citar alguns exemplos.

No entanto, espera-se que um grande avanço ocorra após a conclusão do “Projeto Genoma de Echinodermata” (Cameron *et al.*, 2000) (ver <http://sea-urchin.caltech.edu:8000/genome/>). Os ouriços-do-mar, como já mencionado, representam um sistema-modelo para áreas centrais da biologia, como a biologia molecular da regulação gênica, a biologia celular e a bioquímica de ovos, embriões e dos processos de fertilização, a biologia evolutiva, a genética de populações marinhas, a toxicologia, a imunologia, além da relevância médica direta no combate a doenças na espécie humana.

Um dos mais notáveis avanços no conhecimento sobre o filo ocorre em relação aos genes que regulam o desenvolvimento. O mapeamento desses genes e de suas expressões na formação de estruturas corporais dos equinodermos é fundamental para a compreensão da correspondência entre caracteres morfológicos e moleculares, ou seja, na identificação de homologies reais, extremamente necessária para as análises de parentesco (análises filogenéticas) (Wray & Lowe, 2000; Hinman *et al.*, 2003).

Avanços importantes vêm ocorrendo na área

da biologia evolutiva e celular, referentes aos mecanismos celulares de união entre gametas (espermatóides e óvulos) de ouriços-do-mar. Uma pequena mudança nos receptores de membrana dos gametas pode causar a incompatibilidade entre essas células e, conseqüentemente, impedir a fertilização do óvulo. Em outras palavras, uma pequena diferença genética pode ocasionar o isolamento reprodutivo entre dois organismos (morfologicamente muito parecidos), o que é reconhecido como fonte de formação de uma nova espécie (especiação) (Mayr, 1954). A existência desse fenômeno e o conhecimento desse gene (denominado de “bindin”) têm sido documentados para várias espécies de equinóides (Metz & Palumbi, 1996; Biermann, 1998; Debenham *et al.*, 2000; Geyer & Palumbi, 2003; Zigler *et al.*, 2003; Zigler & Lessios, 2004). Curiosamente, as proteínas receptoras de membrana formadas por esse gene são as únicas homólogas à proteína policistina na espécie humana. Mutações sofridas na policistina humana causam uma doença renal degenerativa comum, chamada rins policísticos. Portanto, além da importância desse fenômeno na compreensão da evolução dos ouriços-do-mar e do processo de especiação no ambiente marinho, o conhecimento sobre o gene “bindin” dos equinóides tem interesse médico direto no estudo dessa doença renal da espécie humana.

9.1.3.2. No Brasil

O primeiro registro da fauna de equinodermos no litoral brasileiro que se tem notícia foi feito em 1648 por J. Marcgrave, que acompanhou a comitiva do Conde de Nassau ao Brasil. Marcgrave cita quatro espécies que coletou nessa ocasião (duas espécies de estrelas-do-mar, um equinóide e um ofiuróide) (Tommasi, 1999; Tiago & Ditadi, 2001). Em 1867, C. F. Hartt coletou 16 espécies de equinodermos no Arquipélago dos Abrolhos e, posteriormente (entre 1875 e 1877), coletou mais 62 espécies quando chefiou a Comissão Geológica do Brasil. A descrição desse material, por R. Rathbun em 1879, formou o primeiro catálogo de Echinodermata da costa brasileira, embora, em 1873, o navio oceanográfico H. M. S. Challenger já houvesse coletado equinodermos em nosso litoral (Tiago, 1998; Tommasi, 1999).

Em 1882, Ludwig apresentou o estudo de 30 es-

pécies provenientes do litoral brasileiro. No entanto, o primeiro trabalho sobre equinodermos realizado no Brasil surgiu apenas 17 anos depois, realizado por Müller (1899) no litoral de Santa Catarina (Tommasi, 1999).

Os estudos sobre a taxonomia de Echinodermata da costa brasileira se desenvolveram a partir da segunda metade do século XX, realizados principalmente pelo professor Dr. Luiz Roberto Tommasi, da Universidade de São Paulo. Em seus trabalhos, o professor Tommasi estudou todas as classes de Echinodermata e forneceu as primeiras chaves de identificação para as espécies brasileiras (ver Tommasi, 1957, 1958a, 1958b, 1960, 1962, 1963, 1964a, 1964b, 1964c, 1965a, 1965b, 1965c, 1966a, 1966b, 1967, 1968, 1969a, 1969b, 1969c, 1970a, 1970b, 1971a, 1971b, 1971c, 1971d, 1972, 1974a, 1974b, 1985; Tommasi & Abreu, 1974; Tommasi & Oliveira, 1976; Tommasi & Aron, 1987; Tommasi *et al.*, 1988). No mesmo período, destacam-se também os trabalhos de descrição de fauna realizados por Brito (1959, 1960a, 1960b, 1960c, 1960d, 1960e, 1962, 1968, 1971, 1979, 1982) e, posteriormente, os de Ávila-Pires (1983), Albuquerque (1986, 1991), Monteiro (1987), Monteiro *et al.* (1992) e Manso (1988a, 1988b, 1988c, 1988d, 1988e, 1989, 1993).

A partir da década de 1990, formaram-se novos pesquisadores no Brasil interessados em trabalhar com o filo Echinodermata, especialmente nas regiões Sul e Sudeste. Assim, surgiram novos estudos em diversas áreas do conhecimento, como, por exemplo, a estrutura de comunidades (Ventura, 1991; Castro *et al.*, 1995; Ventura & Fernandes, 1995; Sumida & Pires-Vannin, 1997), a biologia alimentar (Guerrazzi, 1999; Ventura *et al.*, 2001), a biologia reprodutiva (Ventura *et al.*, 1994; Hadel, 1997; Junqueira, 1998; Ventura, 1998; Ventura *et al.*, 1997; Ventura *et al.*, 1998; Alves *et al.*, 2002; Carvalho & Ventura, 2002; Tavares *et al.*, 2004; Ventura & Barcellos, 2004; MacCord & Ventura, 2004), a taxonomia (Tiago, 1998; Tiago & Ditadi, 2001; Borges *et al.*, 2002; Hopkins *et al.* 2003), o crescimento (Freire *et al.*, 1992; Varotto, 2001) e ecologia (MacCord & Duarte, 2002), além de inventários faunísticos (Hadel *et al.*, 1999), entre outras.

Dentre as publicações recentes, deve-se destacar o excelente trabalho sobre Echinodermata (especialmente sobre taxonomia) realizado por Tommasi (1999), disponibilizado na rede mundial de computadores,

como também aquele sobre taxonomia de ofiuróides realizado por Borges *et al.* (2002) utilizando o material coletado pelo Programa REVIZEE no SCORE Sul.

A projeção dos estudos realizados na costa bra-

sileira reflete-se no número crescente de trabalhos apresentados em Conferências Internacionais sobre Echinodermata em um intervalo de 10 anos (de 1993 a 2003) (Figura 1).

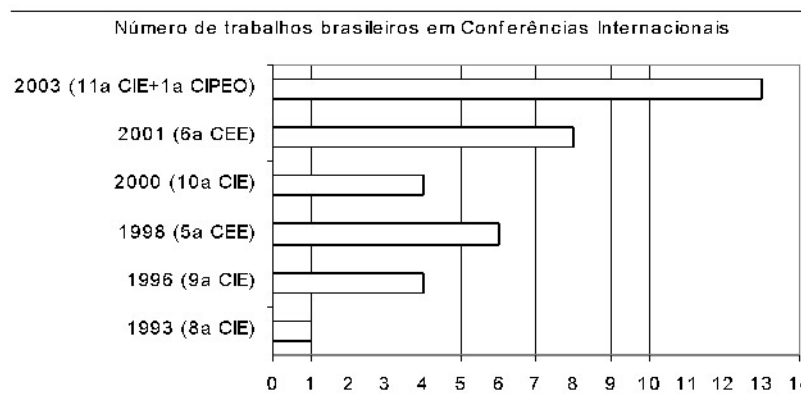


Figura 1: Número de trabalhos brasileiros (abscissa) apresentados em Conferências Internacionais sobre Echinodermata (ordenada). **CIE** = Conferência Internacional sobre Echinodermata; **CEE** = Conferência Européia sobre Echinodermata; **CIPEO** = Conferência Internacional sobre Pesca e Ecologia de Ouriços-do-mar.

Há ainda uma grande carência no conhecimento do filo Echinodermata na costa brasileira. Isso se deve diretamente ao pequeno número de pesquisadores dedicados a estudar o filo e a formar novos alunos. Apesar da fauna costeira de equinodermos mais comuns ser relativamente bem conhecida, ainda há muita controvérsia a respeito da validade de espécies que possuem uma grande variação morfológica, especialmente aquelas que possuem uma extensa distribuição geográfica.

Apesar do avanço no conhecimento da biologia reprodutiva de várias espécies, ainda há muito que conhecer para que se possa estabelecer com precisão medidas efetivas no delineamento de áreas de conservação ambiental e na preservação de espécies.

Em geral, a composição da fauna bentônica ainda é menos estudada nas costas brasileiras das regiões Nordeste e Norte. O mesmo ocorre para a fauna de Echinodermata. O Programa REVIZEE forneceu uma excelente fonte para o estudo taxonômico de equinodermos profundos que ocorrem ao largo da nossa costa. Espera-se, portanto, que ocorra um avanço tanto no conhecimento taxonômico dos equinodermos como na compreensão da filogenia, biogeografia e na

história de vida de vários grupos, na medida em que o estudo do material coletado pelo Programa REVIZEE ao longo da costa brasileira for aprofundado.

9.2. Caracterização do grupo na costa central brasileira

9.2.1. Composição da fauna e abundância das famílias no SCORE Central

Os equinodermos aqui apresentados foram coletados nas seguintes campanhas do Programa REVIZEE: SCORE Central II - Bentos (1997), Central - Bahia I - Pesca (1999), Central - Bahia II - Pesca (2000), Central V - Bentos (2001) e Central VI - Bentos (2002). Foram registradas pelo menos 78 morfoespécies pertencentes a 38 famílias (Tabela 1 e Anexos 1 e 2). Dentre essas morfoespécies, 51 foram identificadas em nível específico, 21 em nível de gênero e seis em nível de família devido às condições do material ou à necessidade de um maior aprofundamento taxonômico. Destacam-se, nesse caso, os ofiuróides das famílias Amphiuridae e Ophiotrichidae especialmente. Estas famílias são cos-

mopolitas e estão entre aquelas de maior riqueza, sendo a primeira formada por 28 gêneros e mais de 400 espécies (Clark, 1970; Rowe & Gates, 1995). O aprofun-

damento do estudo taxonômico do material coletado certamente irá incrementar o número de espécies registradas para a costa central brasileira.

Tabela 1: Lista das espécies de Echinodermata coletadas nas campanhas do Score Central do Programa REVIZEE.

Classe Crinoidea
Ordem Isocrinida Sievert-Doreck, 1952
Família Isocrinidae Gislén, 1924
<i>Endoxocrinus maclearanus</i> (Thomson, 1877)
Ordem Comatulida Clark, 1908
Família Tropiometridae H.A. Clark, 1908
<i>Tropiometra carinata carinata</i> (Lamarck, 1816)
Classe Asteroidea
Ordem Paxillosoida Perrier, 1884
Família Astropectinidae Gray, 1840
<i>Astropecten</i> sp. Madsen, 1950
<i>Astropecten brasiliensis</i> Müller & Troschel, 1842
<i>Astropecten cingulatus</i> Sladen, 1883
<i>Astropecten acutiradiatus</i> Tortonese, 1956
<i>Psilaster cassiope</i> Sladen, 1889
Família Luidiidae Verrill, 1889
<i>Luidia clathrata</i> (Say, 1825)
<i>Luidia alternata alternata</i> (Say, 1825)
Família Gonioplectinidae Verrill, 1889
Ordem Notomyotida Ludwig, 1910
Família Benthoplectinidae Verrill, 1894
<i>Cheiraster (Cheiraster) planus</i> Verrill, 1915
Ordem Valvatida Perrier, 1884
Família Asterinidae Gray, 1840
<i>Asterina</i> sp. Nardo, 1834
Família Goniasteridae Forbes, 1841
<i>Mediaster bairdi capensis</i> Stimpson, 1857
<i>Tosia parva</i> (Perrier, 1881)
<i>Nymphaster arenatus</i> (Perrier, 1881)
<i>Plinthaster dentatus</i> Perrier, 1884
<i>Rosaster alexandri</i> Perrier, 1881
Família Oreasteridae Fisher, 1911
<i>Oreaster reticulatus</i> (Linnaeus, 1758)
Família Ophiodiasteridae Verrill, 1867
<i>Ophidiaster alexandri</i> Verrill, 1915

Continuação da tabela 1

<i>Linckia guildingii</i> Gray, 1840
<i>Tamaria cf. floridae</i> (Perrier, 1881)
<i>Narcissia trigonaria</i> Sladen, 1883
Ordem Spinulosida Perrier, 1884
Família Echinasteridae Verril, 1867
<i>Echinaster</i> sp. Müller & Troschel, 1840
<i>Echinaster (Othilia) brasiliensis</i> Müller & Troschel, 1842
<i>Echinaster (Othilia) guyanensis</i> Clark, 1987
Ordem Forcipulatida Perrier, 1893
Família Asteriidae Gray, 1840
<i>Coscinasterias tenuispina</i> (Lamarck, 1816)
Família Zoroasteridae Sladen, 1889
<i>Zoroaster fulgens</i> Thomson, 1873
Classe Ophiuroidea
Ordem Ophiurida Müller & Troschel, 1840
Família Ophiactidae Matsumoto, 1915
<i>Ophiactis savignyi</i> Lütken, 1856
<i>Ophiactis lymani</i> Ljungman, 1871
Família Ophiocomidae Ljungman, 1867
<i>Ophiocoma</i> sp. Agassiz, 1836
<i>Ophiocoma pumila</i> Lütken, 1859
<i>Ophiocoma wendtii</i> Müller & Troschel, 1842
<i>Ophiopsila</i> sp. Forbes, 1843
<i>Ophiopsila riisei</i> Lütken, 1859
Família Ophiodermatidae Ljungman, 1867
<i>Ophioderma</i> sp. Müller & Troschel, 1840
<i>Ophioderma appressum</i> (Say, 1825)
<i>Ophioderma januarii</i> Lütken, 1856
Família Ophionereididae (Matsumoto, 1915)
<i>Ophionereis</i> sp. Lütken, 1859
<i>Ophionereis reticulata</i> Say, 1825
<i>Ophionereis squamulosa</i> (Koehler, 1914)
<i>Ophionereis olivacea</i> Clark 1901
Família Ophiuridae Lyman, 1865
<i>Ophioplax</i> sp. Lyman, 1875
<i>Ophiomusium</i> sp. Lyman, 1869
<i>Ophioceramis januarii</i> Lütken, 1856
<i>Ophiosphalma</i> sp. (McClendon, 1909)
<i>Ophiolepis paucispina</i> (Say, 1825)
<i>Ophiolepis impressa</i> Lütken, 1859
Família Ophiotrichidae Ljungman, 1866
<i>Ophiothrix</i> sp. Müller & Troschel, 1840

Continuação da tabela 1

<i>Ophiothrix angulata</i> (Say, 1825)
Família Hemieuryalidae Verrill, 1899
Família Amphiuroidae Ljungman, 1867
<i>Amphiodia planispina</i> (Martens, 1867)
Ordem Phrynophiurida Matsumoto, 1915
Família Ophiomyxidae Ljungman, 1866
<i>Ophiosciasma</i> sp.
<i>Ophiomyxa flaccida</i> (Say, 1825)
Família Gorgonocephalidae Ljungman, 1867
Família Asteronychidae Müller & Troschel, 1842
<i>Asteronyx loveni</i> (Müller & Troschel, 1842)
<i>Astrodia tenuispina</i> (Verrill, 1884)
Classe Echinoidea
Ordem Cidaroida Claus, 1880
Família Cidaridae Gray, 1825
<i>Eucidaris tribuloides</i> (Lamarck, 1816)
<i>Stylocidaris lineata</i> Mortensen, 1910
<i>Tretocidaris</i> cf. <i>bartletti</i> (Agassiz, 1880)
Ordem Echinothurioida Claus, 1880
Família Echinothuriidae Thomson, 1872
<i>Paraphormosoma alternans</i> (de Meijere, 1902)
<i>Phormosoma placenta</i> Thomson, 1872
Ordem Diadematoidea Duncan, 1889
Família Diadematae Gray, 1855
<i>Diadema</i> sp. Gray, 1825
Ordem Temnopleuroidea Mortensen, 1942
Família Toxopneustidae Troschel, 1872
<i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816)
<i>Tripneustes ventricosus</i> (Lamarck, 1816)
Ordem Clypeasteroidea Agassiz, 1872
Família Mellitidae Stefanini, 1911
<i>Leodia sexesperforata</i> (Leske, 1778)
Família Clypeasteridae Agassiz, 1835
<i>Clypeaster</i> sp. Lamarck, 1801
<i>Clypeaster rosaceus</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Clypeaster subdepressus</i> (Gray, 1925)
<i>Clypeaster ravenelli</i> Agassiz, 1869
Ordem Spatangoida Claus, 1876
Família Schizasteridae Lambert, 1905
<i>Agassizia excentrica</i> A. Agassiz, 1869
Família Loveniidae Lambert, 1905
<i>Homolampas lovenioides</i> Mortensen, 1948

Continuação da tabela 1

Família Brissidae Gray, 1855
<i>Brissopsis atlantica</i> Mortensen, 1907
Classe Holothuroidea
Ordem Aspidochirotida Grube, 1940
Família Holothuriidae Ludwig, 1894
Ordem Dendrochirotida Brandt, 1835
Família Cucumaridae Ludwig, 1894
Família Phyllophoridae Oestergren, 1907
Ordem Elasipodida Théel, 1882
Família Elpidiidae Théel, 1879
<i>Scotoplanes</i> sp. Théel, 1882
Ordem Apodida Brandt, 1835
Família Chiridotidae Oestergren, 1898
<i>Chiridota rotifera</i> (Pourtalés, 1851)

Este trabalho consiste na análise dos 4.735 espécimes coletados durante as cinco campanhas realizadas no SCORE Central. O número de espécimes de cada classe de Echinodermata coletados em cada campanha encontra-se na Tabela 2. Na campanha Central II

- Bentos (1997), foram utilizados dois amostradores: draga retangular e um pegador (Van Veen). Os espécimes da classe Ophiuroidea foram os mais amostrados por esses aparelhos (Tabela 3).

Tabela 2: Número de espécimes de cada classe de Echinodermata coletados em cada campanha do Programa REVIZEE.

Campanhas	Classes de Echinodermata					TOTAL
	Crinoidea	Asteroidea	Ophiuroidea	Echinoidea	Holothuroidea	
Central II - Bentos (1997)	7	15	1.412	111	3	1.548
Central - Bahia I - Pesca (1999)	-	170	114	36	-	320
Central - Bahia II - Pesca (2000)	-	116	62	143	-	321
Central V - Bentos (2001)	13	83	1.639	249	4	1.988
Central VI - Bentos (2002)	17	53	387	93	8	558
TOTAL	37	437	3.614	632	15	4.735

Tabela 3: Número de espécimes coletados pela draga e pelo pegador de Van Veen durante a campanha Central II - Bentos (1997).

Classes de Echinodermata						
Central II - Bentos (1997)	Crinoidea	Asteroidea	Ophiuroidea	Echinoidea	Holothuroidea	TOTAL
Draga	-	10	993	86	-	1089
Van Veen	-	5	419	25	-	449
TOTAL		15	1.412	111		1.538

As classes Crinoidea e Holothuroidea foram as que registraram menores riquezas e abundâncias. Dentre os Crinoidea, duas famílias foram identificadas (Tropiometridae e Isocrinidae), sendo três indivíduos da espécie *Tropiometra carinata carinata* amostrados na campanha Central II - Bentos (1997) e três espécimes de *Endoxocrinus maclearanus* coletados na Central VI - Bentos (2002). Os outros espécimes coletados nas campanhas de 1997, 2001 e 2002 não foram identificados devido às más condições do material e/ou aguardam um maior aprofundamento taxonômico.

Até o momento, são conhecidas 15 espécies recentes de Crinoidea que ocorrem em águas brasileiras (Tommasi, 1999). Mais estudos sobre a classe são necessários em todo o mundo. Ausich e Kammer (2001) enfatizam que os desafios atuais são numerosos, desde a investigação da fauna em áreas pouco estudadas (para a compreensão da biogeografia do grupo), passando por estudos de morfologia funcional e pela revisão taxonômica da fauna européia e norte-americana, até a complementação de análises filogenéticas. Apesar de admitirem a falta de conhecimento sobre as espécies de crinóides pedunculados, Améziane e Roux (1997) sugerem que a fauna de crinóides do Atlântico Sul seja formada pela dispersão de espécies caribenhãs e de profundidade (batiais). Estas últimas não foram afetadas pelas mudanças ambientais ao longo do tempo geológico (como as variações no nível do mar) e permaneceram nas bacias abissais, cadeias submarinas e talude continental. No entanto, pouco

se sabe sobre as estratégias reprodutivas das espécies de profundidade. Apenas recentemente, as fases larvais de um crinóide pedunculado de profundidade (*Metacrinus rotundus*, da família Isocrinidae) foram descritas (Nakano *et al.*, 2003). Da mesma forma, as relações de parentesco dentro da classe Crinoidea ainda não estão claramente definidas (Cohen *et al.*, 2004).

Foram registradas no Brasil, até o momento, 40 espécies de holoturóides pertencentes a 11 famílias (Tommasi, 1999). Dentre os Holothuroidea registrados no SCORE Central, 28 espécimes do gênero *Scotoplanes* (família Elpidiidae) e 37 indivíduos da família Holothuriidae (provisoriamente tipados como três espécies diferentes) foram coletados na campanha de 2000 (Bahia II - Pesca). Quatro espécimes da família Phyllophoridae foram coletados na campanha de 2001 (Bentos - V). Em 2002 (campanha Bentos - VI), foram coletados dois espécimes da família Phyllophoridae, um da família Holothuriidae, um da família Cucumaridae e um espécime da família Chirodotidae.

