Marcela Rosa Tavares

Estrutura populacional de *Ophiothela* cf. *mirabilis* (Echinodermata: Ophiuroidea) no litoral do estado do Rio de Janeiro: espécie introduzida na costa brasileira.

Monografia apresentada ao Curso de bacharelado em Ciências Biológicas, do Instituto de Biociências (IBIO), da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Rio de Janeiro
2013

Trabalho realizado no Laboratório de Equinodermatologia, Departamento de Invertebrados, Museu Nacional/UFRJ.

Orientador Científico
Dr. Carlos Renato Rezende Ventura
Orientador Acadêmico
Dr. Carlos Henrique Soares Caetano

FICHA CATALOGRÁFICA

Tavares, Marcela Rosa

Estrutura populacional de *Ophiothela* cf. *mirabilis* (Echinodermata: Ophiuroidea) no litoral do estado do Rio de Janeiro: espécie introduzida na costa brasileira – Marcela Rosa Tavares – Rio de Janeiro, UNIRIO, Instituto de Biologia, Departamento de Zoologia, 2013 i-xi, 35f.

Orientador Científico: Dr. Carlos Renato Rezende Ventura

Orientador Acadêmico: Dr. Carlos Henrique Soares Caetano

Monografia: Bacharelado em Ciências Biológicas

Referências bibliográficas: f:(46)

I. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

II. Monografias

“Sonhar o sonho impossível (...),
alcançar a estrela inatingível:
essa é a minha busca!”
(Dom Quixote)

A todos aqueles que contribuíram para a realização desse estudo. Aos meus pais, familiares e amigos que sempre me deram muito carinho, apoio e me incentivaram a correr atrás dos meus sonhos. Ao meu orientador e as minhas companheiras de laboratório por acreditarem em mim e por tornarem o trabalho tão prazeroso. Aos “Ophiothelas”, por tornarem esse estudo possível.

Agradecimentos

Aos melhores pais do mundo, Paula e Marcelo, por sempre acreditarem em mim, por todo amor e por moverem mundos para que eu pudesse realizar os meus sonhos e objetivos. Todas as minhas conquistas pertencem a vocês. O meu maior presente é ver o sorriso de satisfação e orgulho em seus rostos.

Aos meus familiares que sempre torceram por mim e estiveram presentes. Em especial, aos meus avós, Nilza, Milton, Paulina e Luiz, os quais sempre me deram muito amor e se preocuparam comigo em todos os momentos.

Ao João Gabriel, por todo incentivo, apoio e carinho dedicados a mim e por ser o melhor companheiro em todos os sentidos. À minha prima Nanda, por sempre estar tão presente na minha vida em todos os momentos e por me dar todo o carinho e segurança que só uma irmã mais velha consegue dar. Aos amigos, André e Lorranne por sempre escutarem os meus desabafos, ficarem ao meu lado e me incentivarem a seguir em frente. Ao Caio, Clariana e Maria Clara por todos os momentos de descontração, gargalhadas e força. À Ana Clara por todos esses anos de companheirismo na faculdade, pois sem ela esta etapa teria sido muito mais difícil.

Ao meu orientador e amigo, Renato Ventura, o principal responsável pela realização desse estudo. Agradeço pela confiança em mim depositada, por sempre me estimular a me tornar uma profissional completa e por ser um grande exemplo de profissionalismo.

Ao meu orientador acadêmico e amigo, Henrique, por sempre acreditar no meu potencial, por todos os conselhos e disponibilidade, e por confiar no meu trabalho.

À linda equipe do laboratório: Mariana, Bárbara, Alanna, Elínia, Jéssica e Fernanda por tornarem o trabalho muito mais prazeroso, pela parceria nas coletas, viagens e todo o desenvolvimento do trabalho, e por esta amizade verdadeira que construímos.

Aos “Ophiothelas” por permitirem que esta pesquisa se realizasse.

À FAPERJ por conceder a bolsa de auxílio à pesquisa.

Aos professores e funcionários da UNIRIO, os quais contribuíram de forma muito positiva na minha carreira acadêmica, seja direta ou indiretamente.

Ao Museu Nacional/UFRJ pelo apoio institucional, sem o qual essa realização não seria possível.

Gostaria de agradecer a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desta importante etapa da minha vida.