Dentre os Asteroidea, as espécies das famílias Astropectinidae e Goniasteridae foram as mais abundantes, especialmente nas campanhas onde a rede de fundo foi utilizada como equipamento de coleta (Central - Pesca Bahia I e Bahia II) (Figura 2) (Tabela 1). Em 1997, as famílias Astropectinidae e Ophidiasteridae foram as mais abundantes nas coletas realizadas com draga, enquanto as famílias Asteroidea e Asterinidae predominaram quando o amostrador utilizado foi o pegador de Van Veen (Figura 3) (Tabela 2).

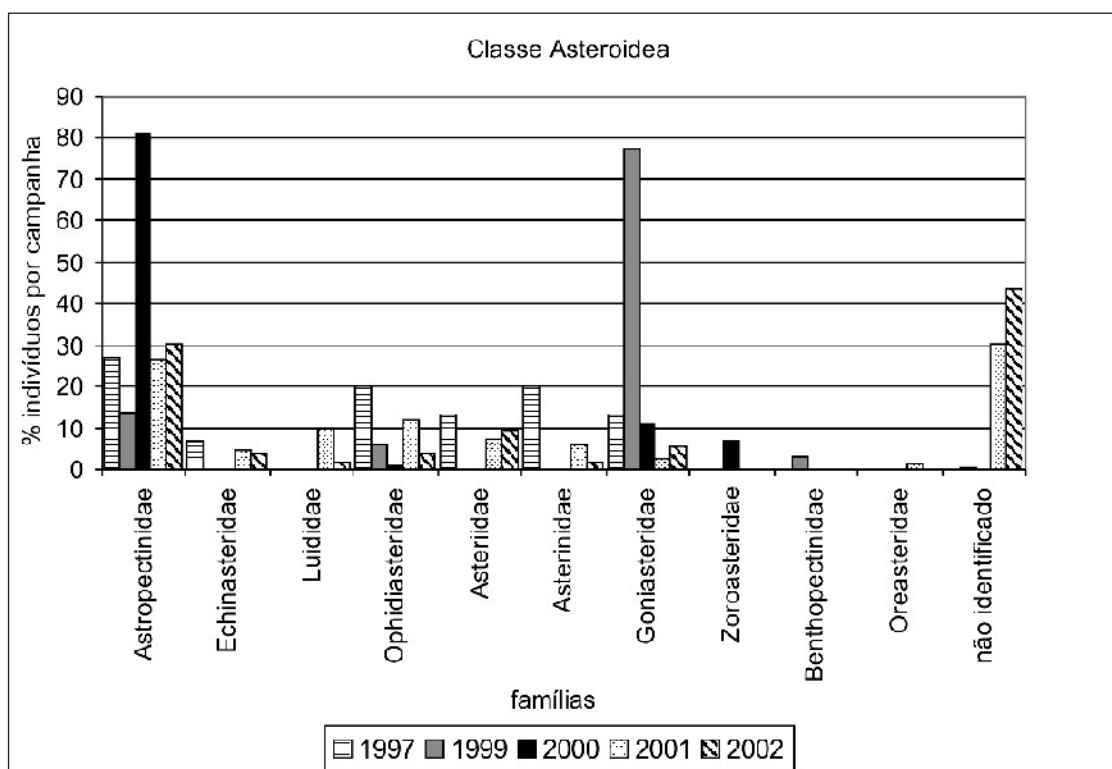


Figura 2: Porcentagem de espécimes das famílias de Asteroidea coletados nas cinco campanhas do Programa REVIZEE - SCORE Central.

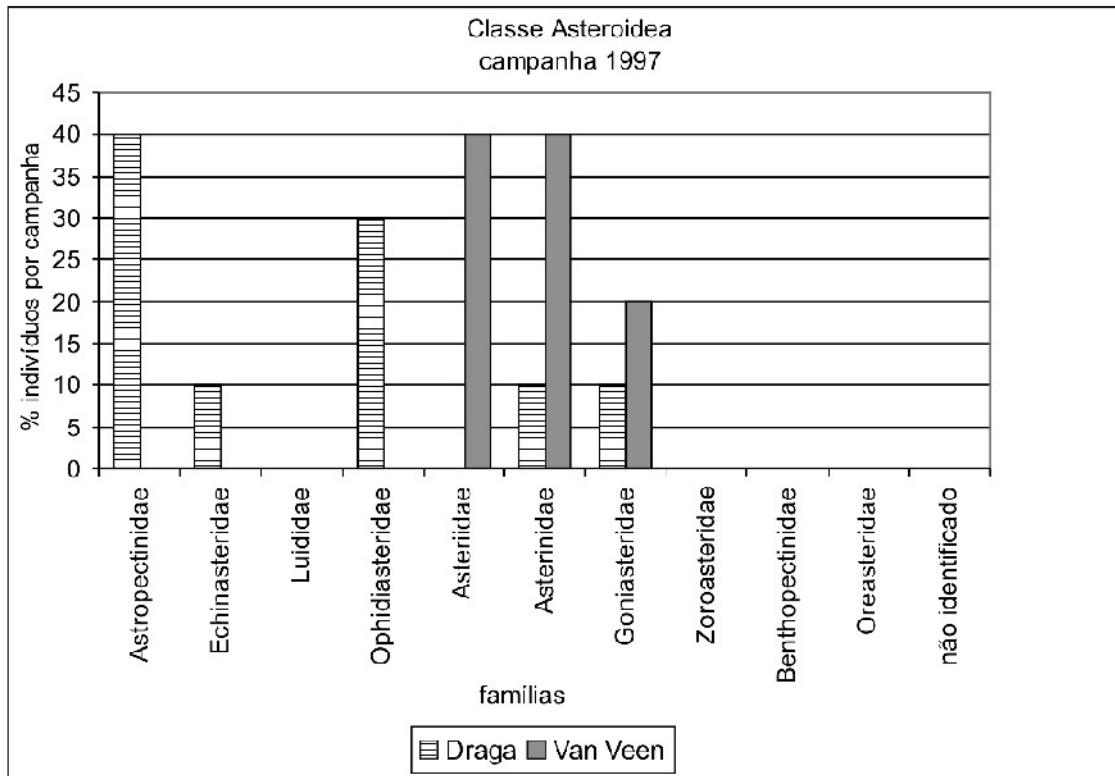


Figura 3: Porcentagens de indivíduos das famílias de Asteroidea coletadas com draga e pegador Van Veen durante a campanha de 1997.

O número de espécimes (abundância) por estação de coleta das famílias de Asteroidea predominantes, Astropectinidae e Goniasteridae, está representado nas figuras 4 e 5. A família Astropectinidae foi

mais freqüente e abundante na região de quebra da plataforma continental (entre 200 e 1.000 m), ocorrendo também em áreas costeiras e na região da cadeia submarina Vitória-Trindade (Figura 4).

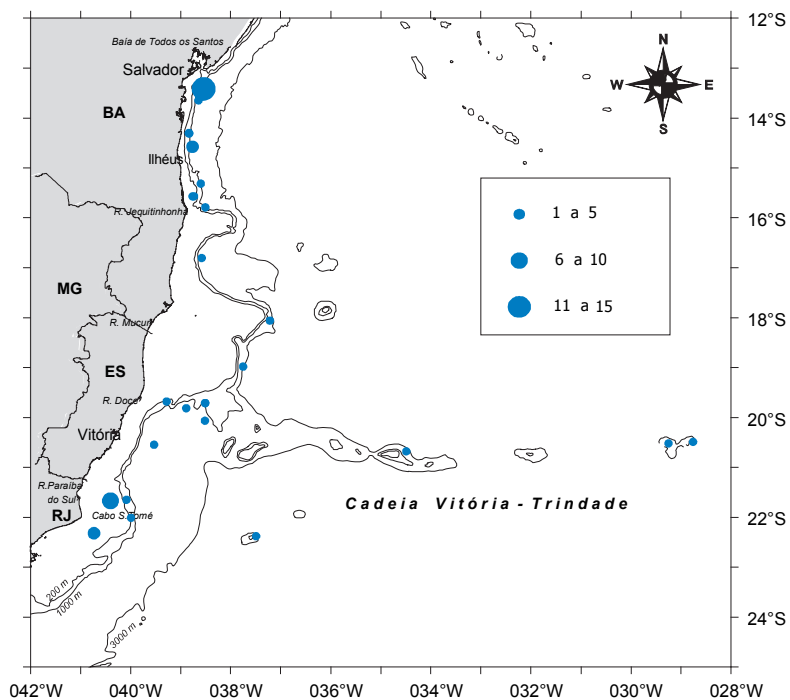


Figura 4: Abundância (número de indivíduos) e distribuição das espécies da família Astropectinidae (Asteroidea) coletadas no SCORE Central.

A família Goniasteridae foi característica da região de quebra da plataforma continental e ocorreu

em um menor número de estações (10) do que as espécies da família Astropectinidae (Figura 5).

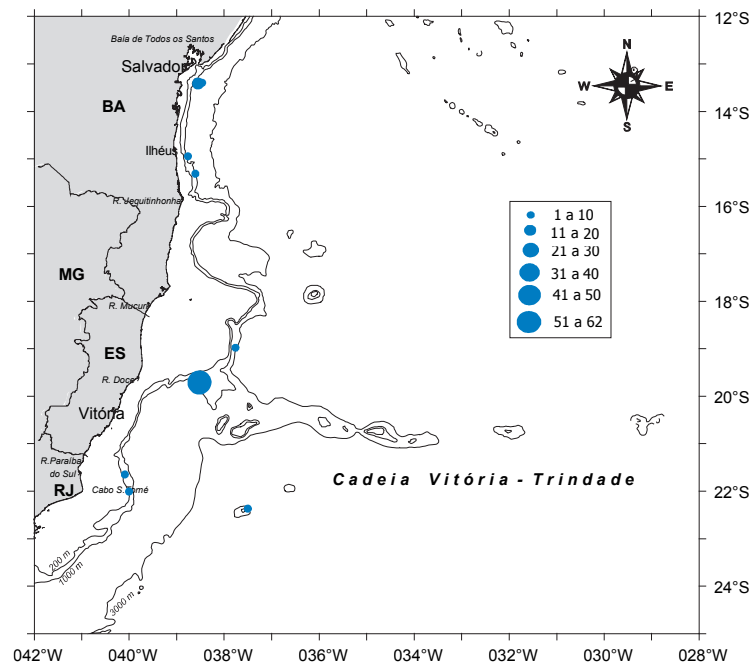


Figura 5: Abundância (número de indivíduos) e distribuição das espécies da família Goniasteridae (Asteroidea) coletadas no SCORE Central.

Dentre os Ophiuroidea, as famílias mais abundantes em todas as campanhas do SCORE Central foram Amphiuroidae, Ophiotrichidae, Ophiuridae e Asteronychiidae, sendo as duas últimas mais represen-

tadas nas campanhas - Pesca Bahia I (1999) e Bahia II (2000), nas quais a rede de fundo foi utilizada como equipamento de coleta (Figura 6) (Tabela 1).

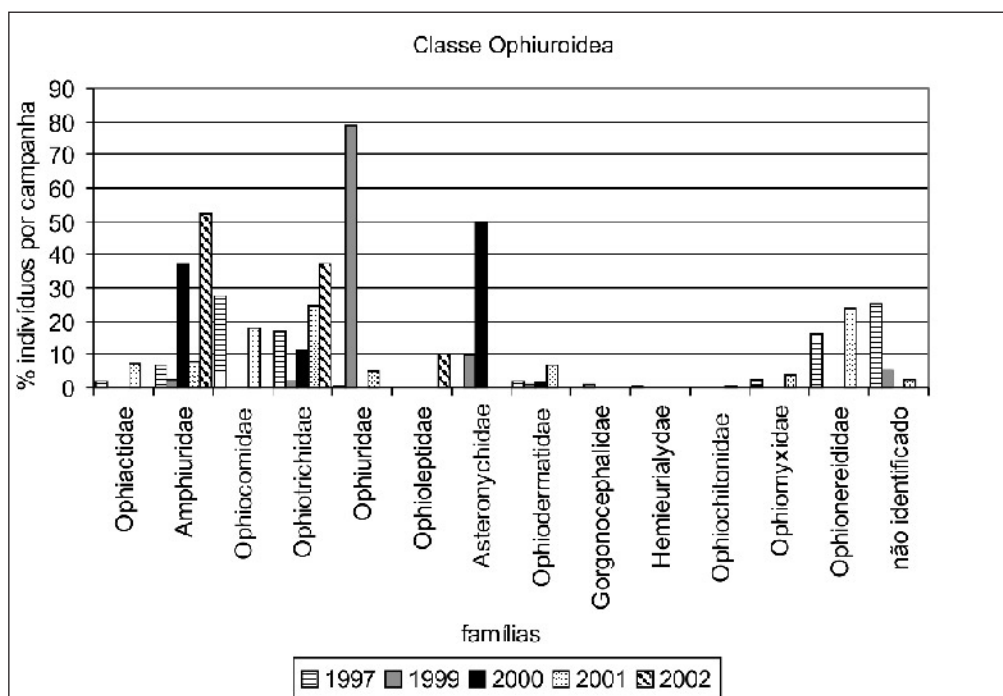


Figura 6: Porcentagem de espécimes das famílias de Ophiuroidea coletados nas cinco campanhas do Programa REVIZEE.

As famílias Ophiocomidae e Ophiotrichidae foram as mais abundantes quando a draga retangular foi utilizada na campanha de 1997 (Bentos II). As famílias Ophionereididae e Ophiocomidae foram as que predominaram nas coletas com o pegador de Van Veen

nessa mesma campanha (Figura 7) (Tabela 2). Ainda há material a ser identificado e, certamente, as famílias Ophiuridae e Amphiuroidae estarão mais bem representadas (Figura 7).

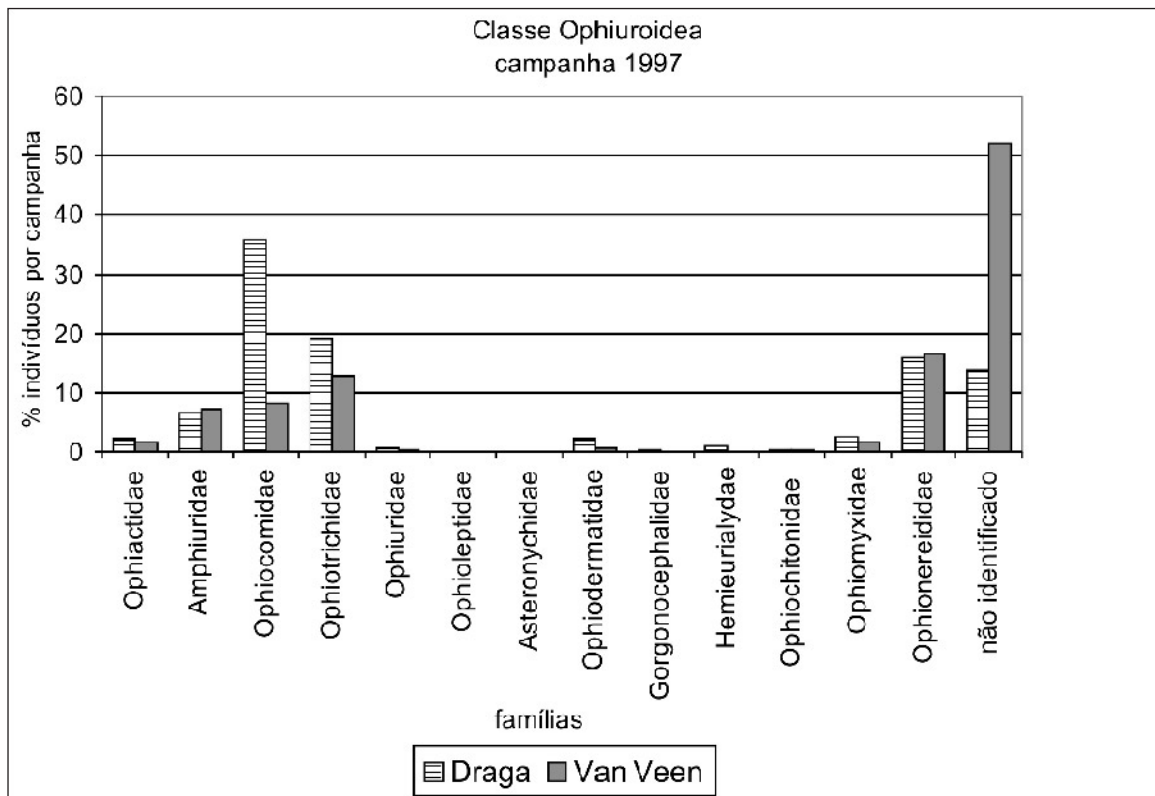


Figura 7: Porcentagem de indivíduos das famílias de Ophiuroidea coletados com draga retangular e pegador de Van Veen na campanha de 1997.

A abundância e a distribuição das famílias predominantes de Ophiuroidea estão representadas nas figuras 8 a 13. A distribuição das famílias Amphiuroidae, Ophiotrichidae e Ophiocomidae foi ampla e bastante semelhante. Espécimes dessas famílias estiveram pre-

sentes em regiões costeiras (profundidades inferiores a 200 m), na cadeia submarina Vitória-Trindade e em algumas estações mais profundas e da região de quebra da plataforma continental (Figuras 8, 9 e 10).

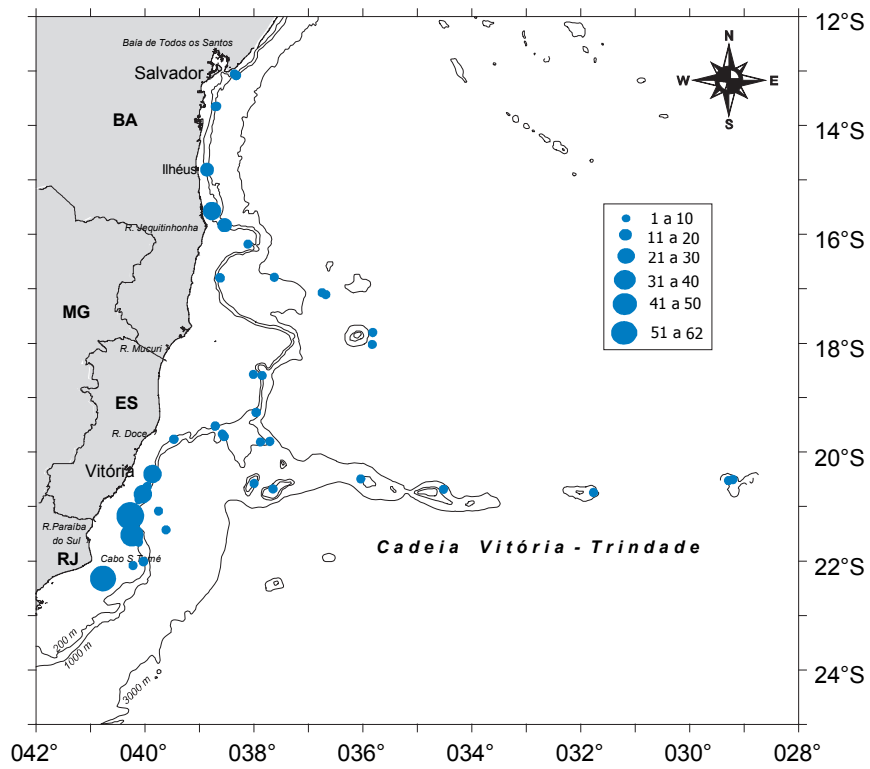


Figura 8: Abundância (número de indivíduos) e distribuição das espécies da família Amphiuroidae (Ophiuroidea) coletadas no SCORE Central.

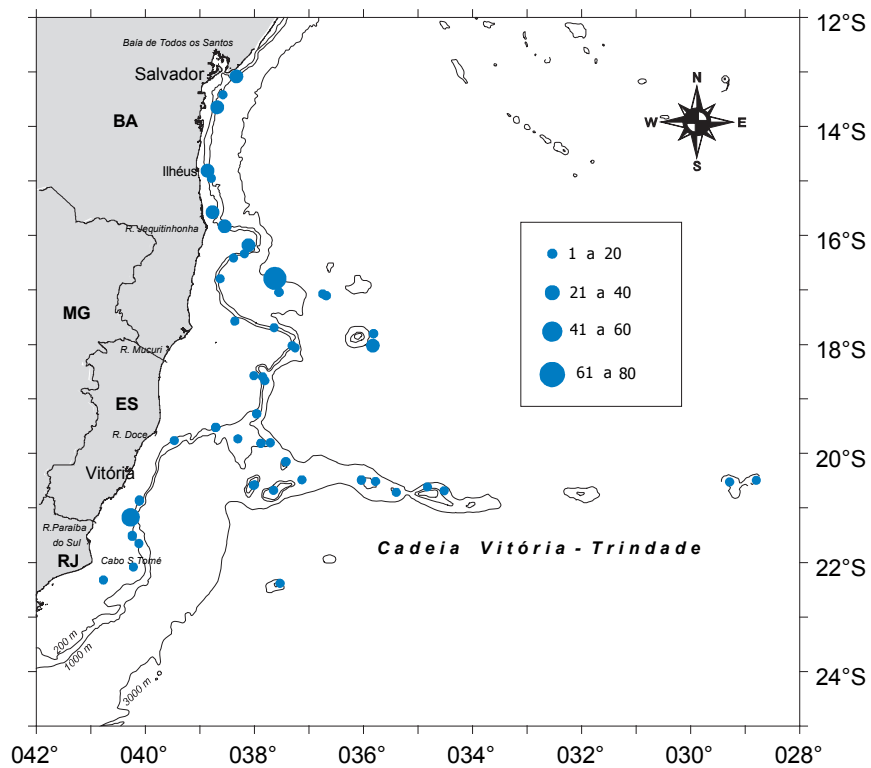


Figura 9: Abundância (número de indivíduos) e distribuição das espécies da família Ophiotrachidae (Ophiuroidea) coletadas no SCORE Central.

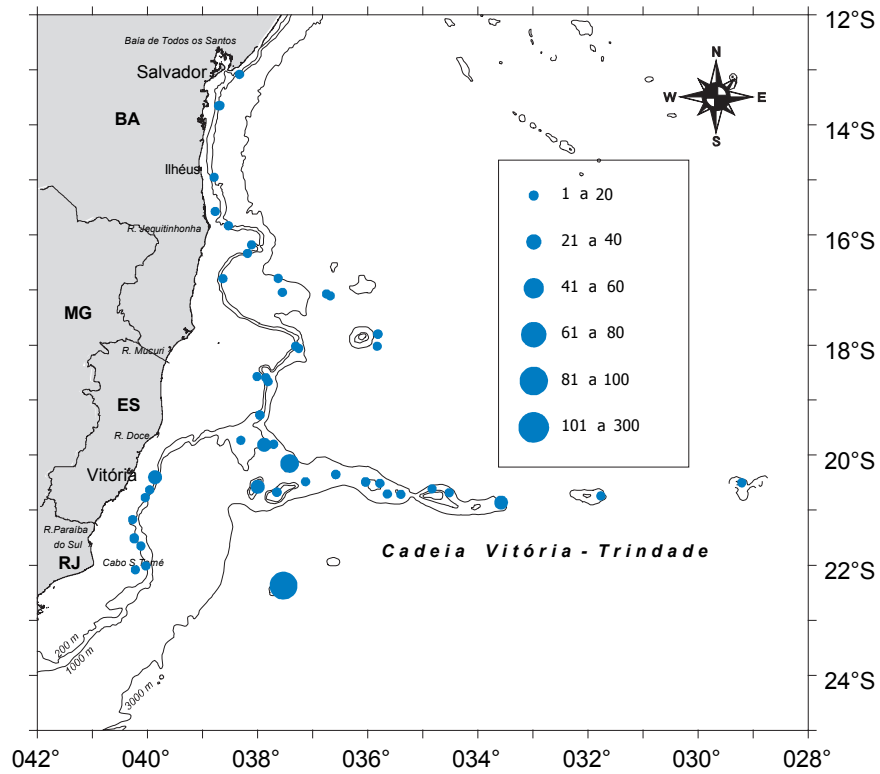


Figura 10: Abundância (número de indivíduos) e distribuição das espécies da família Ophiocomidae (Ophiuroidea) coletadas no SCORE Central.

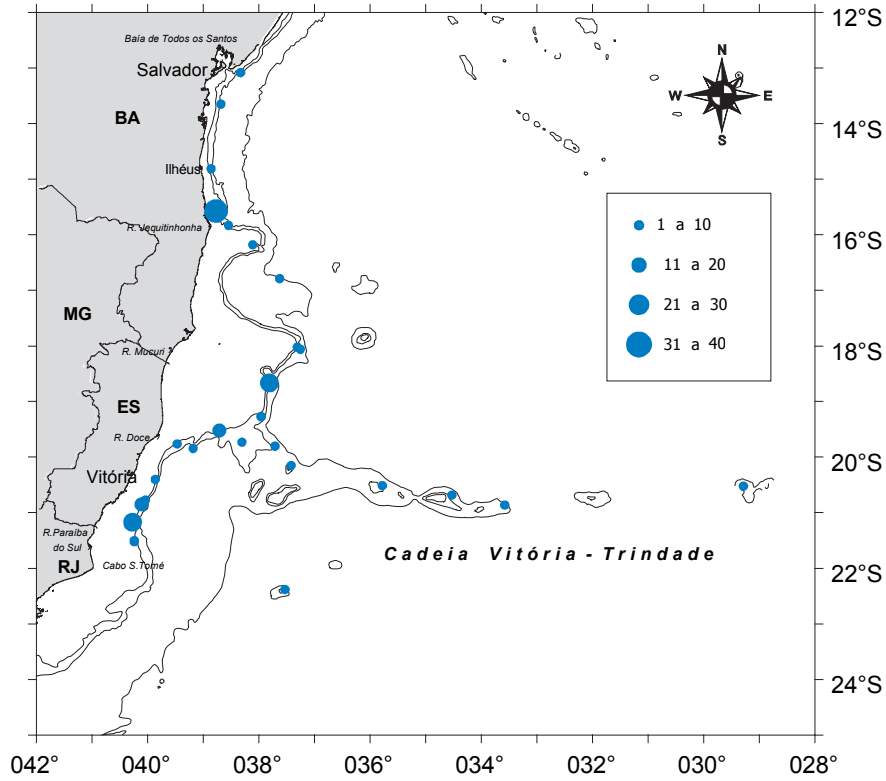


Figura 11: Abundância (número de indivíduos) e distribuição das espécies da família Ophiodermatidae (Ophiuroidea) coletadas no SCORE Central.

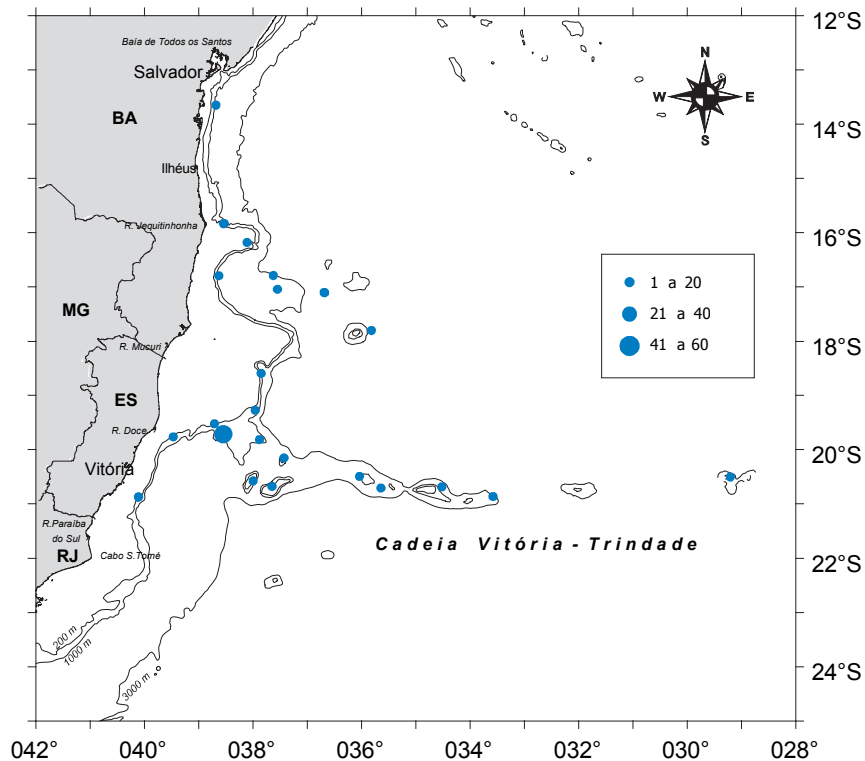


Figura 12: Abundância (número de indivíduos) e distribuição das espécies da família Ophiuridae (Ophiuroidea) coletadas no SCORE Central.

A distribuição, a frequência de ocorrência nas estações e a abundância (número de indivíduos) registradas para a família Asteronychidae foram inferiores àquelas para as outras famílias de Ophiuroidea mencionadas anteriormente. Todos os espécimes foram coletados por arrastos de rede de fundo nas campanhas de 1999 e 2000 (Pesca - Bahia I e Bahia II) (Figura 6). A distribuição ficou concentrada na região ao largo do estado do Espírito Santo, na quebra da plataforma

continental e em profundidades abaixo dos 1.000 m. Poucos indivíduos foram coletados em outra área, na região de quebra da plataforma continental, próxima à cidade de Salvador (BA) (Figura 13). Esse é o primeiro registro da família Asteronychidae para o Brasil. As duas espécies atuais conhecidas que compõem essa família ocorreram nessas regiões (*Asteronyx loveni* e *Astrodia tenuispina*, ver Tabela 1).

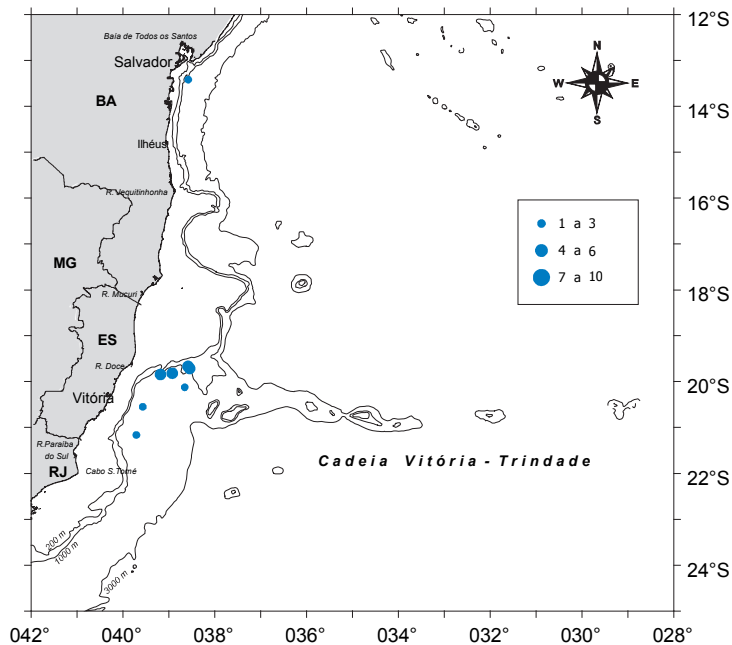


Figura 13: Abundância (número de indivíduos) e distribuição das espécies da família Asteronychidae (Ophiuroidea) coletadas no SCORE Central.

Dentre os Echinoidea, as famílias Cidaridae e Echinothuriidae foram as mais abundantes (Figura 14, Tabela 2). Um maior destaque, no entanto, deve ser dado à família Cidaridae, pois esta foi a mais abundante nas três campanhas de Bentos (1997, 2001 e 2002) e também foi capturada por rede de arrasto de fundo nas campanhas de 1999 e 2000 (Pesca - Bahia I e Bahia

II) (Figura 14). Essa família foi representada por três espécies, *Eucidaris tribuloides*, *Stylocidaris lineata* e *Tretocidaris cf. bartletti* (ver Tabela 1), sendo as duas primeiras as mais abundantes e freqüentes. Exemplares da família Echinothuriidae foram capturados apenas por rede de arrasto de fundo durante as campanhas de 1999 e 2000 (Pesca - Bahia I e Bahia II) (Figura 14).

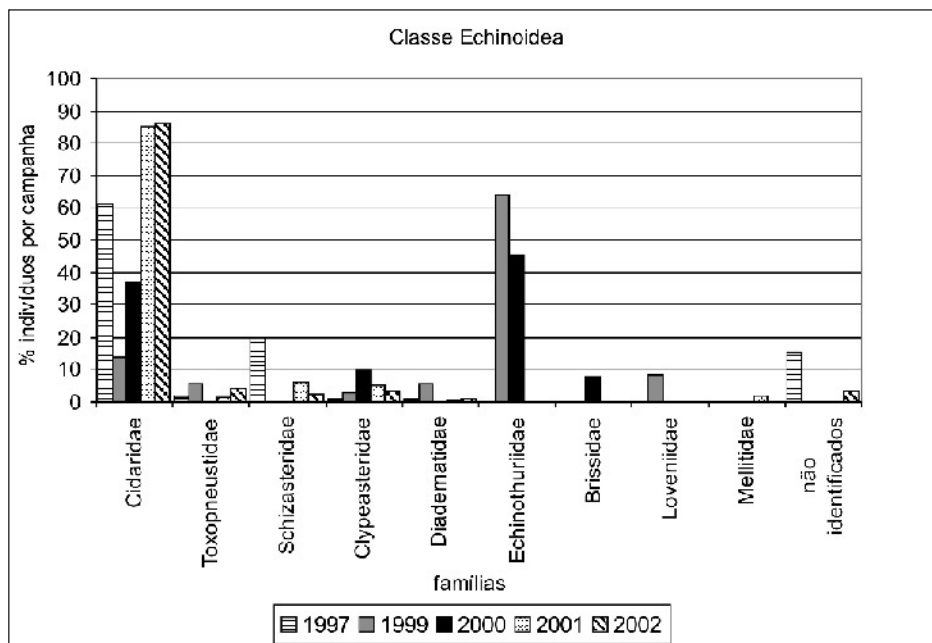


Figura 14: Porcentagem de espécimes das famílias de Echinoidea coletados nas quatro campanhas do Programa REVIZEE.

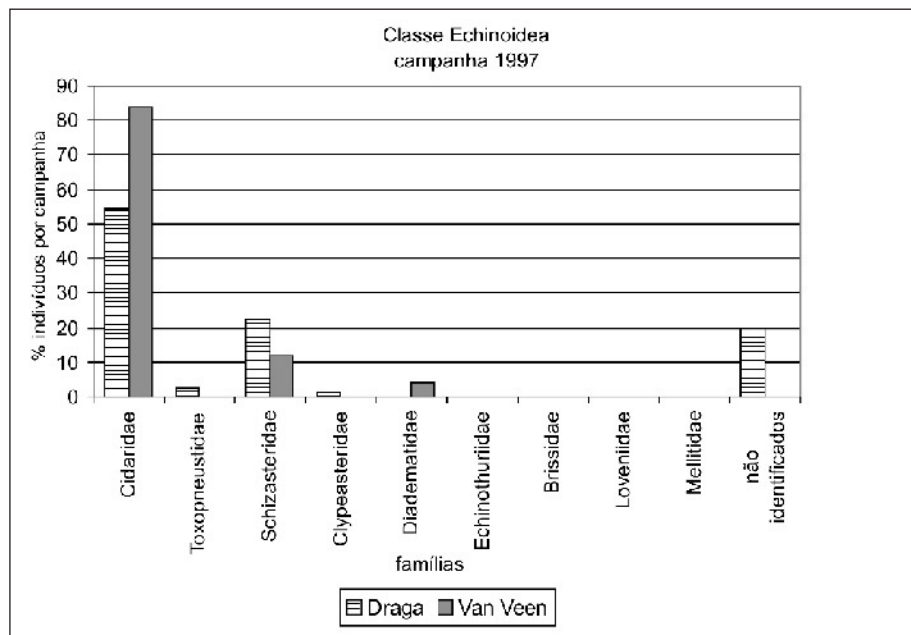


Figura 15: Porcentagem de indivíduos das famílias de Echinoidea coletados com draga retangular e pegador de Van Veen na campanha de 1997.

Na campanha de 1997 (Bentos - Central II), a draga retangular e o pegador de Van Veen amostraram quase que praticamente representantes das famílias Cidaridae e Schizasteridae (Figura 15, Tabela 3). Nessa ocasião, também ocorreu o predomínio das espécies da família Cidaridae.

A distribuição das espécies da família Cidaridae foi bastante ampla. Os espécimes ocorreram em nú-

meros moderados (máximo de 26 indivíduos em uma estação), porém foram freqüentes (ocorreram em muitas estações) (Figura 16). A espécie *Eucidaris tribuloides* ocorreu mais freqüentemente nas estações mais rasas e na Cadeia Vitória-Trindade, ao contrário de *Stylocidaris lineata* que ocorreu nas estações do talude (região de quebra da plataforma continental).

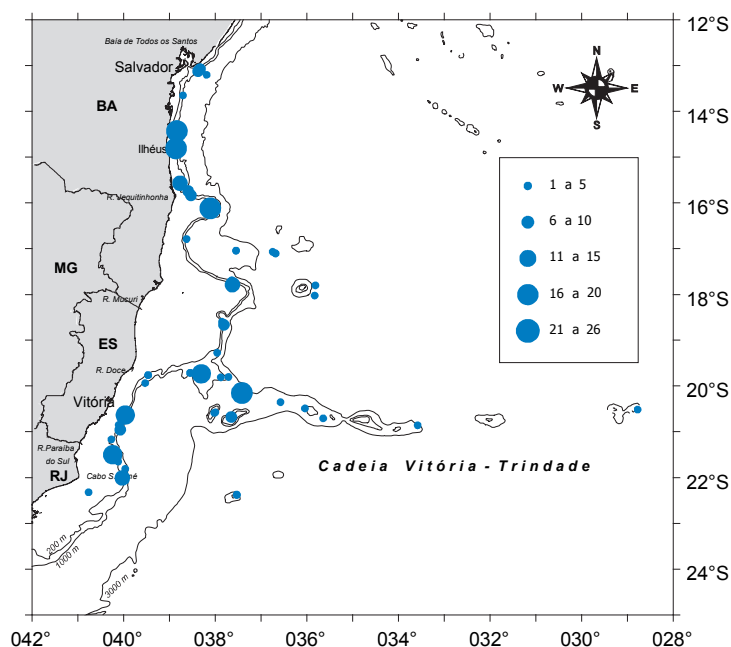


Figura 16: Abundância (número de indivíduos) e distribuição das espécies da família Cidaridae (Echinoidea) coletadas no SCORE Central.

As espécies da família Echinothuriidae foram coletadas em poucas estações da região do talude continental ou de maior profundidade, registrando uma distribuição bem menos ampla que a família Cidaridae.

Nessas poucas estações, foram registrados números moderados de espécimes de Echinothuriidae, sendo que a maior densidade foi registrada na região do talude, próximo à cidade de Salvador (BA) (Figura 17).

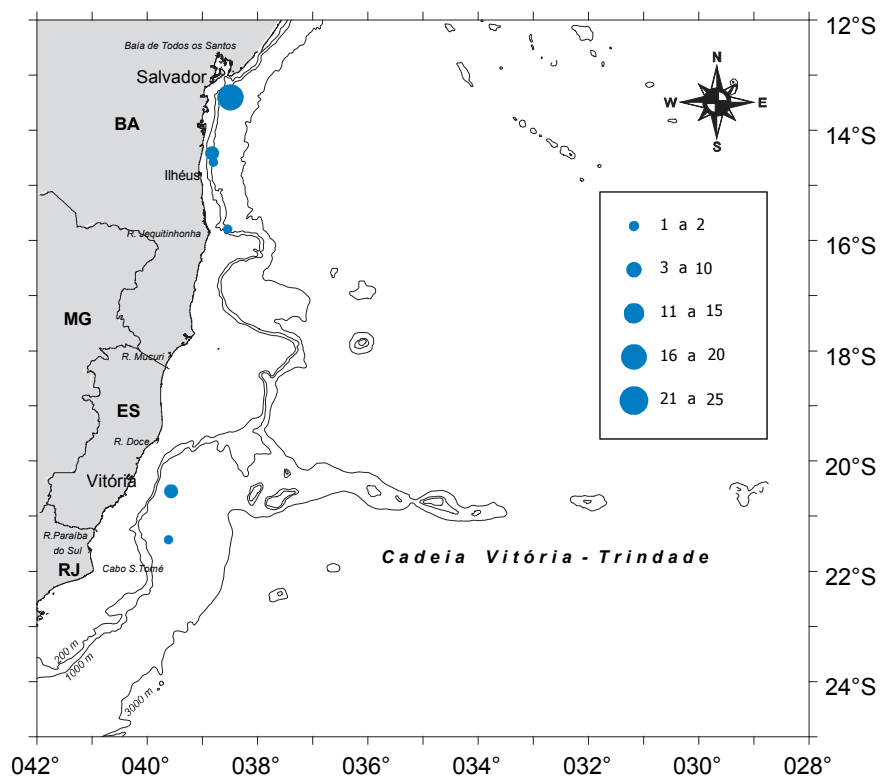


Figura 17: Abundância (número de indivíduos) e distribuição das espécies da família Echinothuriidae (Echinoidea) coletadas no SCORE Central.

Em resumo, a composição da fauna de Echinodermata identificada em nível de espécie e gênero já era conhecida, em sua maioria, nas regiões da costa brasileira (especialmente na costa central). Entretanto, devem ser destacadas algumas novas ocorrências para a costa brasileira, ou seja, aquelas espécies que não foram registradas formalmente em publicações científicas.

Entre os Asteroidea, foi coletado um exemplar do gênero *Tamaria* (família Ophidiasteridae). O gênero está representado por três espécies no Oceano Atlântico, *T. floridae* (Perrie, 1881), *T. halperni* Downey, 1971 e *T. passiflora* Downey, 1971. Todas elas estão restritas à região da Flórida (EUA), Bahamas e Caribe e foram coletadas entre as profundidades de 180 e 600 m (Clark

& Downey, 1992). O aprofundamento do estudo taxonômico desse exemplar pode resultar na expansão da área de ocorrência de uma das espécies conhecidas (*Tamaria floridae*) ou na descrição de uma nova espécie para a ciência.

Entre os Ophiuroidea, são dignas de nota novas ocorrências para uma família (Asteronychidae Verrill, 1899 emendada por Mortensen, 1933c), dois gêneros (*Asteronyx* Müller & Troschel, 1842 e *Astrodia* Verrill, 1884) e duas espécies para a costa brasileira (*Asteronyx loveni* e *Astrodia tenuispina*, ver Pranchas 1 e 2 no Anexo 3). *Asteronyx loveni* possui uma ampla distribuição geográfica, porém sem registros para o Oceano Ártico e o Hemisfério Sul, e já foi coletada entre as profundidades de 100 m e 4.721 m (Paterson, 1985). Na costa

central brasileira, *A. loveni* ocorreu em uma área restrita, entre 942 m e 1.717 m de profundidade. *Astrodia tenuispina* é uma espécie característica de regiões profundas dos dois lados do Atlântico Norte e já foi registrada entre 2.452 m e 3.659 m na costa dos EUA e entre 1.560 m e 3.548 m na costa europeia (Paterson, 1985). Na costa central brasileira, *Astrodia tenuispina* foi coletada entre 600 m e 910 m. A ausência dessas espécies na costa sul brasileira, conforme o estudo recente de Borges *et al.* (2002), também deve ser destacada. Todos os espécimes coletados na costa central possuem dimensões relativamente grandes (diâmetro do disco entre 10 e 35 mm e braços longos) e são capazes de enrolar seus braços verticalmente, o que permite que escalem organismos arborescentes, como penatuláceos e gorgonáceos. A ausência dessas espécies em outras regiões brasileiras talvez seja consequência da falta de exploração com equipamentos adequados. Todos os espécimes encontrados foram capturados pela rede de arrasto de fundo do navio oceanográfico francês Thalassa, que realizou as campanhas Pesca - Bahia I e Bahia II e é reconhecido por possuir equipamentos modernos.

É clara a possibilidade de que espécimes identificados apenas em nível de família ou gênero no presente estudo sejam novas para a ciência, especialmente aquelas das famílias Ophiiothrichidae, Ophiuridae e Amphiuridae (Ophiuroidea). A ampliação da distribuição geográfica (novas ocorrências) e mesmo a descrição de novas espécies também podem ser esperadas, especialmente para aqueles espécimes capturados em estações mais profundas, abaixo de 500 m ou mais (1.000 m) de profundidade, pois o conhecimento fau-

nístico nessas regiões ainda é muito restrito. Deve-se, portanto, ressaltar a necessidade da continuação dos estudos taxonômicos mais específicos para ampliar o conhecimento da fauna de Echinodermata coletada pelo Programa REVIZEE.