Resumo

Os ofiuróides (classe Ophiuroidea) formam o grupo mais diverso dentre o filo Echinodermata. Estes ocupam vários níveis tróficos e são comuns e abundantes nas comunidades marinhas de todos os oceanos, em várias latitudes e profundidades. A espécie *Ophiothela* cf. *mirabilis* VERRILL, 1867 é nativa do Oceano Pacífico e sua distribuição é conhecida desde a costa leste da África do Sul à costa oeste da Índia, como também em parte da costa oeste da Austrália. Esta espécie pode ser considerada exótica na costa brasileira. Ela tem hábito epizóico, e é frequentemente encontrada associada às gorgônias, esponjas e corais de fogo por meio do entrelaçamento de seus braços. *Ophiothela* cf. *mirabilis* é capaz de se reproduzir assexuadamente, por fissão da parte central do corpo (disco). Os objetivos deste estudo foram: (1) descrever a estrutura populacional (distribuição de tamanho) em duas localidades distantes cerca de 300 km durante 12 meses; (2) verificar a frequência da fissão ao longo de 12 meses; (3) estimar os parâmetros de crescimento corporal nas duas populações; (4) verificar a frequência de gônadas em indivíduos nas duas populações. A distribuição de tamanho corporal variou entre 0,506mm (mínimo) e 1,477mm (máximo) nas duas populações. O processo de fissão não ocorre sazonalmente nos indivíduos das duas populações analisadas. Não foi constatada a capacidade de reprodução sexuada nessa espécie, pois os indivíduos coletados não possuíam gônadas evidentes. Não houve registro de recrutamento, pois espécimes recém-metamorfoseados não foram encontrados. *Ophiothela* cf. *mirabilis* não possui um tamanho limite para que ocorra fissão. A taxa de crescimento estimada foi a mesma para os espécimes das duas populações analisadas (K = 0,51). O tamanho assintótico estimado variou de 1,490mm a 1,640mm. Há necessidade da análise da estrutura genética das populações para elucidar a maneira pela qual os espécimes jovens estão entrando na população.

Abstract

The brittle stars (Class Ophiuroidea) are the most diverse group among the Phylum Echinodermata. These organisms occupy several trophic levels. They are common and abundant in marine communities of all oceans at various depths and latitudes. The species *Ophiothela* cf. *mirabilis* VERRILL, 1867 is native from the Pacific Ocean. Its distribution is known from the east coast of South Africa to the west coast of India, also in part of the west coast of Australia. This species can be considered exotic in Brazilian coast. It has epizoic habit, and it is often found associated with gorgonians, sponges and fire corals through the interweaving of its arms. *Ophiothela* cf. *mirabilis* is able to reproduce asexually by fission of the central part of the body (disc). The objectives of this study were: (1) to describe the population structure (size distribution) in two localities apart 300 km during 12 months; (2) to verify the frequency of fission during 12 months; (3) to estimate the parameters of body growth in both populations; (4) to verify the frequency of gonads in individuals in both populations. The body size distribution was between 0.506 mm (minimum) and 1.477 mm (maximum) in both populations. The fission process on individuals from two populations analyzed occurs seasonality. Collected individuals had no apparent gonads, so the capacity of sexual reproduction was not recorded in this species. There was no record of recruitment, because recently metamorphosed specimens were not found. *Ophiothela* cf. *mirabilis* does not have a limited size to undergo fission. The estimated growth rate was the same for specimens from two populations (K = 0.51). The estimated asymptotic size varied from 1.490 mm to 1.640 mm. It is necessary a genetic structure analysis of the populations to elucidate the manner in which the young specimens are entering into the populations.

Lista de Figuras

Figura 1 – *Ophiothela* cf. *mirabilis*. Vista aboral. Fonte: Ventura *et al.* (*in prep.*).....3

Figura 2 – Localização das áreas amostradas no estado do Rio de Janeiro. N = norte geográfico. Fonte: Google Earth. A = mapa do Brasil; B = mapa do estado do Rio de Janeiro; C = Ilha da Gipóia, Angra dos Reis, com a Praia das Flechas em destaque; D = Armação de Búzios com a Praia da Tartaruga em destaque.....5

Figura 3 – Localização da estação de coleta na Baía da Ilha Grande: Praia das Flechas, Ilha da Gipóia, Angra dos Reis, RJ. Fonte: Google Earth. N = norte geográfico.....7

Figura 4 – Localização da estação de coleta em Armação de Búzios, RJ: Praia da Tartaruga. Fonte: Google Earth. N = norte geográfico.....8