9.2.2. Distribuição batimétrica das famílias e espécies identificadas

Para analisar a distribuição batimétrica das famílias e espécies identificadas de Echinodermata, as estações de coleta foram agrupadas de acordo com suas profundidades, em intervalos de 200 m. Os dados seguintes referem-se a 39 famílias identificadas para as cinco classes de Echinodermata.

O maior número de famílias, ou seja, 30, que representam cerca de 77%, ocorreu nos primeiros 200 m de profundidade (Figura 18). Cerca de 26% das famílias estiveram restritas a esse intervalo batimétrico (Figura 19). O número de famílias registradas diminuiu gradativamente de acordo com o aumento da profundidade: cerca de 54% das famílias ocorreram entre 200 m e 400 m, 36% entre 400 m e 600 m, 31% entre 600 m e 800 m, 20% entre 800 m e 1.600 m, 8% entre 1.600 m e 1.800 m, e 5% entre 1.800 m e 2.000 m (Figura 18). As famílias Astropectinidae (Asteroidea), Amphiuridae (Ophiuroidea) e Cidaridae (Echinoidea) destacam-se por possuir ampla distribuição batimétrica (entre 20 m e 1.800 m). Outras famílias, como Benthoplectinidae e Zoroasteridae (Asteroidea), Asteronychidae (Ophiuroidea), Lovenidae (Echinoidea) e Elpidiidae (Holothuroidea), ocorreram apenas em maiores profundidades, entre 600 m e 1.800 m (Figura 19).

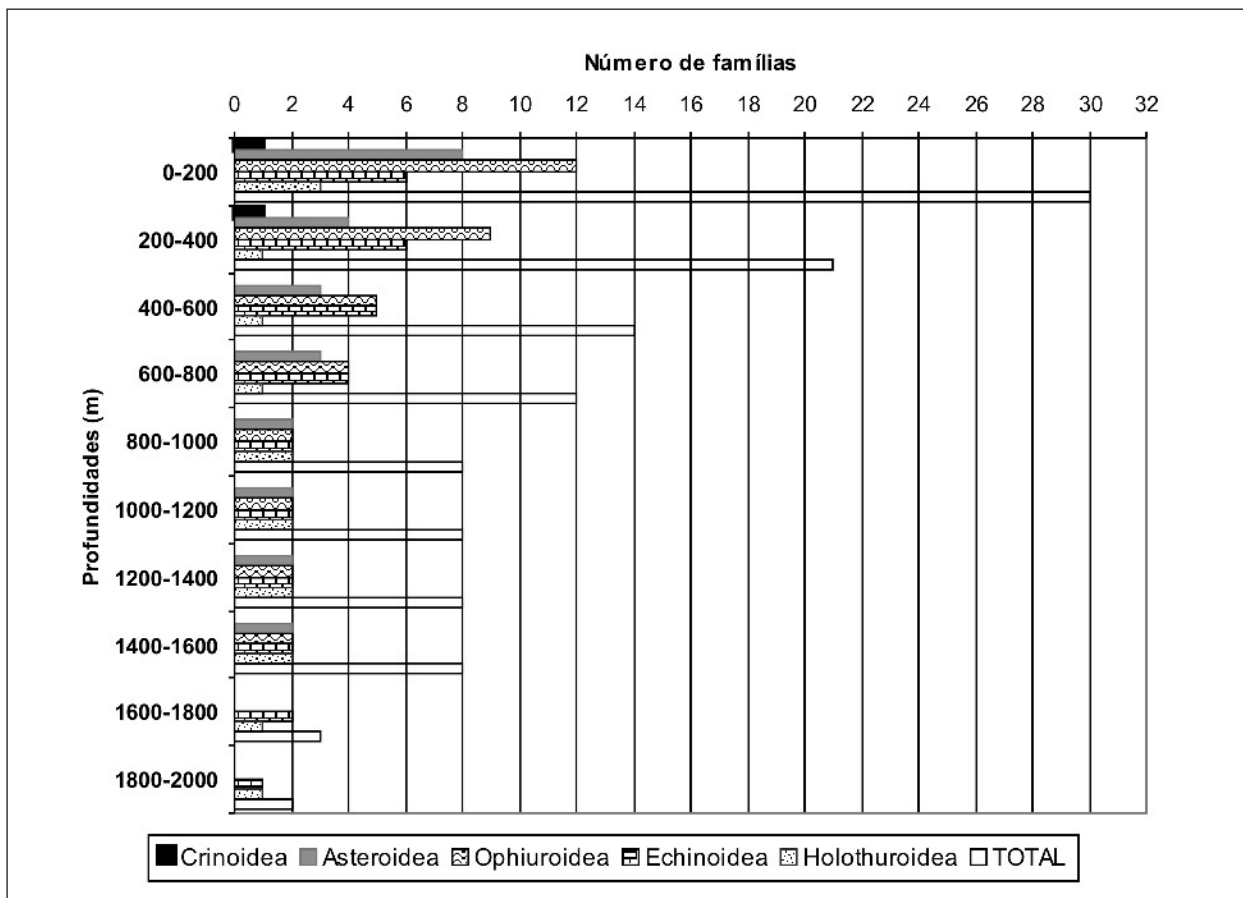


Figura 18: Distribuição batimétrica do número de famílias de cada classe do filo Echinodermata e o número total registrado no SCORE Central do Programa REVIZEE.

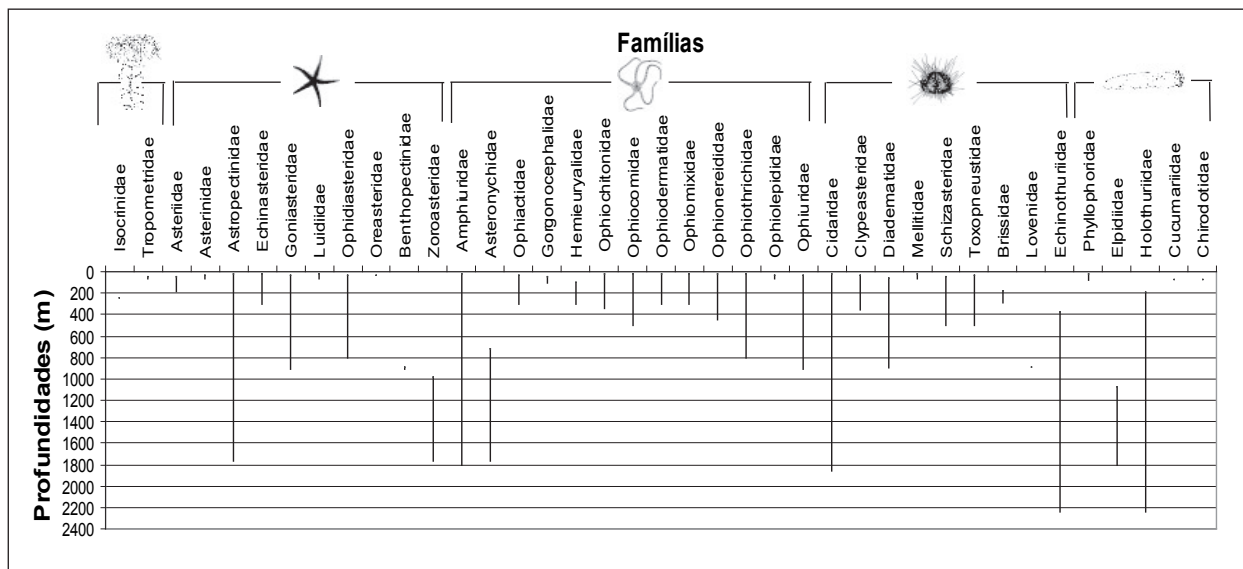


Figura 19: Distribuição batimétrica das principais famílias de Echinodermata registradas no SCORE Central do Programa REVIZEE.

A distribuição batimétrica das espécies identificadas (Figura 20) corrobora a análise realizada com as famílias, ou seja, ratifica que o maior número de táxons ocorreu nas menores profundidades. Entre as espécies, cerca de 38% foram registradas entre as profundidades de 20 m e 200 m, sendo que a maioria (cerca de 35%) ocorreu no intervalo de 20 m a 100 m (Figura 20). Entre as espécies com ampla distribuição batimétrica, destacam-se *Psilaster crassiope* (Asteroidea, Astropectinidae), *Stylocidaris lineata* (Echinoidea, Cidaridae) e *Phormosoma placenta* (Echinoidea,

Echinothuriidae) (Figura 20). O crinóide pedunculado *Endoxocrinus maclearanus* (Crinoidea, Isocrinidae) ocorreu apenas no início do talude continental, entre 200 m e 300 m. Outras espécies também só ocorreram na quebra da plataforma continental, entre 400 m e 1.000 m, como *Astropecten acutirradiatus* (Asteroidea, Astropectinidae), *Rosaster alexandri* (Asteroidea, Goniasteridae), *Astrodia tenuispina* (Ophiuroidea, Asteronychidae) e *Paraphormosoma alternans* (Echinoidea, Echinothuriidae) (Figura 20).

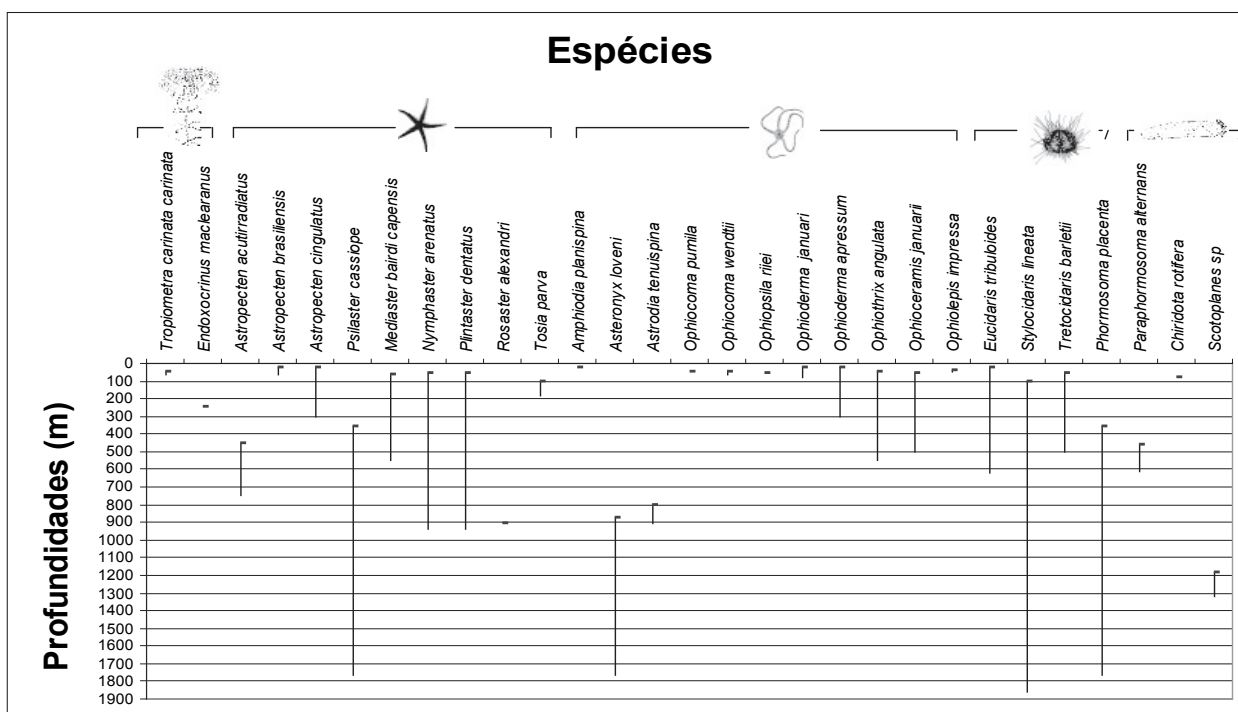


Figura 20: Distribuição batimétrica das principais espécies de Echinodermata registradas no SCORE Central do Programa REVIZEE.

O número acumulado de espécies ao longo de todas as profundidades amostradas revela que a composição da fauna de Echinodermata cresce até o intervalo batimétrico de 600 m a 800 m e se estabiliza a partir de 800 m até 1.800 m (Figura 21).

Entretanto, é importante considerar o fato de que o esforço amostral nas profundidades mais rasas foi maior

do que nas outras profundidades, o que pode estar determinando o padrão registrado, ou seja, o maior número de espécies em menores profundidades. Além disso, deve-se também enfatizar que a utilização de diferentes amostradores na área estudada e suas frequências amostrais também definem a quantidade e o tipo de organismo que será capturado (Holme & McIntyre, 1984).

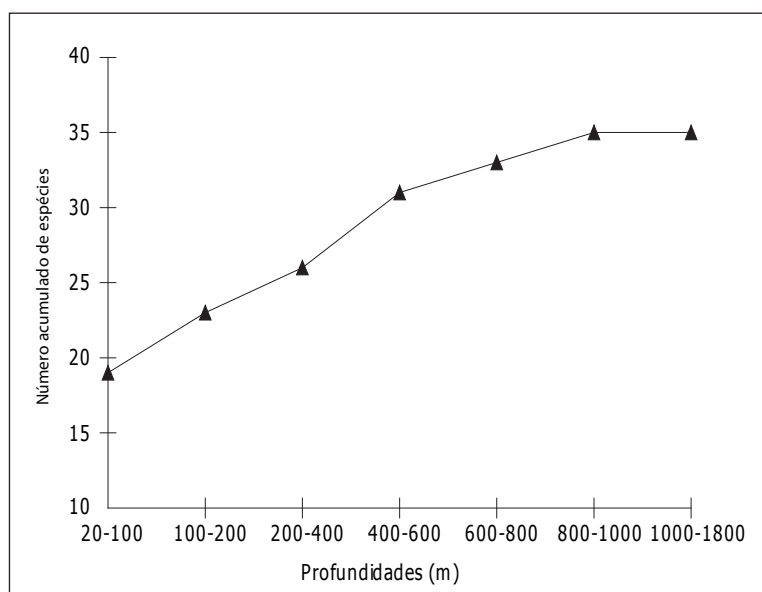


Figura 21: Número acumulado de espécies de Echinodermata coletadas nos diferentes intervalos batimétricos estudados no SCORE Central do Programa REVIZEE.

A similaridade entre a composição faunística de Echinodermata em cada intervalo batimétrico amostrado foi aferida através do cálculo do índice de Bray-Curtis (Krebs, 1989). As estações mais similares foram aquelas entre os intervalos batimétricos de 100-200 m e 200-400 m. Todas as outras estações obtiveram índices de similaridade inferiores (Figura

22). Considerando um menor grau de similaridade, pode-se distinguir dois grupos de estações, as mais rasas (entre 20 m e 400 m) e as mais profundas (a partir de 400 m até 1.800 m). Entretanto, as estações entre 400 e 600 m, 600 e 800 m, 800 e 1.000 m, 1.000 e 1.800 m formaram grupos distintos, mais similares (Figura 22).

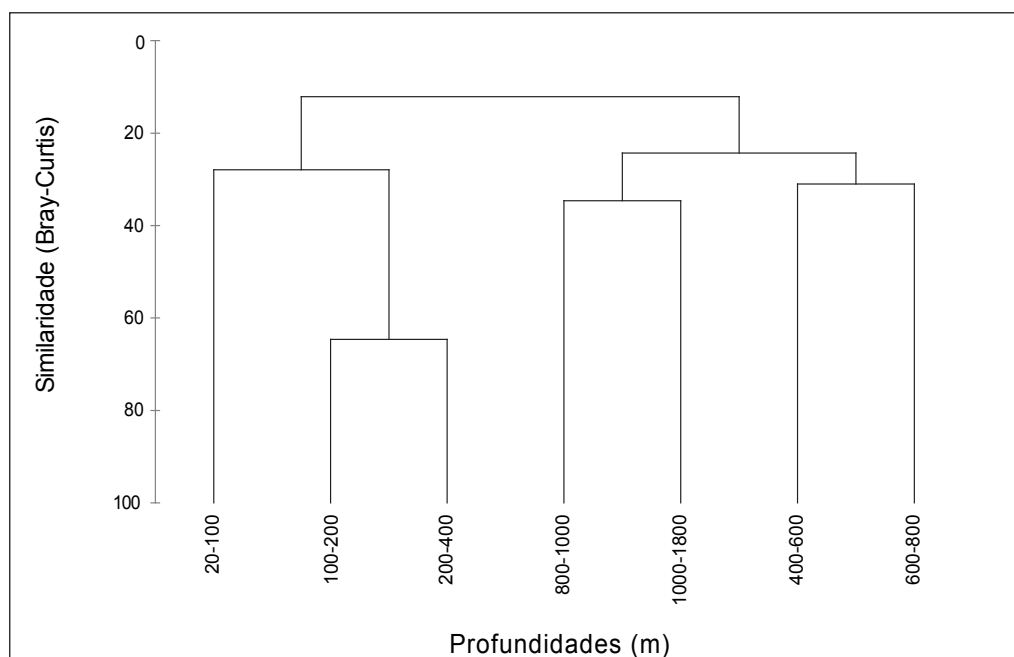


Figura 22: Análise de agrupamento utilizando o Índice de Similaridade de Bray-Curtis em relação às espécies de Echinodermata coletadas nos conjuntos de estações em cada intervalo batimétrico estudado no SCORE Central do Programa REVIZEE.

9.2.3. Riqueza e diversidade de espécies identificadas

A riqueza de espécies foi calculada através do Índice de Margalef, que considera tanto o número de espécies registradas como o número total de exemplares coletados (Magurran, 1988, 2003). Essa relação entre o número e a abundância das espécies pode gerar resultados diferentes do que aqueles em que apenas o número absoluto de espécies é considerado. O maior valor registrado para o Índice de Margalef ocorreu para as estações localizadas entre 20 m e 100 m de profundidade (Figura 23). Entretanto, a riqueza não decresceu gradativamente de acordo com o aumento da profundidade, como ocorreu quando apenas o número absoluto de espécies foi considerado. Apesar de apresentar oscilações, os valores do Índice de Riqueza de Margalef decresceram nas estações de maiores profundidades. As estações localizadas entre 400 m e 600 m obtiveram o segundo maior valor do índice de riqueza (Figura 23).

A diversidade de espécies foi calculada através do Índice de Shanon-Wiener (Magurran, 1988). Esse índice é influenciado tanto pelo número de espécies amostradas (riqueza) como pela abundância (número

de exemplares) de cada espécie coletada (uniformidade), ou seja, se todas as espécies possuem números similares de indivíduos, a uniformidade da amostra será alta. A uniformidade foi calculada através do Índice de Pielou (Magurran, 1988).

O maior valor de diversidade registrado ocorreu para as estações mais rasas, entre 20 m e 100 m de profundidade. Assim como o Índice de Riqueza de Margalef, o segundo maior valor de diversidade ocorreu para as estações localizadas entre 400 m e 600 m de profundidade. Neste intervalo batimétrico, tanto a riqueza quanto a uniformidade contribuíram para o aumento da diversidade (Figura 23). A diversidade decresceu nas estações localizadas entre 600 m e 1.000 m e obteve um ligeiro aumento entre 1.000 m e 1.800 m, devido à uniformidade das amostras (Figura 23).

Nas estações localizadas entre 400 m e 600 m, foi registrado, de fato, o maior número de espécies exclusivas, ou seja, que não ocorreram nas profundidades inferiores. Isso é evidenciado quando o número acumulado de espécies encontradas é analisado (Figura 21). Como enfatizado anteriormente, a interpretação desses resultados deve ser cautelosa, devido à diferença no esforço amostral entre as profundidades e à utilização de diferentes equipamentos de amostragem.

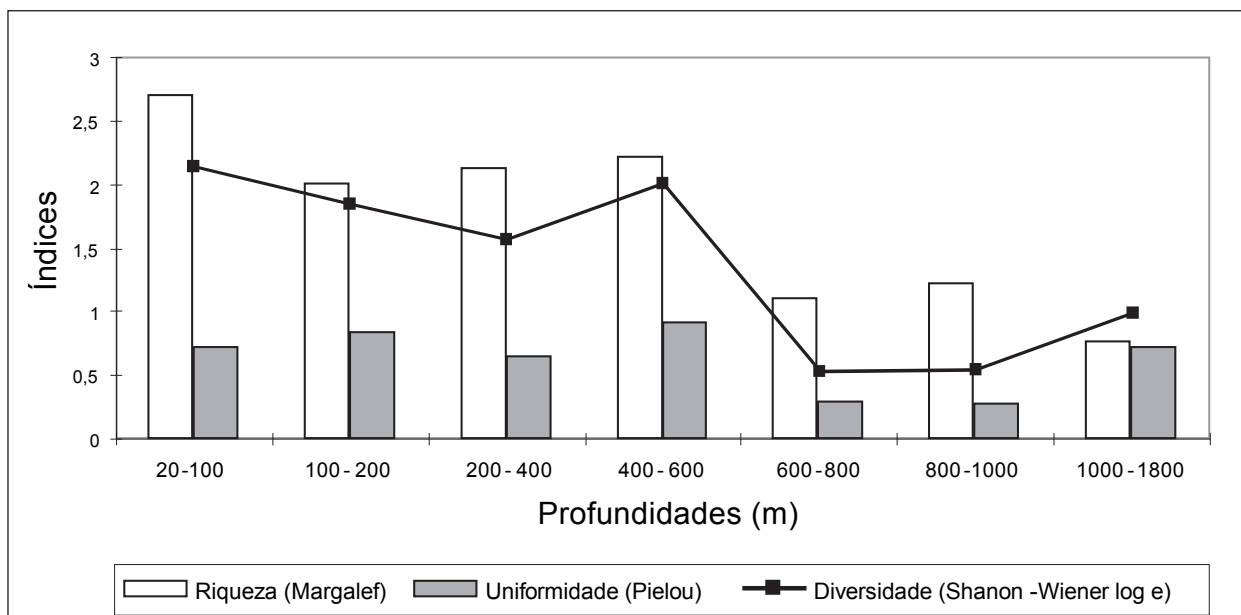


Figura 23: Índices de riqueza (Margalef), uniformidade (Pielou) e diversidade (Shanon-Wiener) das espécies de Echinodermata coletadas nos conjuntos de estações em cada intervalo batimétrico estudado no SCORE Central do Programa REVIZEE.

Apesar das limitações mencionadas para a análise dos dados de riqueza e diversidade de espécies, é relevante mencionar exemplos na costa brasileira e em outras localidades onde ocorreu uma evidente mudança na composição das comunidades em determinadas faixas batimétricas. Sumida e Pires-Vanin (1997) registraram uma mudança na composição da fauna entre as profundidades de 320 m e 500 m no litoral de Ubatuba (SP). Essas mudanças foram relacionadas às maiores taxas de sedimentação na região do talude continental. Bianchi (1992a, 1992b) encontrou resultados semelhantes em uma região de quebra de plataforma continental e no talude no Atlântico Oeste, ao largo de Angola, e na América Central na costa do Pacífico. Colloca *et al.* (2004) registraram maiores abundâncias de peixes e espécies epibênticas da macrofauna (crustáceos e cefalópodes) na região de quebra da plataforma continental (entre 100 m e 200 m de profundidade) do Mar Mediterrâneo. Esses autores também sugerem que o crinóide *Leptometra phalangium* J. Müller, 1841 (Crinoidea, Antedonidae) seja uma espécie indicadora de *habitat* altamente produtivo, de fundo detritico, onde são encontradas várias espécies de peixes e macroinvertebrados, tanto na forma adulta quanto juvenil.

9.2.4. Considerações gerais

Este levantamento da fauna de Echinodermata do Programa REVIZEE/SCORE Central visou contribuir para o conhecimento mais profundo do filo na costa central brasileira, uma das regiões menos conhecidas do nosso litoral (Lana *et al.*, 1996). A lista de espécies e famílias identificadas e as análises dos dados apresentados neste capítulo são, portanto, bastante relevantes, porém também evidenciam a necessidade de um maior esforço amostral e de estudos taxonômicos mais detalhados.

Há problemas taxonômicos gerados pelas expressivas variações morfológicas intra-específicas, especialmente para aquelas espécies que possuem uma ampla distribuição geográfica (Hopkins & Ventura, 2001). A distinção entre morfotipos e o reconhecimento de espécies crípticas ainda são pontos controversos. Um bom exemplo é o gênero *Ophiothrix* (Ophiuroidea: Ophiothrichidae), que possui um alto grau de variação morfológica intra-específica. Por isso, o reconheci-

to de espécies crípticas foi documentado apenas após a utilização de dados moleculares (Baric & Sturmbauer, 1999). Provavelmente, esse gênero está representado por mais de uma espécie na costa central brasileira, visto que a família Ophiothrichidae foi uma das mais abundantes. Há outros exemplos em que a maioria dos caracteres diagnósticos aparece em estados intermediários, como é o caso dos asteróides da família Echinasteridae (Clark & Downey, 1992; Hopkins *et al.*, 2003). Dificuldades semelhantes também são encontradas nas espécies das famílias Amphiuridae (Ophiuroidea) e Ophiurida (Ophiuroidea). Entretanto, deve-se mencionar que os espécimes identificados até o nível de gênero ou espécie, mas que necessitam de confirmação taxonômica, não foram incluídos nas análises aqui apresentadas. Esse é o caso dos gêneros *Ophiomusium*, *Ophiomusidium* e *Ophiomastus* e da espécie *Ophiomusium acuferium* Lyman 1875, todos ofiuróides da família Ophiuridae.

As amostragens sobre fundos biogênicos, principalmente sobre a cadeia submarina Vitória-Trindade, trouxeram fragmentos de algas e corais que necessitam de uma triagem mais detalhada. Provavelmente, o conhecimento da fauna críptica, de pequeno tamanho, associada a esses fragmentos trará registros de novas espécies ou novas ocorrências para nossa costa, evidenciando diferenças entre a composição faunística das cadeias submarinas e do talude adjacente.

Conforme já mencionado, a diferença no esforço amostral entre as regiões e a utilização de diferentes equipamentos para a amostragem limitaram a comparação entre estações e, conseqüentemente, a interpretação mais profunda dos dados de abundância, riqueza e diversidade. Entretanto, deve-se enfatizar que o padrão obtido na costa central brasileira para a mudança da fauna de Echinodermata de acordo com a batimetria também ocorre no Atlântico Norte (Gage, 1986). Essa é uma das regiões mais estudadas do mundo, em relação à fauna profunda (Gage & Tyler, 1991). Em Rockall Trough (Atlântico Nordeste), a mudança na composição faunística de equinodermos ocorre entre 800 m e 1.200 m, especialmente para ofiuróides. Essa rápida mudança ocorre dentro de uma massa d'água distinta, de origem mediterrânea, onde há uma termoclina permanente. As diferenças batimétricas nas zonas de mudanças faunísticas máximas entre localidades devem ocorrer devido às influências das corren-

tes ou outras características oceanográficas locais que promovem instabilidades no ambiente (Gage, 1986).

A utilização da rede de arrasto para amostragem da fauna demersal nas campanhas Pesca-Bahia I e Bahia II proporcionou o novo registro de ocorrência de duas espécies (*Asteronyx loveni* e *Astrodia tenuispina*) da família Asteronychidae (Ophiuroidea). Esse é o primeiro registro também para essa família na costa brasileira. A ausência dessas espécies no levantamento realizado no Score Sul do Programa REVIZEE (Borges *et al.*, 2002) deve-se, provavelmente, à não utilização de rede de arrasto nas amostragens. Portanto, o uso de diferentes equipamentos de coleta promoveu uma captura mais diversificada. Também é importante enfatizar que a rede de arrasto exerce uma captura seletiva dos organismos, dependendo da malha utilizada. Por exemplo, a megafauna de equinodermos ao largo da Noruega é dominada por altas densidades de um holoturóide da família Elpidiidae (*Elpidia glacialis*) de menos de 25 mm de tamanho (Sibuet, 1985). Espécies com tais dimensões não foram capturados pela rede de arrasto utilizada no SCORE Central.

Em resumo, apesar de o conhecimento da fauna de Echinodermata da costa central brasileira ainda ser muito limitado, os dados aqui apresentados fornecem uma fonte inédita de informações, que só foi possível devido ao esforço empregado para a realização do Programa REVIZEE/SCORE Central. Certamente, o conhecimento dessa fauna amostrada ainda não se esgotou. Novas informações serão obtidas na medida em que estudos mais detalhados forem realizados. É importante enfatizar a necessidade do engajamento de novos alunos de pós-graduação e outros profissionais interessados no conhecimento mais profundo da fauna de Echinodermata da costa brasileira.

9.3. Importância econômica do grupo

Além do importante papel ecológico já mencionado e os consequentes custos ambientais e econômicos relacionados ao desequilíbrio das populações, os equinodermos têm uma importância econômica direta, seja como alimento ou como fonte de fármacos, entre outras utilizações na medicina.

Equinóides e holoturóides são bastante explorados para o consumo no Chile, nos EUA, no Canadá, em alguns países europeus (como Espanha e França)

e, especialmente, na Ásia. A pesca e o cultivo controlado em laboratório ou no ambiente geram empregos e divisas para esses países. O crescente consumo de equinóides e o alto preço nos mercados europeus e asiáticos, principalmente, resultaram, na última década, em registros de exploração de 110.000 toneladas por ano dos estoques naturais da Europa e do leste da Ásia (Otero & Kelly, 2002).

No Chile, cerca de 50.000 toneladas do ouriço-do-mar *Loxechinus albus* são pescadas por ano (Stotz, 2004). Apesar da predominância da pesca artesanal, há centros de cultivos de larvas e assentados que fornecem as “sementes” para aquacultores realizarem a engorda dos animais no ambiente, até que estes alcancem o tamanho comercial.

Na costa oeste da América do Norte, do Alaska ao norte do México, a exploração comercial do equinóide *Strongylocentrotus franciscanus* se desenvolveu rapidamente, declinou e se estabilizou em níveis razoáveis nos últimos 30 anos (Dwees, 2004). Nos EUA, durante a década de 1960, os ouriços-do-mar foram considerados uma ameaça à exploração de macrófitas marinhas. O interesse pela pesca de equinóides surgiu dez anos depois, no início da década de 1970. Em 13 anos (de 1972 a 1985), a pesca de ouriços-do-mar cresceu de 3.500 t a 11.200 t por ano. Em 1988, chegou ao máximo da exploração no norte da Califórnia, quando foram pescados cerca de 23.600 t. A produção declinou na década de 1990 e se mantém estável atualmente em torno de 6.400 t (Dwees, 2004).

No Japão, um programa governamental de incentivo ao cultivo de equinóides do gênero *Strongylocentrotus* (principalmente *S. intermedius*) recolonizou recifes naturais com cerca de 67 milhões de juvenis no ano de 2000 (Agatsuma *et al.*, 2004). Esse programa se justifica porque o Japão é um dos maiores consumidores mundiais de gônadas de equinóides, mas seus estoques naturais não suportam a exploração exigida pela demanda. Atualmente, o Japão é um dos principais importadores desse pescado.

Na Espanha (Galícia), a exploração do equinóide *Paracentrotus lividus* se mantém estável nos últimos dez anos, em torno de 500 a 600 toneladas métricas por ano. A maior parte da produção destina-se ao mercado interno, mas o crescente aumento da demanda internacional incentivou os aquacultores a investirem no beneficiamento das gônadas dos equinóides para

atingir novos mercados. Para se ter uma idéia, a produção desse pescado movimentou cerca de 1 milhão de euros em 2002 (Catoira, 2004).

Os holoturóides são explorados principalmente pelos países asiáticos, onde há o maior mercado consumidor. Cerca de 36.000 t de holotúrias foram pescadas em 1996, principalmente no Japão, Coréia, Indonésia, Papua Nova Guiné, Iêmen, Filipinas, entre outros países do Indo-Pacífico (Conan, 2001). A principal espécie explorada é *Stichopus japonicus*, que representa mais de 30% do total pescado em 1996. Alguns países ocidentais exportam holotúrias para o mercado asiático, como é o caso do Chile, Equador, EUA e Canadá.

No Brasil, não há consumo expressivo de equinóides e holoturóides, como descrito para outros países, por questões culturais e também devido à proibição da atividade de coleta desses animais no ambiente pela legislação ambiental e pela inexistência de criadouros comerciais. Atualmente, só são encontradas gônadas de ouriços-do-mar ou algum alimento contendo pedaços de holotúrias nos cardápios de restaurantes sofisticados dos grandes centros urbanos que, provavelmente, importam esses itens (ou os exploram ilegalmente).

Os equinodermos também são utilizados diretamente na pesquisa médica, seja como modelos para a compreensão de processos fisiológicos, seja como fonte de substâncias químicas utilizadas como medicamentos (fármacos). A pesquisa básica na área médica utiliza freqüentemente gametas e outras células de equinóides. Por exemplo, os receptores de membrana relacionados com um tipo de disenteria (doença intestinal humana) foram primeiramente isolados de espermatozóides de um ouriço-do-mar. Substâncias importantes nos processos fisiológicos humanos foram identificadas pela primeira vez em óvulos de equinóides, como o liberador de íons de cálcio (ADP cíclico), importante no funcionamento do pâncreas. Outro bom exemplo é a proteína da membrana de espermatozóides de ouriços-do-mar, responsável pela fertilização dos óvulos (união entre os gametas). Até o momento, essa proteína é a única reconhecida como homóloga à policistina humana. Mutações na policistina humana causam uma doença renal degenerativa relativamente comum, chamada "rim policístico". Nos equinóides, essa proteína controla a atividade dos canais de íons na membrana celular. Por analogia, acredita-se que

uma falha na regulação do transporte de íons pode ser a causa básica para essa doença nos seres humanos.

Compostos químicos (polissacarídeos sulfatados) retirados da parede corporal de holotúrias agem como eficientes anticoagulantes. Esses compostos são importantes no tratamento de doenças cardiovasculares, principalmente depois de infartos, pois evitam o bloqueio da circulação sanguínea (Mourão *et al.*, 1998). Essas substâncias são semelhantes à heparina tradicional, que é formada por compostos extraídos de pulmões e intestinos de suínos e bovinos. As vantagens do anticoagulante extraído das holotúrias sobre a heparina tradicional são os menores riscos de contaminação e efeitos colaterais. Outra grande vantagem é que esse estudo vem sendo realizado pelo grupo de pesquisadores brasileiros, liderado pelo professor Dr. Paulo A. S. Mourão, da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Outro exemplo interessante é a atividade antiviral de pigmentos extraídos do corpo do crinóide *Gymnocrinus richeri* (Cyrtocrinida: Cyrtocrinidae). As substâncias isoladas, chamadas gimnocromo D e isogimnocromo D, inibiram eficientemente a atividade do vírus da dengue, sem causar prejuízos às células hospedeiras (Laille *et al.*, 1998). Esse crinóide foi encontrado durante o levantamento faunístico realizado nas cadeias submarinas da Nova Caledônia e é considerado primitivo (Cohen *et al.*, 2004). *Gymnocrinus richeri* é reconhecido como um "fóssil vivo", pois é um dos poucos representantes atuais do gênero e possui muitas características morfológicas dos ancestrais fósseis.

Os equinodermos também são fontes de substâncias inibidoras da incrustação biológica. Extratos do ofiuróide *Astrocyclus caecilia* e dos asteróides *Luidia clathrata* e *Astropecten articulatus* têm efeitos significativos como antiincrustantes sobre esporos da alga parda *Hincksia irregularis*, mesmo em concentrações três vezes menores do que aquelas encontradas naturalmente na parede corporal desses animais (Iken *et al.*, 2003).

Os exemplos mencionados acima evidenciam a relevância econômica dos Echinodermata. A utilização direta dos espécimes como alimento ou como fontes de fármacos e substâncias antiincrustantes gera empregos e divisas em diversos segmentos da economia. Portanto, o levantamento da biodiversidade desse grupo em regiões pouco conhecidas é fundamental para o avanço em várias áreas do conhecimento.

9.4. Referências bibliográficas

- AGATSUMA, Y.; SAKAY, Y.; ANDREW, N. L. 2004. Enhancement of Japan's sea urchin fisheries. In: LAWRENCE, J. M.; GUZMÁN, O. (Ed.). *Sea urchins, fisheries and ecology*. Lancaster: DEStec Publications. p. 18-36.
- ALBUQUERQUE, M. N. 1986. *Ophiuroidea Gray, 1840 (Echinodermata) da plataforma continental do Norte e Nordeste do Brasil*. Tese (Doutorado em Zoologia) – Instituto de Biociências, USP, São Paulo. 393 p.
- ALBUQUERQUE, M. N. 1991. Ophiuroidea (Echinodermata) ao longo do Brasil-Banco dos Abrolhos, cadeia submarina. Vitória – Trindade e Plataforma Continental adjacente. *Boletim do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, n.353, 30 p.
- ALVES, S. L. S.; PEREIRA, A. D.; VENTURA, C. R. R. 2002. Sexual and asexual reproduction of *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816) from Rio de Janeiro, Brazil. *Marine Biology*, Berlin, v. 140, p. 95-101.
- AMÉZIANE N.; ROUX, M. 1997. Biodiversity and historical biogeography of stalked crinoids (Echinodermata) in the deep sea. *Biodiversity Conservation*, New York, v. 6, p. 1557-1570.
- AUEMHEIMER, C.; CHINCHON, S. 1997. Calcareous skeletons of sea urchins as indicators of heavy metals pollution. Portman Bay, Spain. *Environmental Geology*, New York, v. 29, n.1/2, p. 78-83.
- AUSICH, W. I.; KAMMER, T. W. 2001. The study of crinoids during the 20th century and the challenges of the 21st century. *Journal of Paleontology*, Iowa City, v. 75, p. 1161-1173.
- AVILA-PIRES, T. C. S. 1983. Contribuição ao estudo do gênero *Echinaster* Müller & Troschel, 1840 (Echinodermata, Asteroidea) no litoral brasileiro. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 55, n. 4, p. 431-448.
- BAKER, A. N.; ROWE, F. W. E.; CLARK, H. E. S. 1986. A new class of Echinodermata from New Zealand. *Nature*, London, v. 321, p. 862-864.
- BARIC, S.; STURMBAUER, C. 1999. Ecological parallelism and cryptic species in the genus *Ophiothrix* derived from mitochondrial DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, San Diego, v. 11, n. 1, p. 157-162.
- BATHER, F. A. 1900. The Echinodermata. In: LANKESTER, E. R. (Ed.). *A treatise on zoology*, part 3. London: A. & C. Black Ed.
- BIANCHI, G. 1992a. Demersal assemblages of the continental shelf and upper slope of Angola. *Marine Ecology Progress Series*, Oldendorf/Luhe, v. 81, p. 101-120.
- BIANCHI, G. 1992b. Study of the demersal assemblages of the continental shelf and upper slope off Congo and Gabon, based on the trawl surveys of the RV 'Dr. Fridtjof Nansen'. *Marine Ecology Progress Series*, Oldendorf/Luhe, v. 85, p. 9-23.
- BIERMANN, C. H. 1998. The molecular evolution of sperm bindin in six species of sea urchins (Echinoida: Strongylocentrotidae). *Molecular Biology and Evolution*, Oxford, v. 15, p. 1761-1771.
- BLAKE, D. B. 1987. A classification and phylogeny of post-Palaeozoic sea stars (Asteroidea: Echinodermata). *Journal of Natural History*, London, v. 21, p. 481-528.
- BLAKE, D. B. 1988. Paxilloisidans are not primitive asteroids: A hypothesis based on functional considerations. In: BURKE, R. D.; MLADENOV, P. V.; LAMBERT, P.; PARSELEY, R. L. (Ed.). *Echinoderm biology*. Rotterdam: Balkema Publishers, p. 309-314.
- BLAKE, D. B. 1989. Asteroidea: functional morphology, classification and phylogeny. In: Jangoux, M.; Lawrence, J. M. (Ed.). *Echinoderm studies*. Rotterdam: Balkema Publishers. v. 3., p. 179-233.
- BORGES, M.; MONTEIRO, A. M. G.; AMARAL, A. C. Z. 2002. Taxonomy of Ophiuroidea (Echinodermata) from the Continental Shelf and Slope of the Southern and Southeastern Brazilian Coast. *Biota Neotropica*, São Paulo, v. 2, n. 2, 2002. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v2n2/pt/abstract?article+BN02302022002>>. Acesso em: 18 out. 2004.
- BÖTTGER, S. A.; MCCLINTOCK, J. B. 2002. Effects of inorganic and organic phosphate exposure on aspects of reproduction in the common sea urchin *Lytechinus variegatus* (Echinodermata: Echinoidea). *Journal of Experimental Zoology*, New Haven, v. 292, p. 660-671.
- BRITO, I. M. 1959. Sobre uma nova *Clypeaster* do Brasil. *Avulsos Centro Estudos Zoológicos Faculdade de Filosofia Universidade do Brasil*, Rio de Janeiro, n. 1, 8 p.
- BRITO, I. M. 1960a. Clipeasteróides do Rio de Janeiro. *Avulsos Centro Estudos Zoológicos Faculdade de Filosofia Universidade do Brasil*, Rio de Janeiro, n. 3, 10 p., 3 est.
- BRITO, I. M. 1960b. Os Equinóideos regulares do litoral do Rio de Janeiro. *Avulsos Centro Estudos Zoológicos Faculdade de Filosofia Universidade do Brasil*, Rio de Janeiro, n. 4, 8 p., 2 est.
- BRITO, I. M. 1960c. Asteróides dos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo. Parte 1-Forcipulata e Phanerozonia. *Avulsos Centro Estudos Zoológicos Faculdade de Filosofia Universidade do Brasil*, Rio de Janeiro, n. 5, 13 p., 3 est.
- BRITO, I. M. 1960d. Os Ofiuróideos do Rio de Janeiro. Parte I. Ophiothrichidae, Ophiochitonidae e Ophiactidae. *Avulsos Centro Estudos Zoológicos Faculdade de Filosofia Universidade do Brasil*, Rio de Janeiro, n. 6, p. 1-4.
- BRITO, I. M. 1960e. Holoturóides do Rio de Janeiro. Parte I. Aspidochirota e Apoda. *Avulsos Centro Estudos Zoológicos Faculdade de Filosofia Universidade do Brasil*, Rio de Janeiro, n. 7, 8 p., 2 est.
- BRITO, I. M. 1962. Ensaio de catálogo dos Echinodermata do Brasil. *Avulsos Centro Estudos Zoológicos Faculdade de Filosofia Universidade do Brasil*, Rio de Janeiro, n. 13, 11 p., 3 est.

- BRITO, I. M. 1968. Asteróides e Equinóideos do Estado da Guanabara e adjacências. *Boletim do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, n. 260, 57 p., 15 est.
- BRITO, I. M. 1971. Contribuição ao conhecimento dos Equinodermos da Ilha da Trindade, Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, n. 54, p. 261-265.
- BRITO, I. M. 1979. Clipeasteróides Cenozóicos do Brasil (Echinodermata, Echinoidea). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 51, n. 4, p. 729-740.
- BRITO, I. M. 1982. A ocorrência de *Clypeaster durandi* Cherbonnier no Brasil (Echinoidea, Clypeasteroidea). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 54, n. 2, p. 365-368.
- BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. 2003. *Invertebrates*. 2nd ed. Sunderland: Sinauer. 935 p.
- CAMERON, R. A.; MAHAIRAS, G.; RAST, J. P.; MARTINEZ, P.; BIONDI, T. R.; SWARTZELL, S.; WALLACE, J. C.; POUSTKA, A. J.; LIVINGSTON, B. T.; WRAY, G. A.; ETTENSOHN, C. A.; LEHRACH, H.; BRITTEN, R. J.; DAVIDSON, E. H.; HOOD, L. 2000. A sea urchin genome project: Sequence scan, virtual map, and additional resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington, v. 97, n. 17, p. 9514-9518.
- CARVALHO, A. L. P. S.; VENTURA, C. R. R. 2002. The reproductive cycle of *Asterina stellifera* (Möbius) (Echinodermata: Asteroidea) in the Cabo Frio region, southeastern Brazil. *Marine Biology*, Berlin, v. 141, p. 947-954.
- CASTRO, C. B.; ECHEVERRIA, C. A.; PIRES, D. O.; MASCARENHAS, B. J. A.; FREITAS, S. G. 1995. Distribuição de Cnidaria e Echinodermata no infralitoral de costões rochosos de Arraial do Cabo, R.J. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 55, n. 3, p. 471-480.
- CATOIRA, J. L. 2004. History and current state of sea urchin *Paracentrotus lividus* Lamarck, 1816, fisheries in Galicia, NW Spain. In: LAWRENCE, J. M.; GUZMÁN, O. (Ed.). *Sea urchins, fisheries and ecology*. Lancaster: DEStec Publications. p. 64-73.
- CLARK, H. L. 1901. The Echinoderms of Porto Rico. *Bulletin of United States Fisheries Commerce*, Miami, v. 20, n. 2, p. 233-236.
- CLARK, H. L. 1907. The apodous holothurians. *Smithsonian Contribution to Knowledge*, Washington, v. 35, n. 1723, 231 p.
- CLARK, H. L. 1914. Growth-changes in brittle stars. *Papers from the Tortugas Laboratory*, Washington, v. 5, p. 93-126. Carnegie Inst., Washington, Dep. Marine Biology.
- CLARK, H. L. 1915. Catalogue of recent ophiurans. *Memoirs of Museum of Comparative Zoology of Harvard University*, Cambridge, v. 25, n. 4, p. 165-376, 30 est.
- CLARK, H. L. 1922. The Holothurians of the genus *Stichopus*. *Bulletin of Museum of Comparative Zoology of Harvard University*, Cambridge, v. 65, n. 3, p. 39-74.
- CLARK, H. L. 1924. The holothurians of the Museum of Comparative Zoology: the Synaptinae. *Bulletin of Museum Comparative Zoology of Harvard University*, Cambridge, v. 5, n. 1, p. 459-501, 12 pls.
- CLARK, H. L. 1933. A handbook of the littoral echinoderms of Porto Rico and the other West Indies islands. *Scientific Survey of Porto Rico and the Virgin Island*, New York, v. 16, n. 1, p. 147, 3 est.
- CLARK, H. L. 1940. A revision of the keyhole urchins (*Mellita*). *Proceedings of United States Natural Museum*, Washington, v. 89, n. 3099, p. 435-444.
- CLARK, H. L. 1941 Report on the scientific results of the Atlantis Expedition to the West Indies, under the joint supervision of the University of Havana and Harvard University. *Memórias de la Sociedad Cubana de Historia Natural Felipe Poey. 1*, Habana.
- CLARK, A. M. 1970. Notes on the family Amphiruridae. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology*, London, v. 19, p. 5-89.
- CLARK, A. M.; DOWNEY, M. E. 1992. *Starfishes of the Atlantic*. London: Chapman & Hall Editors. 794 p.
- COHEN, B. L.; AMÉZIANE, N.; ELEUME, M.; FORGES, B. R. 2004. Crinoid phylogeny: a preliminary analysis (Echinodermata: Crinoidea). *Marine Biology*, Berlin, v. 144, p. 605-617.
- COLLOCA, F.; CARPENTIERI, P.; BALESTRI, E.; ARDIZZONE, G. D. 2004. A critical habitat for Mediterranean fish resources: shelf-break areas with *Leptometra phalangium* (Echinodermata: Crinoidea). *Marine Biology*, Berlin, v. 145, p. 1129-1142.
- CONAN, C. 2001. Overview of sea cucumber fisheries over the last decade - What possibilities for a durable management? In: BARKER, M. (Ed.). *Echinoderms, 2000*. Lisse: Swets & Zeitlinger. p. 339-344.
- DEBENHAM, P.; BRZEZINSKI, M. A.; FOLTZ, K. R. 2000. Evaluation of sequence variation and selection in the bindin locus of the red sea urchin, *Strongylocentrotus franciscanus*. *Journal of Molecular Evolution*, New York, v. 51, p. 481-490.
- DWEES, C. M. 2004. Sea urchin fisheries: a Californian perspective. In: LAWRENCE, J. M.; GUZMÁN, O. (Ed.). *Sea urchins, fisheries and ecology*. Lancaster: DEStec Publications. p. 37-55.
- EDMUNDS, P. J.; CARPENTER, R. 2001. Recovery of *Diadema antillarum* reduces macroalgal cover and increases abundance of juvenile corals on a Caribbean reef. *Proceedings of the American Academy of Science*, Washington, v. 98, n. 9, p. 5067-5071.
- ERNST, S. G. 1997. A century of sea urchin development. *American Zoologist*, Seattle, v. 37, n. 3, p. 250-259.
- FELL, H. B. 1963. The phylogeny of sea stars. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Série B*, London, v. 246, n. 735, p. 381-485.

- FISHER, W. K. 1911. Asteroidea of the North Pacific and Adjacent Waters. 1. Phaerozonia and Spinulosa. *Bulletin of United States Natural Museum*, Washington, v. 76, n. 1, p. 419, 122 pls.
- FISHER, W. K. 1919. Starfishes of the Philippine Seas and adjacent Waters. *Bulletin of United States Natural Museum*, Washington, v. 100, n. 3, 713 p., 155 est.
- FISHER, W. K. 1928. Asteroidea of the North Pacific and Adjacent Waters. Part 2. Forcipulata. *Smithsonian Institute of United States Natural Museum Bulletin*, Washington, v. 76, 245 p., 70 est.
- FISHER, W. K. 1940. Asteroidea. *Discovery Reports*, Cambridge, v. 20, p. 69-306, 23 figs.
- FREIRE, C. A.; SANTOS, P. J. P.; FONTOURA, N. F.; MAGALHÃES, R. A. O.; GROHMANN, P. A. 1992. Growth and spatial distribution of *Cassidulus mitis* (Echinodermata: Echinoidea) on a sand beach in south-eastern Brazil. *Marine Biology*, Berlin, v. 112, p. 625-630.
- GAGE, J. D. 1986. The benthic fauna of the Rockall Trough: regional distribution and bathymetric zonation. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh Section B*, Edinburgh, v. 88, p. 159-174.
- GAGE, J. D.; TYLER, P. A. 1991. *Deep-Sea Biology: A natural history of organisms at the deep-sea floor*. Cambridge: Cambridge University Press 504 p.
- GALE, A. S. 1987. Phylogeny and classification of the Asteroidea. *Zoological Journal of the Linnean Society*, London, v. 89, p. 107-132.
- GEYER, L. B.; PALUMBI, S. R. 2003. Reproductive character displacement and the genetics of gamete recognition in tropical sea urchins. *Evolution*, Lawrence, v. 57, p. 1049-1060.
- GIESE, A. C.; PEARSE, J. S.; PEARSE, V. B. (Ed.). 1991. *Reproduction of marine invertebrates*, v. VI, Echinoderms and Lophophorates. Pacific Grove: The Boxwood Press.
- GUERRAZZI, M. C. 1999. *Padrões populacionais e ecologia de forrageamento de Echinaster brasiliensis Müller & Troschel (Echinodermata: Asteroidea) no canal de São Sebastião, SP*. 77 p. Tese (Doutorado em Zoologia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- GUILLOU, M.; QUINIOU, F.; HUART, B.; PAGANO, G. 2000. Comparison of embryonic development and metal contamination in several populations of thesea urchin *Sphaerechinus granularis* (Lamarck) exposed to anthropogenic pollution. *Archives of Contamination and Toxicology*, New York, v. 39, p. 337-344.
- HADEL, V. F. 1997. *Reprodução e comportamento de Chiridota rotifera (Echinodermata. Holothuroidea) em laboratório*. 175 p. Tese (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociências, USP, São Paulo.
- HADEL, V. F.; MONTEIRO, A. M. G.; DITADI, A. S. F.; TIAGO, C. G.; TOMMASI, L. R. 1999. Echinodermata. In: Migotto, A. C.; Tiago, C. G. (Ed.). *Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX*, 3: Invertebrados Marinhos. São Paulo: FAPESP. p. 260-271.
- HENDLER, G.; MILLER, J. E.; PAWSON, D. L.; KIER, P. M. 1995. *Sea stars, sea urchins and allies: echinoderms of Florida and the Caribbean*. Washington: Smithsonian Institution Press. 390 p.
- HINMAN, V. F.; NGUYEN, A. T.; CAMERON, R. A.; DAVIDSON, E. H. 2003. Developmental gene regulatory network architecture across 500 million years of echinoderm evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington, v. 100, n. 23, p. 13356-13361.
- HOLME, N. A.; MCINTYRE, A. D. 1984. *Methods for the study of marine benthos*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- HOPKINS, T. S.; VENTURA, C. R. R. 2001. The many facies of *Encope emarginata* (Leske). In: BARKER, M. (Ed.). *Echinoderms 2000*. Lisse: Swets & Zeitlinger. p. 246-251.
- HOPKINS, T. S.; FONTANELLA, F. M.; VENTURA, C. R. R. 2003. Morphological diagnosis of three Brazilian sea stars of the genus *Echinaster* (sub-genus *Othilia*). In: FÉRAL, J-P.; DAVID, B. (Ed.). *Echinodem Research 2001*. Lisse: Sweets & Zeitlinger. p. 97-103.
- HOWELL, K. L.; POND, D. W.; BILLET, D. S. M.; TYLER, P. A. 2003. Feeding ecology of deep-sea seastars (Echinodermata: Asteroidea): a fatty-acid biomarker approach. *Marine Ecology Progress Series*, Oldendorf/Luhe, v. 255, p. 193-206.
- HUDSON, I. R.; POND, D. W.; BILLET, D. S. M.; TYLER, P. A.; LAMPITT, R. S.; WOLFF, G. A. 2004. Temporal variations in fatty acid composition of deep-sea holothurians: evidence of benthic-pelagic coupling. *Marine Ecology Progress Series*, Oldendorf/Luhe, v. 281, p. 109-120.
- HYMAN, L. H. 1955. *The Invertebrates: Echinodermata – The coelomate Bilateria*. New York: McGraw, 763 p.
- IKEN, K.; GREER, S. P.; AMSLER, C. D.; McCLINTOCK, J. B. 2003. A new antifouling bioassay monitoring brown algal spore swimming behaviour in the presence of echinoderm extracts. *Biofouling*, Buckingham, v. 19, n. 5, p. 327-334.
- JANGOUX, M.; LAWRENCE, J. M. (Ed.). 1982. *Echinoderm Nutrition*. Rotterdam: Balkema Publishers. 654 p.
- JANGOUX, M.; LAWRENCE, J. M. (Ed.). 1983. *Echinoderm studies*. Rotterdam: Balkema Publishers. v. 1, 204 p.
- JANGOUX, M.; LAWRENCE, J. M. (Ed.). 1987. *Echinoderm studies*. Rotterdam: Balkema Publishers. v. 2, 320 p.
- JANGOUX, M.; LAWRENCE, J. M. (Ed.). 1989. *Echinoderm studies*. Rotterdam: Balkema Publishers. v. 3, 396 p.
- JANGOUX, M.; LAWRENCE, J. M. (Ed.). 1993. *Echinoderm studies*. Rotterdam: Balkema Publishers. v. 4, 376 p.

- JANGOUX, M.; LAWRENCE, J. M. (Ed.). 1996. *Echinoderm studies*. Rotterdam: Balkema Publishers. v. 5, 250 p.
- JANGOUX, M.; LAWRENCE, J. M. (Ed.). 2001. *Echinoderm studies*. Rotterdam: Balkema Publishers. v. 6, 346 p.
- JANIES, D.; MOOI, R. 1999. *Xyloplax* is an asteroid. In: Carnevali and, M. C.; Bonasoro, F. (Ed.). *Echinoderm Research 1998*. Rotterdam: Balkema Publishers.
- JEFFERIES, R.P.S. 1988. How to characterize the Echinodermata - some implications of the sister group relationship between echinoderms and chordates. In: PAUL, C. R. C.; SMITH, A. B. (Ed.). *Echinoderm phylogeny and evolutionary biology*. Current geological concepts. 1. Oxford: Oxford Science Publ.; Clarendon Press. p. 3-12.
- JUNQUEIRA, A. O. R. 1998. *Biologia populacional de Lytechinus variegatus (Lamarck, 1816) em habitats contrastantes do litoral do Rio de Janeiro, Brasil*. 154 p. Tese (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- KNOTT, K. E.; WRAY, G. A. 2000. Controversy and consensus in asteroid systematics: new insights to original and familial relationships. *American Zoologist*, Seattle, v. 40, p. 382-392.
- KOEHLER, R. 1907. Révision de la collection des Ophiures du Museum d'Histoire naturelle de Paris. *Bulletin Scientifique de la France et de la Belgique*, Paris, v. 41, p. 279-351.
- KOEHLER, R. 1908. Asteries, Ophiures et Echinides de l'Expedition Antarctic Ecosaise. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, Edinburg, v. 46, p. 529-649.
- KOEHLER, R. 1913. Ophiures. *Zoologische Jahrbücher Supplement*, v. 2, n. 3, p. 351-380.
- KOEHLER, R. 1914. A contribution to the study of Ophiurans of the United States. *National Museum Bulletin of United States Natural Museum*, Washington, v. 84, 173 p., 18 pls.
- KREBS, C. J. 1989. *Ecological methodology*. New York: Harper & Row. 654 p.
- LAFAY, B.; SMITH, A. B.; CHRISTEN, R. 1995. A combined morphological and molecular approach to the phylogeny of asteroids (Asteroidea: Echinodermata). *Systematic Biology*, London, v. 44, p. 190-208.
- LAILLE, M.; GERALD, F.; DEBITUS, C. 1998. In vitro antiviral activity on dengue virus of marine natural products. *CMLS, Cellular and Molecular Life Sciences*, Basel, v. 54, p. 167-170.
- LANA, P. C.; CAMARGO, M. G.; BROGIM, R. A.; ISAAC, V. J. 1996. *O bentos da costa brasileira*. Avaliação crítica e levantamento bibliográfico (1858-1996). Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva – REVIZEE. Rio de Janeiro: FEMAR.
- LAWRENCE, J. M. 1987. Functional biology of echinoderms. London: Croom Helm Ltd. 340 p.
- LAWRENCE, J. M. (Ed.). 2001. *Edible sea urchins: biology and ecology*. Amsterdam: Elsevier. 419 p.
- LAWRENCE, J. M.; GUZMÁN, O. (Ed.). 2004. *Sea urchins, fisheries and ecology*. Proceedings of the International Conference on Sea-urchin Fisheries and Aquaculture. Lancaster: DEStec Publications. 402 p.
- LESSIOS, H. A. 1988. Population dynamics of *Diadema antillarum* (Echinodermata: Echinoidea) following mass mortality in Panama. *Marine Biology*, Berlin, v. 99, p. 515-526.
- LESSIOS, H. A. 1995. *Diadema antillarum* 10 years after mass mortality: still rare, despite help from a competitor. *Proceedings of the Royal Society of London*, London, v. 259, p. 331-337.
- LESSIOS, H. A.; ROBERTSON, D. R.; CUBT, J. D. 1984. Spread of *Diadema* mass mortality through the Caribbean. *Science*, New York, v. 226, p. 335-337.
- LITTLEWOOD, D. T. J. 1995. Echinoderm class relationships revisited. In: EMSON, R. H.; SMITH, A. B.; CAMPBELL, A. C. (Ed.). *Echinoderm research 1995*. Rotterdam: Balkema Publishers. p. 19-28.
- LITTLEWOOD, D. T. J.; SMITH, A. B.; CLOUGH, K. A.; EMSON, R. H. 1997. The interrelationships of the echinoderm classes: morphological and molecular evidence. *Biological Journal of the Linnean Society*, London, v. 61, p. 409-438.
- LITTLEWOOD, D. T. J.; SMITH, A. B.; CLOUGH, K. A.; EMSON, R. H. 1998. Five classes of echinoderm and one school of thought. In: MOOI, R.; TELFORD, M. (Ed.). *Echinoderms*. San Francisco. Rotterdam: Balkema Publishers. p. 47-50.
- LJUNGMAN, A. V. 1867a. Ophiuroidea viventia hue usque cognita. *Ofvers. K. Vetensk. Akad. Forh. Stockh.*, Stockholm, v. 4, p. 303-336.
- LJUNGMAN, A. V. 1867b. Ona nagra nya arter Ophiurider. *Ofvers. K. Vetensk. Akad. Forh. Stockh.*, Stockholm, v. 4, p. 163-166.
- LJUNGMAN, A. V. 1870. On tyanne nya arter Ophiurider. *Ofvers. K. Vetensk. Akad. Forh.*, Stockholm, v. 27, p. 471-475.
- LJUNGMAN, A. V. 1871. Förteckning Ofver uti Vestindien af Dr. Gões samt under Korvetten Jocefinas expedition in Atlantiska oceanen samlade Ophiurider. *Ofvers. K. Vetensk. Akad. Forh. Stockh.*, Stockholm, v. 28, p. 615-658.
- LYMAN, T. 1865. Ophiuridae and Astrophytidae. III. *Catalogue of Museum of Comparative Zoology at Harvard College*, Cambridge, v. 1, 200 p.
- LYMAN, T. 1875. Ophiuridae and Astrophytidae-Zoological Results of the Hassler Expedition. III. *Catalogue of Museum of Comparative Zoology at Harvard College*, Cambridge, v. 8, 34 p.

- LYMAN, T. 1878. Ophiuridae and Astrophytidae of the Exploring Voyage of H.M.S. Challenger. *Bulletin of Museum Comparative Zoology of Harvard University*, Cambridge, v. 5, p. 65-168.
- LYMAN, T. 1882. Report on the Ophiuroidea. *Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. "Challenger" during the Years 1873-76*, Zoology, v. 5, n. 1, p. 1-386.
- MACCORD, F. S.; DUARTE, L. F. L. 2002. Dispersion in population of *Tropiometra carinata* in the São Sebastião Channel, São Paulo State, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, San Diego, v. 54, n. 2, p. 219-225.
- MACCORD, F. S.; VENTURA, C. R. R. 2004. Reproductive cycle of the endemic cassiduloid *Cassidulus mitis* (Echinoidea: Cassiduloidea) on the Brazilian coast. *Marine Biology*, Berlin, v. 145, p. 603-612.
- MAGURRAN, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. London: Croom Helm.
- MAGURRAN, A. E. 2003. *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Publishing.
- MANSO, C. L. de. 1988a. Ophiuroidea: situação pré-operacional nos sacos de Piraquara, região sob influência da descarga da central nuclear Almirante Alvaro Alberto (CNAEA). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 1, p. 75-82.
- MANSO, C. L. de. 1988b. Sobre a ocorrência de *Ophiophragmus intricata* Lütken, 1869 e *Ophiophragmus brachyatis* H. L. Clark, 1915 no Brasil (Echinodermata Ophiuroidea, Amphiuroidae). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 4, p. 965-968.
- MANSO, C. L. de. 1988c. Sobre a ocorrência de *Amphilepis sanmatiensis* Bernasconi e D'Agostino, 1975 na Costa Sul do Brasil (Echinodermata: Ophiuroidea). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 371-373.
- MANSO, C. L. de. 1988d. Uma nova espécie de *Ophiactis* (Echinodermata: Stellerioidea) da Costa Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 375-379.
- MANSO, C. L. de. 1988e. Ofiuróides da plataforma continental brasileira. Parte I: Rio de Janeiro (Echinodermata, Ophiuroidea). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 4, p. 845-850.
- MANSO, C. L. de. 1989. Os Echinodermata da plataforma interna entre Cabo Frio e Saquarema, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 49, n. 2, p. 355-359.
- MANSO, C. L. de. 1993. Ofiuróides da plataforma continental brasileira. Parte II: Norte do Estado do Rio de Janeiro, Estado do Espírito Santo, Sul do Estado da Bahia e Bancos Royal Charlotte, Hostpur e Davis (Echinodermata: Ophiuroidea). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 53, n. 2, p. 189-195.
- MAYR, E. 1954. Geographical speciation in tropical echinoids. *Evolution*, Lawrence, v. 8, n. 1, p. 1-18.
- METZ, E. C.; PALUMBI, S. R. 1996. Positive selection and sequence rearrangements generate extensive polymorphism in the gamete recognition protein bindin. *Molecular Biology and Evolution*, Oxford, v. 13, p. 397-406.
- MONTEIRO, A. M. G. 1987. *Ophiuroidea (Echinodermata) da região de Ubatuba (SP)-aspectos morfológicos e ecológicos*. 166 p. Tese (Doutoramento em Oceanografia Biológica) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MONTEIRO, A. M. G.; PARDO, E. V. 1994. Dieta alimentar de *Astropecten marginatus* e *Luidia senegalensis* (Echinodermata: Asteroidea). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 54, n. 1, p. 49-54.
- MONTEIRO, M. G.; REIS, M. de O.; PARDO, E. V. 1992. Morfologia comparada e distribuição batimétrica de duas espécies de Ophiuroidea na região costeira de Ubatuba. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, v. 40, n. 1-2, p. 39-53.
- MOORE, R. C. (Ed.). 1966a. *Treatise on Invertebrates Paleontology*. (S). Echinodermata. New York: Geological Society of America; University of Kansas Press. v. 1, n. 1, p. 1-296.
- MOORE, R. C. (Ed.). 1966b. *Treatise on Invertebrates Paleontology*. (U). Echinodermata. New York: Geological Society of America; University of Kansas Press. v. 3, n. 1, p. 367-695.
- MOORE, R. C. (Ed.). 1967. *Treatise on Invertebrates Paleontology*. (S). Echinodermata. New York: Geological Society of America; University of Kansas Press. v. 1, n. 2, p. 298-650.
- MOORE, R. C. (Ed.). 1978. *Treatise on Invertebrates Paleontology*. (T). Echinodermata. New York: Geological Society of America; University of Kansas Press. v. 2, n. 2, p. 403-812.
- MORTENSEN, TH. 1928. *A Monograph of the Echinoidea*. I. Cidaroida. Copenhagen: C. A. Reitzel Publisher. 551 p. 173 figs. Atlas, 80 est.
- MORTENSEN, TH. 1933a. Echinoidea. *Danish Ingolf-Expedition*, v. IV, n. 8, 121 p., 1935. A Monograph of the Echinoidea II. Bothriocidaroida, Melonechinoida, Lepidocentroida, and Stirodonta. 647p. 377 figs. Atlas, 90 est. Copenhagen. C. A. Reitzel Publisher.
- MORTENSEN, TH. 1933b. The Echinoderms of St. Helena. *Viden Medd. Dansk naturh. For. Kjb.*, v. 93, p. 401-472.
- MORTENSEN, TH. 1933c. Studies of Indo-Pacific Euryalids. *Viden Medd. Dansk naturh. For. Kjb.*, v. 93, p. 1-75.
- MORTENSEN, TH. 1940. Echinoidea. *Danish Ingolf-Expedition*, v. IV, n. 8, 121 p., 1935. A Monograph of the Echinoidea. III. 1. Audolonta-370p., 321 figs. Atlas, 77 est.
- MORTENSEN, TH. 1943a. Idem III. 2. Camarodonta. I. 553p., 321 figs. Atlas, 56 est.

- MORTENSEN, TH. 1943b. Idem III. 3. Camarodonta. II. 446p., 215 figs. Atlas, 66 est.
- MORTENSEN, TH. 1948a. Idem IV. 1. Holectypoida and Cassiduloidea. 371p., 326 figs., 14 est.
- MORTENSEN, TH. 1948b. Idem IV. 2. Clypeastroidea, 471p., 258 figs. Atlas, 72 est.
- MORTENSEN, TH. 1950. Idem V. 1. Spatangoida. I. 432p., 315 figs. 25 est.
- MORTENSEN, TH. 1951a. Idem V. 2. Spatangoida II. Amphisternata. II. Spatangidae, Loveniidae, Pericosmidae, Schizasteridae, Brissidae. 593p., 286 figs. Atlas, 64 est.
- MORTENSEN, TH. 1951b. Idem. Index to vols. I-V, 63p.
- MORTENSEN, TH. 1956. Echinoidea and Ophiuroidea. *Discovery Report*, Cambridge. v. 12, p. 199-348.
- MOTOKAWA, T. 1988. Catch connective tissue: a key character for echinoderms' success. In: BURKE, R. D.; MLADENOV, M. V.; LAMBERT, P.; PARSLEY, R. L. (Ed.). *Echinoderm biology*. Rotterdam: Balkema Publishers. p. 39-54.
- MOTOKAWA, T.; TSUCHI, A. 2003. Dynamic mechanical properties of body-wall dermis in various mechanical states and their implications for the behavior of sea cucumbers. *Biological Bulletin*, Stanford, v. 205, p. 261-275.
- MOURÃO, P. A. S.; GUIMARÃES, M. A. M.; MULLOY, B.; THOMAS, S.; GRAY, E. 1998. Antithrombotic activity of a fucosylated chondroitin sulphate from echinoderm: sulphated fucose branches on the polysaccharide account for its antithrombotic action. *British Journal of Hematology*, London, v. 101, p. 647-652.
- MÜLLER, F. 1899. Beobachtungern uber die Meeresfauna der Kuste von. Santa Catarina. *Rev. Mus. Paulista*, v. 3, p. 31-40.
- NAKANO, H.; HIBINO, T.; OJI, T.; HARA, Y.; AMEMIYA, S. 2003. Larval stages of a living sea lily (stalked crinoid echinoderm). *Nature*, London, v. 421, p.158-160.
- NICHOLS, D. 1966. *Echinoderms*. London: Hutchinson University Library. 192 p.
- NICHOLS, D. 1994. The International Echinoderm Conferences - a retrospect. In: DAVIS, B.; GUILLE, A.; FÉRAL, J-P; ROUX, M. (Ed.). *Echinoderm through time*. Rotterdam: Balkema Publishers. p. 3-6.
- O'CLAIR, C. E.; RICE, S. D. 1985. Depression of feeding and growth of the seastar *Evasterias troschelii* during long-term exposure to the water-soluble fraction of crude oil. *Marine Biology*, Berlin, v. 84, p. 331-340.
- ORDZIE, C. J.; GAROFALO G. C. 1981. Lethal and sublethal effects of short term acute doses of Kuwait crude oil and a dispersant Corexit 9527 on bay scallops, *Argopecten irradians* (Lamarck) and two predators at diferent temperatures. *Marine Environmental Research*, Blue Hill, v. 5, p. 195-210.
- OTERO, M. M.; KELLY, M. 2002. Sea urchin cultivation: controlling energy flow between somatic and gonadal growth. *World Aquaculture*, Charleston, v. 33, n. 2, p. 43-50.
- PATERSON, G. L. J. 1985. The deep-sea Ophiuroidea of the North Atlantic Ocean. *Bulletin of the British Museum, Natural History, Zoology series*, London, v. 49, n. 1, p. 1-165.
- PAUL, C. R. C.; SMITH, A. B. 1984. The early radiation and phylogeny of echinoderms. *Biological Reviews*, Chicago, v. 59, p. 443-481.
- PAUL, C. R. C.; SMITH, A. B. (Ed.). 1988. *Echinoderm phylogeny and evolutionary biology*. Current geological concepts. 1. Oxford: Oxford Science Publ.; Clarendon Press. 373 p.
- PEARSE, V. B.; PEARSE, J. S. 1994. Echinoderm phylogeny and the place of concentricycloids. In: DAVID, B.; GUILLE, A.; FÉRAL, J. P.; ROUX, M. (Ed.). *Echinoderms through time*. Rotterdam: Balkema Publishers. p. 121-126.
- POURTALÉS, L. F. 1874. Zoological results of the Hessler Expedition. Crinoids and Corals. *Catalogue of Museum of Comparative Zoology at Harvard College*, Cambridge, v. 8, p. 27-52.
- ROWE, F. W. E.; GATES, J. 1995. *Echinodermata*. Zoological Catalogue of Australia. Melbourne: CSIRO. v. 33, 509 p.
- ROWE, F. W. E.; BAKER, A. N.; CLARK, H. E. S. 1988. The morphology, development and taxonomic status of *Xyloplax* Baker, Rowe and Clark 1986 (Echinodermata: Concentricycloidea), with the description of a new species. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, London, v. 233, p. 431-459.
- SANO, M. 2000. Stability of reef fish assemblages: responses to coral recovery after catastrophic predation by *Acanthaster planci*. *Marine Ecology Progress Series*, Oldendorf/Luhe, v. 198, p. 121-130.
- SIBUET, M. 1985. Quantitative distribution of echinoderms (Holothuroidea, Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea) in relation to organic matter in the sediment in deep basins of the Atlantic Ocean. In: KEEGAN, B. F.; O'CONNOR, B. D. S. (Ed.). *Proceedings of the Fifth International Echinoderm Conference Galway*. Rotterdam: Balkema Publishers. p. 99-108.
- SLADEN, W. P. 1889. The Asteroidea. *Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. "Challenger" during the Years 1873-76, Zoology*, v. 30, p. 1-935, 117 est.
- SMITH, A. B. 1984. Classification of the Echinodermata. *Paleontology*, Iowa City, v. 27, p. 431-459.
- SMITH, A. B. 1988a. Fossil evidence for the relationship of extant echinoderm classes and their times of divergence. In: PAUL, C. R. C.; SMITH, A. B. (Ed.). *Echinoderm phylogeny and evolutionary biology*. Oxford: Clarendon Press. p. 85-97.

- SMITH, A. B. 1988b. To group or not to group: taxonomic position of *Xyloplax*. In: BURKE, R. D.; MLADENOV, P. V.; LAMBERT, P.; PARSLEY, R. L. (Ed.). *Proceedings of the 6th International Echinoderm Conference*. Rotterdam: Balkema Publishers. p. 17-23.
- SPRINKLE, J. 1983. Patterns and problems in echinoderm evolution. In: JANGOUX, M.; LAWRENCE, J. M. (Ed.). *Echinoderm studies*. Rotterdam: Balkema Publishers. v. 1, p. 1-18.
- STOTZ, W. B. 2004. Sea-urchin fisheries: a Chilean perspective. In: LAWRENCE, J. M.; GUZMÁN, O. (Ed.). *Sea urchins, fisheries and ecology*. Lancaster: DEStec Publications. p. 3-17.
- SUMIDA, P. Y. G.; PIRES-VANIN, A. M. S. 1997. Benthic associations of the shelfbreak and upper slope off Ubatuba-SP, Southeastern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, San Diego, v. 44, n. 6, p. 779-784.
- TAVARES, Y. A. G.; KAWALL, H. G.; BORZONE, C. A. 2004. Biochemical changes in the gonad in relation to the reproductive cycle of *Echinometra lucunter* and *Arbacia lixula* in Southern Brazil. In: LAWRENCE, J. M.; GUZMÁN, O. (Ed.). *Sea urchins, fisheries and ecology*. Lancaster: DEStec Publications. p. 147-155.
- TEMARA, A.; GULEC, I.; HOLDWAY, D. A. 1999. Oil-induced disruption of foraging behaviour of the asteroid keystone predator, *Coscinasterias muricata* (Echinodermata). *Marine Biology*, Berlin, v. 133, p. 501-507.
- THEÉL, H. 1882. Report on the Holothurioidea dredged by HMS Challenger during the years 1873-1876. Part I. *Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. "Challenger" during the Years 1873-76, Zoology*, v. 4, n. 13, 176 p.
- THEÉL, H. 1886a. Report on the Holothurioidea of the Blake expedition. *Bulletin of Museum Comparative Zoology of Harvard*, Cambridge, v. 13, n. 1, 21 p.
- THEÉL, H. 1886b. Report on the Holothurioidea. Part II. *Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. "Challenger" during the Years 1873-76, Zoology*, v. 4, n. 39, 290 p.
- THOMPSON, W. 1877. The Atlantic: a preliminary account of the general results of the exploring voyage of H.M.S. "Challenger" during the year 1873 and the early part or the year 1876. London. 2: XIV + 396p., 62 figs.
- TIAGO, C. G. 1998. *Dendrochirotida (Echinodermata: Holothuroidea) no Canal de São Sebastião, São Paulo*. 136 p. Tese (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- TIAGO, C. G.; DITADI, A. S. F. 2001. Holothurians from the Brazilian coast: a historical survey. In: BARKER, M. (Ed.). *Echinoderms, 2000*. Lisse: Swets & Zeitlinger. p. 379-384.
- TOMMASI, L. R. 1957. Os Echinodermata do litoral de São Paulo-I. Echinoidea, Crinoidea e Holothurioidea do bentos costeiro. *Papéis do Departamento de Zoologia da Secretaria de Agricultura de São Paulo*, São Paulo, v. 13, n. 12, p. 19-44.
- TOMMASI, L. R. 1958a. El genero *Astropyga* Gray, nuevo para América del Sur. *Neotropica*, La Plata, v. 4, n. 15, p. 85-87.
- TOMMASI, L. R. 1958b. Os Echinodermata do litoral de São Paulo-II. Diadematidae, Echinasteridae, Brissidae, Cidaroidae (Echinoidea) e Asteroidea do bentos costeiro. *Contribuições Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, ser. Oceanografia Biológica*, São Paulo, v. 2, 35 p.
- TOMMASI, L. R. 1960. Echinodermata do Estado do Rio de Janeiro-I. *Anais da Academia Brasileira de Ciência*, Rio de Janeiro, v. 31, n. 4, p. 601-604.
- TOMMASI, L. R. 1962. Sobre el hallazgo de *Tripneustes ventricosus*. *Neotropica*, La Plata, v. 1, n. 26, p. 59-60.
- TOMMASI, L. R. 1963. Notas sobre alguns crinóides del Brasil. *Neotropica*, La Plata, v. 9, n. 30, p. 95-101.
- TOMMASI, L. R. 1964a. Echinodermata (menos Holothurioidea) recogidos por el barco "Emilia" del IOUSP. en el litoral de Santa Catarina. *Neotropica*, La Plata, v. 10, n. 33, p. 112-113.
- TOMMASI, L. R. 1964b. *Echinodermata (exceto Holothurias). História Natural dos organismos aquáticos do Brasil*. São Paulo: FAPESP. p. 271-274.
- TOMMASI, L. R. 1964c. Observações sobre Equinóides do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 83-93.
- TOMMASI, L. R. 1965a. *Amphiodia repens* (Lyman, 1869) sinônimo de *Amphiodiapulchella* Verrill, 1899. *Contribuições do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Série Oceanografia Biológica*, São Paulo, v. 7, 5 p., 4 figs.
- TOMMASI, L. R. 1965b. Alguns Amphiuridae (Ophiuroidea) do litoral de São Paulo e Santa Catarina. *Contribuições do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Série Oceanografia Biológica*, São Paulo, v. 8, 9 p., 5 figs.
- TOMMASI, L. R. 1965c. Lista dos crinóides recentes do Brasil. *Contribuições do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Série Oceanografia Biológica*, São Paulo, v. 11, 50 p., 18 est.
- TOMMASI, L. R. 1966a. Distribuição geográfica de alguns Echinodermata do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, p. 239-246.
- TOMMASI, L. R. 1966b. Lista dos Equinóides recentes do Brasil. *Contribuições do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Série Oceanografia Biológica*, São Paulo, n. 11, 50 p., 72 pls.
- TOMMASI, L. R. 1967. Sobre dois Amphiuridae da fauna marinha do sul do Brasil. *Contribuições do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Série Oceanografia Biológica*, São Paulo, n. 12, 5 p.

- TOMMASI, L. R. 1968. Os Ofiuróides existentes nas coleções do Museu de Buenos Aires, coletados do La Plata até 42° latitude sul. *Papéis avulsos do Departamento de Zoologia*, v. 21, n. 11, p. 115-124.
- TOMMASI, L. R. 1969a. Lista dos Holothurioidea recentes do Brasil. *Contribuições do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Série Oceanografia Biológica*, São Paulo, v. 15, 29 p., 27 figs.
- TOMMASI, L. R. 1969b. Nova contribuição à lista dos Crinóides recentes do Brasil. *Contribuições do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Série Oceanografia Biológica*, São Paulo, v. 8.
- TOMMASI, L. R. 1969c. *Os Echinodermata da região de Ilha Grande, estado do Rio de Janeiro*. 500 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- TOMMASI, L. R. 1970a. Lista dos Asteróides recentes do Brasil. *Contribuições do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Série Oceanografia Biológica*, São Paulo, v. 18, p. 1-16.
- TOMMASI, L. R. 1970b. Os Ofiuroides recentes do Brasil e de regiões vizinhas. *Contribuições do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Série Oceanografia Biológica*, São Paulo, v. 20, p. 1-146.
- TOMMASI, L. R. 1971a. Echinodermata da região entre Amapá e a Flórida I. *Contribuições do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Série Oceanografia Biológica*, São Paulo, v. 23, p. 6.
- TOMMASI, L. R. 1971b. Echinodermata do Brasil-I. Sobre algumas espécies novas e outras pouco conhecidas para o Brasil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, v. 20, p. 1-21, 23 figs.
- TOMMASI, L. R. 1971c. Echinodermata do Brasil-II. Echinodermata da Baía do trapandé, situada no complexo estuarino de Cananéia (SP). *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, v. 20, p. 30-36.
- TOMMASI, L. R. 1971d. The echinoderms of the Ilha Grande region (RJ-Brasil). In: CLOSTOW, J. D. (Ed.). *Fertility of the Sea*. New York: Gordon and Brach Sc. Publishers. p. 581-592.
- TOMMASI, L. R. 1972. Echinodermata da região entre Amapá e a Flórida II. Echinozoa. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, v. 21, p. 15-67.
- TOMMASI, L. R. 1974a. Echinodermata do Brasil-III. Observações sobre algumas espécies coletadas durante as viagens do N/Oc. "Alm. Saldanha". *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, v. 23 p. 1-15.
- TOMMASI, L. R. 1974b. Observações sobre a distribuição batimétrica de seis espécies de Echinodermata na região da desembocadura do Rio Doce. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 34, n. 2, p. 187-190.
- TOMMASI, L. R. 1985. Echinodermata da região da Ilha Vitória (SP). *Relatório Interno do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo*, São Paulo, v. 13, 4 p.
- TOMMASI, L. R. 1999. Echinodermata Recentes e Fósseis do Brasil. In: *Invertebrados Marinhos Registrados no Litoral Brasileiro*. Disponível em: <<http://www.bdt.fat.org.br/zoologia/echinodermata>>. Acesso em: 20 out. 2004.
- TOMMASI, L. R.; ABREU, J. 1974. Echinodermata do Brasil IV. Sobre seis espécies novas de Ophiuroidea da região ao longo da Ilha Grande (RJ). *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, v. 23, p. 17-32.
- TOMMASI, L. R.; ARON, M. A. 1987. Echinodermata dos bancos submarinos da cadeia de montanhas Vitória-Trindade. *Relatório Interno do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo*, São Paulo, v. 18, p. 9.
- TOMMASI, L. R.; OLIVEIRA, F. 1976. Echinodermata do Brasil. V. Sobre algumas espécies coletadas durante viagens do N/Oc. "Prof. W. Besnard". *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, v. 25, p. 77-100.
- TOMMASI, L. R.; CASTRO, S. M.; SOUSA, E. C. P. M. 1988. Echinodermata coletados durante as campanhas oceanográficas do N/Oc. "Almirante Saldanha" no Atlântico Ocidental. *Relatório Interno do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo*, São Paulo, v. 21, 11 p.
- VALENTINE, J. F.; HECK Jr., K. L.; KIRSCH, K. D.; WEBB, D. 2000. Role of sea urchin *Lytechinus variegatus* grazing in regulating subtropical turtlegrass *Thalassia testudinum* meadows in the Florida Keys (USA). *Marine Ecology Progress Series*, Oldendorf/Luhe, v. 200, p. 213-228.
- VAROTTO, R. S. 2001. *Modelagem matemática do crescimento somático e mortalidade do ouriço-do-mar Cassidulus mitis Krau, 1954 (Echinoidea: Cassidulidae)*. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- VENTURA, C. R. R. 1991. *Distribuição, abundância e hábito alimentar de Asteroidea (Echinodermata) de fundos inconsolidados da plataforma continental do Cabo Frio, RJ*. 101 p. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- VENTURA, C. R. R. 1998. *Biologia de Astropecten brasiliensis Müller & Troschel, 1842 e Astropecten cingulatus Sladen, 1889 (Echinodermata: Asteroidea) na região de ressurgência de Cabo Frio, RJ*. 80 p. Tese (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- VENTURA, C. R. R.; BARCELLOS, C. F. 2004. Instantaneous comparison of reproductive and morphological traits of *Paracentrotus gaimardi* (Echinodermata: Echinoidea) along the Brazilian coast. In: LAWRENCE, J. M.; GUZMÁN, O. (Ed.). *Sea urchins, fisheries and ecology*. Lancaster: DESTec Publications. p. 156-163.

- VENTURA, C. R. R.; FERNANDES, F. C. 1995. Bathymetric distribution and population size structure of paxillosid seastars (Echinodermata) in the Cabo Frio upwelling ecosystem of Brazil. *Bulletin of Marine Science*, Miami, v. 56, n. 1, p. 268-282.
- VENTURA, C. R. R.; JUNQUEIRA, A. O. R.; FERNANDES, F. C. 1994. The relation between body size and number of prey in starfish (Echinodermata: Asteroidea). In: DAVID, B.; GUILLE, A.; FÉRAL, J-P; ROUX, M. (Ed.). *Echinoderms through time*. Rotterdam: Balkema Publishers. p. 375-380.
- VENTURA, C. R. R.; FALCÃO, A. P. C.; SANTOS, J. S.; FIORI, C. S. 1997. Reproductive cycle and feeding periodicity in the starfish *Astropecten brasiliensis* in the Cabo Frio upwelling ecosystem (Brazil). *Invertebrate Reproduction and Development*, Rehov, v. 31, n. 1-3, p.135-141.
- VENTURA, C. R. R.; SANTOS, J. S.; FALCÃO, A. P. C.; FIORI, C. S. 1998. Reproduction and food intake in *Astropecten cingulatus* (Asteroidea: Paxillosida) in the upwelling environment of Cabo Frio (Brazil). In: MOOI, R.; TELFORD, M. (Ed.). *Echinoderms San Francisco*. Rotterdam: Balkema Publishers. p. 313-318.
- VENTURA, C. R. R.; GRILLO, M. C. G.; FERNANDES, F. C. 2001. Feeding niche breadth and feeding niche overlap of paxillosid starfishes (Echinodermata: Asteroidea) from a midshelf upwelling region, Cabo Frio, Brazil. In: BARKER, M. (Ed.). *Echinoderms, 2000*. Lisse: Swets & Zeitlinger. p. 227-233.
- VERRILL, A. E. 1867. On the geographical distribution of the Echinoderms of the West Coast of America (and Comparisons of the Tropical Echinoderms Fauna of the East and West Coast of America). *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, New Haven, v. 1, p. 323-361.
- VERRILL, A. E. 1868. Notice of the corals and Echinoderms collected by Prof. C.F. Harth, at the Abrolhos Reefs. Province of Bahia. Brazil. 1867. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, New Haven, v. 1, p. 351-371.
- VERRILL, A. E. 1871. Description of Starfishes and Ophiurans from the Atlantic coast of America and Africa. *American Journal of Science*, New Haven, v. 2, p. 130-133.
- VERRILL, A. E. 1894. Description of new species of Starfishes and Ophiurians with a Revision of certain species formerly described. *Proceedings of United States Natural Museum*, Washington, v. 17, n. 1000, p. 245-297.
- VERRILL, A. E. 1895. Distribution of the echinoderms of north-eastern America. *American Journal of Science*, New Haven, v. 49, p. 127-141; 199-212.
- VERRILL, A. E. 1899. North American Ophiuroidea. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, New Haven, v. 10, p. 301-386, 2 pls.
- VERRILL, A. E. 1915. Report on the Starfishes of the West Indies Florida and Brazil. *Bulletin of Laboratories of Natural History State University of Iowa*, Iowa City, v. 7, n. 1, 232 p., 29 pls.
- VOIGHT, J. R. 2005. First report of the enigmatic echinoderm from the North Pacific. *Biological Bulletin*, Stanford, v. 208, p. 77-80.
- WADA, H.; KOMATSU, M.; SATOH, N. 1996. Mitochondrial rDNA phylogeny of the Asteroidea suggests the primitiveness of the Paxillosida. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, San Diego, v. 6, p. 97-106.
- WATTS, S. A.; McCLINTOCK, J. B.; LAWRENCE, J. M. 2001. The ecology of *Lytechinus variegatus*. In: LAWRENCE, J. M. (Ed.). *Edible sea urchins: biology and ecology*. Amsterdam: Elsevier. p. 375-393.
- WRAY, G. A.; LOWE, C. J. 2000. Developmental regulatory genes and echinoderm evolution. *Systematic Biology*, Glasgow, v. 49, n. 1, p.28-51.
- ZIGLER, K. S.; LESSIOS, H. A. 2004. Speciation on the coasts of the new world: phylogeography and the evolution of bindin in the sea urchin genus *Lytechinus*. *Evolution*, Lawrence, v. 58, n. 6, p. 1225-1241.
- ZIGLER, K. S.; RAFF, E. C.; POPODI, E.; RAFF, R. A.; LESSIOS, H. A. 2003. Adaptive evolution of bindin in the genus *Heliocidaridaris* is correlated with the shift to direct development. *Evolution*, Lawrence, v. 57, p. 2293-2302.

9.5. Anexos

Anexo 1: Lista de táxons de Echinodermata coletados e identificados durante as campanhas do programa REVIZEE/SCORE Central. As coordenadas e profundidades das estações das campanhas Central II, Central V e Central VI encontram-se no anexo do capítulo 1. As demais, referentes às campanhas da pesca Bahia-1 e Bahia-2, encontram-se no anexo 2 deste capítulo.

Táxon	Estações
Crinoidea	
Isocrinidae	
<i>Endoxocrinus maclearanus</i> (Thomson, 1877)	C6-Y2
Isocrinidae	C6-A1; C6-R2#1-1; C6-R2#1-2; C6-R3#1; C6-R4#1; C6-Y2; C6-Y6
Tropiometridae	
<i>Tropiometra carinata</i> (Lamarck, 1816)	C2-11R; C2-15R; C2-29R
Asteroidea	
Asteroiidae	
<i>Coscinasterias tenuispina</i> (Lamarck, 1816)	C5-13R; C5-17R; C6-R1#1; C6-Y4
Asterinidae	
Asterinidae	C2-21R; C2-25R; C5-13R; C5-17R; C5-25R; C6-Y3
Astropectinidae	
Astropectinidae	C5-48R; C6-C13; C6-R1#1
<i>Astropecten acutirradiatus</i> Tortonese, 1956	BA-1 D0538
<i>Astropecten brasiliensis</i> Müller & Troschel, 1842	C5-51R; C6-Y1
<i>Astropecten cingulatus</i> Sladen, 1883	C5-38R; C5-51R; C6-R3#2-1; C6-R3#2-2; C6-Y1; C6-Y2
<i>Astropecten spiniphorus</i> Madsen, 1950	C2-3R
<i>Astropecten</i> sp.	C5-2F; C5-3R; C2-5R; C5-16R; C2-46R; C6-A3; C6-Y1; C6-Y2; BA-1 D0506; BA-1 D0538; BA-2 E0508; BA-2 E0517; BA-2 E0529; BA-2 E0531
<i>Psilaster cassiope</i> Sladen, 1889	BA-1 D0504; BA-1 D0506; BA-2 E0499; BA-2 E0500; BA-2 E0503; BA-2 E0510; BA-2 E0517; BA-2 E0526; BA-2 E0538
Benthopectinidae	
<i>Cheiraster (Cheiraster) planus</i> Verrill, 1915	BA-1 D0504; BA-1 D0506
Echinasteridae	
Echinasteridae	C6-Y1
<i>Echinaster (Othilia) brasiliensis</i> Müller & Troschel, 1842	C6-Y2
<i>Echinaster</i> sp.	C2-20R; C5-5R; C5-36R
Goniasteridae	
Goniasteridae	BA-2 E0517; C6-A3
<i>Mediaster bairdi capensis</i> Stimpson, 1857	C2-37R
<i>Nymphaster arenatus</i> (Perrier, 1881)	BA-1 D0503; BA-1 D0504; BA-1 D0506; BA-1 D0538
<i>Plinthaster dentatus</i> Perrier, 1884	BA-1 D0504; BA-1 D0506; BA-1 D0538; BA-2 E0508; BA-2 E0517

Continuação do anexo 1

Táxon	Estações
<i>Rosaster alexandri</i> Perrier, 1881	BA-1 D0504
<i>Tosia parva</i> (Perrier, 1881)	C5-38R; C6-R1#1
Luidiidae	
<i>Luidia alternata</i> (Say, 1825)	C5-7F; C5-13R; C5-34R; C5-36R
<i>Luidia clathrata</i> (Say, 1825)	C5-51R
<i>Luidia</i> sp.	C6-Y1
Ophidiasteridae	
Ophidiasteridae	C5-13R; C6-Y2
<i>Linckia guildingii</i> Gray, 1840	C5-48R
<i>Narcissia trigonaria</i> Sladen, 1883	BA-1 D0438; BA-2 E0517; C5-34R; C6-Y2
<i>Ophidiaster alexandrii</i> Verrill, 1915.	C5-16R; C5-32R; C5-48R
Oreasteridae	
<i>Oreaster reticulatus</i> (Linnaeus, 1758)	C5-7F
Zoroasteridae	
<i>Zoroaster fulgens</i> Thomson, 1873.	BA-2 E0526; BA-2 E0535; BA-2 E0538; BA-2 E0549; BA-2 E0552
Ophiuroidea	
Amphiuridae	
<i>Amphiodia planispina</i> (Martens, 1867)	C5-51R
Amphiuridae	BA-1 D0503; BA-1 D0504; BA-1 D0506; BA-2 E0548; BA-2 E0551; BA-2 E0552; C2-1R; C2-2F; C2-11R; C2-15R; C2-18F; C2-20R; C2-27R; C2-27F; C2-29R; C2-34R; C2-35R; C2-36R; C5-2F; C5-5R; C5-10R; C5-34R; C5-35R; C5-36R; C5-38R; C6-R1#1; C6-Y1; C6-Y3; C6-Y4; C6-Y6; C6-Y7
Asteronychidae	
<i>Asteronyx loveni</i> Muller & Troschel, 1842	BA-1 D0506; BA-2 E0523; BA-2 E0525; BA-2 E0526; BA-2 E0527; BA-2 E0528; BA-2 E0529; BA-2 E0538; BA-2 E0549; BA-2 E0550; BA-2 E0551; BA-2 E0552
<i>Astrodia tenuispina</i> Verrill, 1884	BA-1 D0503; BA-1 D0504; BA-1 D0506; BA-2 E0517
Gorgonocephalidae	
Gorgonocephalidae	BA-1 D0404; C2-36R; C5-24R; C5-33R; C6-R2#1-1
Hemieuryalidae	
Hemieuryalidae	C5-45R; C6-Y2
Ophiactidae	
<i>Ophiactis savignyi</i> Lütken, 1856	C2-10R; C2-16R; C2-29R; C2-44R; C5-2F; C5-2R; C5-5R; C5-7F; C5-10R; C5-12R; C5-13R; C5-14R; C5-16I; C5-21R; C5-30R; C5-34R; C5-44R; C6-R3#1; C6-R4#1; C6-Y2; C6-Y4
<i>Ophiactis</i> sp.	C2-34R; C5-45R

Continuação do anexo 1

Táxon	Estações
Ophiocomidae	
Ophiocomidae	C2-11R; C2-16I; C2-21R; C2-22R; C2-23R; C2-24R; C2-29R; C2-34R; C2-36R; C2-37F; C2-47F; C5-23R; C5-28R; C5-34R; C5-36R; C5-41F; C5-42R
<i>Ophiocoma pumila</i> Lütken, 1859	C5-12R
<i>Ophiocoma wendtii</i> Müller & Trochel, 1842	C5-12R; C5-33R; C5-44R;
<i>Ophiocoma</i> sp.	C2-14R; C2-16R; C2-18R; C2-21R; C2-23R; C2-29R; C2-44R; C5-7F; C5-10R; C5-14R; C5-16I; C5-20R; C5-21R; C5-23R; C5-24R; C5-28R; C5-30R; C5-32R; C5-33R; C5-42R; C5-44R; C5-45R; C6-A1; C6-Y4
<i>Ophiopsila</i> sp.	C2-4R; C2-5R; C2-14R; C2-15R; C2-17R; C2-18F; C2-20R; C2-23R; C2-29R; C5-2F; C5-2R; C5-5R; C5-7F; C5-10R; C5-13R; C5-14R; C5-16I; C5-17R; C5-20R; C5-28R; C5-34R; C5-36R; C5-38R; C6-A1; C6-R1#1; C6-R4#1; C6-Y4
Ophiodermatidae	
Ophiodermatidae	C2-46R
<i>Ophioderma apressum</i> (Say, 1825)	C2-16R; C2-20R; C2-22F; C2-25R; C2-34R; C2-35R; C2-36R; C5-2F; C5-5R; C5-17R; C5-20R; C5-35R; C5-36R; C6-A1; C6-R3#1; C6-R4#1; C6-Y2; C6-Y3; C6-Y4; C6-Y6; C6-Y7
<i>Ophioderma januarii</i> Lutken, 1856	C2-34R; C2-36R; C5-7F; C5-17R; C5-20R; C5-49R; C6-R3#1; C6-R4#1; C6-Y3; C6-Y4; C6-Y7
<i>Ophioderma</i> sp.	BA-2 E0527; C2-29R; C5-2R; C5-13R; C5-25R; C5-27R; C5-30R; C5-44R; C6-Y7
Ophiomyxidae	
Ophiomyxidae	C2-5R; C2-36R; C5-23R; C5-34R;
<i>Ophiosciama</i> sp.	C6-Y2
<i>Ophiomyxa flaccida</i> (Say, 1825)	C2-29R; C2-34R; C2-35R; C2-36R; C5-2F; C5-2R; C5-4F; C5-7F; C5-10R; C5-13R; C5-14R; C5-16I; C5-20R; C5-21R; C5-27R; C5-28R; C5-30R; C5-33R; C5-35R; C5-36R; C5-38R; C5-44R; C5-45R; C6-R3#1; C6-Y2; C6-Y3; C6-Y4; C6-Y7
Ophionereididae	
Ophionereididae	C2-34R; C2-36R; C6-R4#1
<i>Ophionereis olivacea</i> Clark 1901	C2-15R; C2-20R; C2-23R
<i>Ophionereis reticulata</i> Say, 1825	C2-11R; C2-15R; C2-16R; C2-16I; C2-21R; C2-35R; C2-47F; C5-7F; C5-12R; C6-A1; C6-R3#1; C6-Y2; C6-Y3; C6-Y4; C6-Y6; C6-Y7
<i>Ophionereis squamulosa</i> (Koehler, 1914)	C2-10R; C2-15R; C2-16R; C2-16I; C2-17R; C2-18R; C2-20R; C2-21R; C2-22R; C2-23R; C2-24R; C2-27R; C2-29R; C2-36R; C6-A1; C6-Y3; C6-Y4; C6-Y6; C6-Y7

Continuação do anexo 1

Táxon	Estações
<i>Ophionereis</i> sp.	C5-7F; C5-12R; C5-13R; C5-14R; C5-16I; C5-17R; C5-20R; C5-21R; C5-23R; C5-24R; C5-25R; C5-27R; C5-28R; C5-30R; C5-33R; C5-34R; C5-36R; C5-38R; C5-42R; C5-44R; C5-45R; C5-48R; C5-49R; C5-51R; C6-R1#1
Ophiotrichidae	
Ophiotrichidae	C2-15R
<i>Ophiothrix angulata</i> (Say, 1825)	C2-5R; C2-14R; C2-17R; C2-18F; C2-20R; C2-23R; C2-36R; C6-R3#1; C6-R4#1; C6-Y1; C6-Y3; C6-Y7
<i>Ophiothrix</i> sp.	BA-2 E0517; C2-2R; C2-10R; C2-15R; C2-16R; C2-16I; C2-22R; C2-28R; C2-29R; C2-34R; C2-47F; C5-2R; C5-4F; C5-10R; C5-12R; C5-13R; C5-14R; C5-16I; C5-17R; C5-20R; C5-23R; C5-25R; C5-27R; C5-30R; C5-32R; C5-34R; C5-35R; C5-36R; C5-45R; C5-48R; C5-49R
Ophiuridae	
Ophiuridae	BA-1 D0503; BA-1 D0504; BA-1 D0506; C2-14R; C5-2R; C5-7F; C5-27R; C5-35R; C5-41F
<i>Ophioceramis januarii</i> Lutken, 1856	C2-35R; C6-Y1; C6-Y3
<i>Ophiolepis impressa</i> Lütken, 1859	C5-7F; C5-12R
<i>Ophiomusium</i> sp.	BA-1 D0506; C2-18F
<i>Ophioplax</i> sp.	C5-2F; C5-5R; C5-25R; C5-27R
Echinoidea	
Brissidae	
<i>Brissopsis atlantica</i> Mortensen, 1907.	BA-2 E0542
Cidaridae	
Cidaridae	C2-34R; C5-23R
<i>Eucidaris tribuloides</i> (Lamarck, 1816)	BA-1 D0464; C2-2R; C2-11R; C2-15R; C2-16R; C2-24R; C2-27R; C2-29R; C5-2F; C5-4F; C5-5R; C5-7F; C5-10R; C5-12R; C5-13R; C5-14R; C5-16R; C5-17R; C5-20R; C5-21R; C5-23R; C5-27R; C5-28R; C5-30R; C5-32R; C5-33R; C5-34R; C5-35R; C5-36R; C5-40R; C6-R3#1; C6-Y2; C6-Y3; C6-Y4; C6-Y6; C6-Y7
<i>Stylocidaris lineata</i> Mortensen, 1910	BA-1 D0506; BA-2 E0495; BA-2 E0496; BA-2 E0504; BA-2 E0511; BA-2 E0516; C2-6F; C5-38R; C6-R1#1; C6-R3#1; C6-R3#2-1
<i>Tretocidaris cf. bartletii</i> (Agassiz, 1880)	BA-2 E0505; BA-2 E0535; C2-35R
Clypeasteridae	
<i>Clypeaster ravenelli</i> Agassiz, 1869	BA-1 D0360; BA-2 E0504; BA-2 E0511; BA-2 E0531; C6-R1#1; C6-Y7
<i>Clypeaster rosaceus</i> (Linnaeus, 1758)	C5-34R
<i>Clypeaster subdepressus</i> (Gray, 1925)	C5-34R; C5-42R; C5-48R

Continuação do anexo 1

Táxon	Estações
Diadematidae	
<i>Diadema</i> sp.	C5-40R
Echinothuriidae	
Echinothuriidae	BA-1 D0538; BA-2 E0496; BA-2 E0501; BA-2 E0509; BA-2 E0514; BA-2 E0517; BA-2 E0538; BA-2 E0548
<i>Paraphormosoma alternans</i> (de Meijere, 1902)	BA-2 E0502; BA-2 E0510
<i>Phormosoma placenta</i> Thomson, 1872	BA-1 D0538; BA-2 E0500; BA-2 E0503; BA-2 E0508; BA-2 E0518; BA-2 E0528; BA-2 E0538;
Loveniidae	
<i>Homolampas lovenioides</i> Mortensen, 1948	BA-1 D0504
Melitidae	
<i>Leodia sexiesperforata</i> (Leske, 1778)	C5-40R
Schizasteridae	
<i>Agassizia excentrica</i> A. Agassiz, 1869	C2-2R; C2-2F; C2-5F; C2-22F; C2-27F; C2-34R; C5-1F
Toxopneustidae	
Toxopneustidae	C5-38R; C6-Y2; C6-Y3
<i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816)	C5-2F
<i>Tripneustes ventricosus</i> (Lamarck, 1816)	BA-1 D0438; C2-20R
Holothuroidea	
Chiridotidae	
<i>Chiridota rotifera</i> (Pourtalés, 1851)	C6-Y7
Cucumaridae	
Cucumaridae	C6-Y6
Elpidiidae	
<i>Scotoplanes</i> sp.	BA-2 E0504; BA-2 E0538; BA-2 E0540; BA-2 E0547; BA-2 E0548; BA-2 E0549; BA-2 E0550; BA-2 E0551
Holothuriidae	
Holothuriidae	BA-2 E0504; BA-2 E0525; BA-2 E0526; BA-2 E0530; BA-2 E0539; BA-2 E0540; BA-2 E0545; BA-2 E0548; BA-2 E0549; BA-2 E0551; C6-Y2
Phyllophoridae	
Phyllophoridae	C5-5R; C5-13R; C5-25R; C6-Y6

Anexo 2: Coordenadas e profundidades de outras estações realizadas pelas campanhas da Pesca - REVIZEE/SCORE Central.

Campanha	Estação	Data	Latitude S	Longitude W	Profundidade (m)
BA-1	D0360	29/05/99	12°58,655'	38°15,493'	132,8
BA-1	D0366	29/05/99	13°06,795'	38°25,921'	558,8
BA-1	D0373	01/06/99	13°36,867'	38°47,212'	40-45,2
BA-1	D0404	06/06/99	17°08,063'	36°48,332'	39,2-65,2
BA-1	D0438	14/06/99	16°24,595'	38°26,729'	
BA-1	D0464	22/06/99	21°48,496'	40°01,539'	592,4-618,8
BA-1	D0502	29/06/99	19°37,488'	38°41,909'	665,2-706,4
BA-1	D0503	29/06/99	19°39,943'	38°38,435'	808,4
BA-1	D0504	29/06/99	19°42,734'	38°36,472'	910
BA-1	D0506	29/06/99	19°42,716'	38°36,497'	935
BA-1	D0508	30/06/99	19°41,239'	38°23,084'	56,8-61,6
BA-1	D0512	01/07/99	20°30,966'	38°05,718'	50,6-54,2
BA-2	E0495	06/06/00	13°06,903'	38°25,807'	341
BA-2	E0496	07/06/00	13°12,030'	38°14,873'	1717
BA-2	E0499	08/06/00	13°20,872'	38°35,922'	761
BA-2	E0500	08/06/00	13°19,472'	38°38,035'	394
BA-2	E0501	09/06/00	14°16,764'	38°38,978'	1654
BA-2	E0502	09/06/00	14°24,813'	38°53,006'	522
BA-2	E0503	10/06/00	14°34,565'	38°51,672'	740
BA-2	E0504	10/06/00	14°25,696'	38°53,870'	278
BA-2	E0505	10/06/00	14°39,662'	38°50,154'	1089
BA-2	E0508	11/06/00	15°18,873'	38°41,685'	421
BA-2	E0509	12/06/00	15°46,378'	38°24,839'	2076
BA-2	E0510	12/06/00	15°47,383'	38°36,154'	599
BA-2	E0511	12/06/00	15°44,231'	38°39,196'	251
BA-2	E0514	14/06/00	16°46,459'	38°31,808'	1815
BA-2	E0516	19/06/00	13°07,255'	38°26,235'	334
BA-2	E0517	19/06/00	13°24,968'	38°38,277'	750
BA-2	E0518	19/06/00	13°24,353'	38°39,782'	518
BA-2	E0523	27/06/00	19°42,685'	38°36,961'	922
BA-2	E0525	28/06/00	20°07,308'	38°42,906'	1639
BA-2	E0526	28/06/00	20°03,984'	38°36,676'	1637
BA-2	E0527	29/06/00	19°50,563'	39°14,496'	1402
BA-2	E0528	29/06/00	19°47,581'	38°59,827'	1237
BA-2	E0529	29/06/00	19°48,911'	38°59,108'	1337
BA-2	E0530	30/06/00	19°42,655'	39°25,458'	202
BA-2	E0531	30/06/00	19°40,781'	39°22,652'	195
BA-2	E0535	01/07/00	19°56,087'	39°35,408'	1002
BA-2	E0538	02/07/00	20°32,771'	39°37,650'	1680

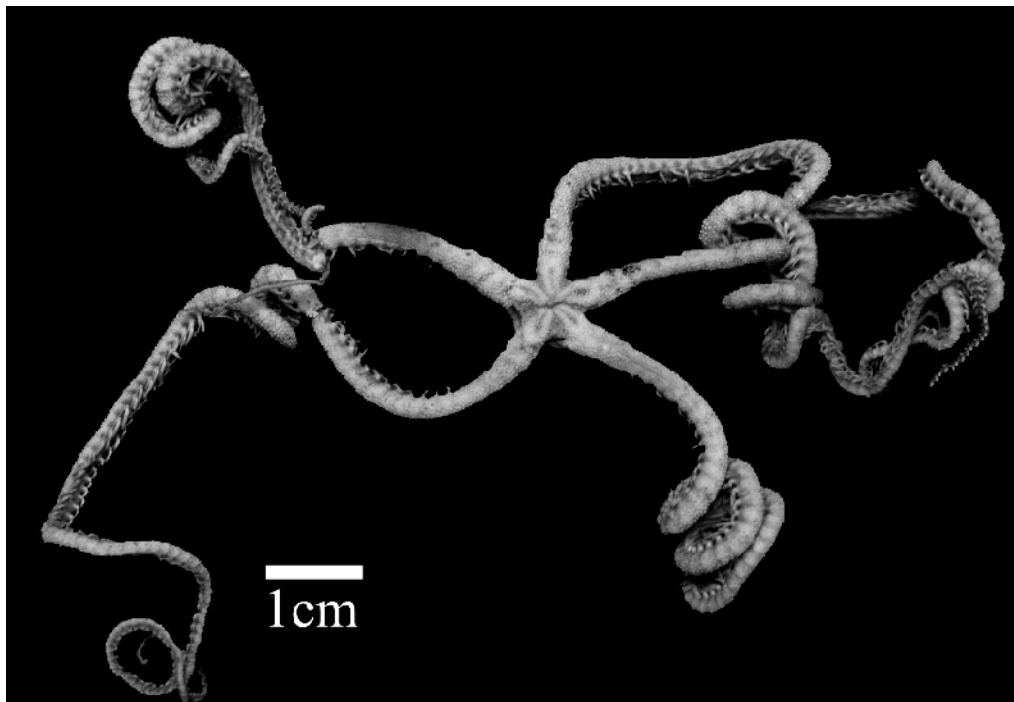
Continuação do anexo 2

Campanha	Estação	Data	Latitude S	Longitude W	Profundidade (m)
BA-2	E0539	04/07/00	21°09,644'	40°15,529'	202
BA-2	E0540	04/07/00	21°09,576'	40°00,461'	1364
BA-2	E0542	05/07/00	21°21,087'	40°14,804'	259
BA-2	E0545	06/07/00	21°41,103'	40°08,112'	246
BA-2	E0547	06/07/00	21°44,949'	39°55,117'	1105
BA-2	E0548	07/07/00	21°25,523'	39°40,443'	1799
BA-2	E0549	07/07/00	21°22,965'	39°44,646'	1718
BA-2	E0550	07/07/00	21°28,583'	39°47,176'	1598
BA-2	E0551	07/08/00	21°04,783'	39°48,698'	1642
BA-2	E0552	07/08/00	21°09,541'	39°46,079'	1694

Anexo 3: Pranchas das espécies *Asteronyx loveni* e *Astrodia tenuispina*.



Pracha 1: *Asteronyx loveni*. Vista da superfície aboral.



Pracha 2: *Astrodia tenuispina*. Vista da superfície aboral.