Figura 5 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Associação *de Aplysina fulva* (Pallas, 1766) com *O.* cf. *mirabilis*.....10

Figura 6 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Associação de *Desmapsamma anchorata* (Carter, 1882) com *O.* cf. *mirabilis*.....10

Figura 7 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Região delimitada pelos escudos orais escolhida para a medição dos valores de diâmetro.....12

Figura 8 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* - Frequência de fissão na população da Praia das Flechas (Angra dos Reis). As barras maiores (cor: azul claro) representam os espécimes coletados e as menores (cor: azul escuro), os espécimes recém-fissionados e com discos em regeneração.....16

Figura 9 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* - Frequência de fissão na população da Praia da Tartaruga (Armação de Búzios). As barras maiores (cor: azul claro) representam os espécimes coletados e as menores (cor: azul escuro), os espécimes recém-fissionados e com discos em regeneração.....16

Figura 10 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* - Distribuição unimodal e assimétrica dos diâmetros da região delimitada pelos escudos orais do disco dos indivíduos coletados na Praia das Flechas (Angra dos Reis) e na Praia da Tartaruga (Armação de Búzios). Distribuição normal esperada está representada pela linha contínua.....18

Figura 11 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Distribuição dos diâmetros da região delimitada pelos escudos orais dos discos dos indivíduos, dispostos por categoria e por localidade. As categorias da Praia das Flechas estão representadas pelas letras A, B e C, e as categorias da Praia da Tartaruga estão representadas pelas letras D, E e F.....18

Figura 12 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Médias (± 1 erro padrão) dos valores de diâmetro dos discos em cada mês na Praia das Flechas (Angra dos Reis, RJ).....20

Figura 13 - *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Médias (± 1 erro padrão) dos valores de diâmetro dos discos em cada mês na Praia da Tartaruga (Armação de Búzios, RJ).....21

Figura 14 - *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Curvas de von Bertalanffy traçadas sobre as modas de cada amostra de espécimes com discos inteiros da população da Praia das Flechas (Angra dos Reis) ao longo do ano de 2012.....22

Figura 15 - *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Curvas de von Bertalanffy traçadas sobre as modas de cada amostra de espécimes (independente da categoria) da população da Praia das Flechas (Angra dos Reis) ao longo do ano de 2012.....23

Figura 16 - *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Curvas de von Bertalanffy traçadas sobre as modas de cada amostra de espécimes com discos inteiros da população da Praia da Tartaruga (Armação de Búzios) ao longo do ano de 2012.....23

Figura 17 - *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Curvas de von Bertalanffy traçadas sobre as modas de cada amostra de espécimes (independente da categoria) da população da Praia da Tartaruga (Armação de Búzios) ao longo do ano de 2012.....23

Lista de Tabelas

Tabela 1 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Número de indivíduos coletados e medidos por coleta, mês, localidade e hospedeiro.....14

Tabela 2 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Classificação dos espécimes coletados de acordo com estágio de regeneração do disco e dos braços. A.0 = intacto com 6 braços; A.0.1 = intacto com 5 braços; A.0.2 = intacto com 7 braços; A.1 = disco inteiro com 3 braços em regeneração; A.2 = disco inteiro com 4 braços em regeneração; A.3 = disco inteiro com 5 braços em regeneração; A.4 = disco inteiro com todos os braços em regeneração; A.5 = disco inteiro com 2 braços em regeneração; B = disco em regeneração; C = disco recém-partido; C.1 = recém-partido com menos da metade do disco. Numeração das coletas é mesma identificada na Tabela 1.....15

Tabela 3 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Categoria mais representativa por mês na Praia das Flechas. A= disco inteiro; C = disco recém-partido.....17

Tabela 4 - *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Categoria mais representativa por mês na Praia da Tartaruga. A = disco inteiro; B = disco em regeneração.....17

Tabela 5 - *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Valores máximos e mínimos de cada categoria por localidade e seu respectivo mês de coleta.....19

Tabela 6 - *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Coeficiente de variação (CV) do diâmetro dos discos dos ofiuroides de cada categoria nas populações da Praia das Flechas e da Praia da Tartaruga.....20

Tabela 7 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Parâmetros de crescimento obtidos através da rotina ELEFAN I (Programa FISAT II). *Valores obtidos ao utilizar o K da outra localidade.....21

Sumário

Agradecimentos.....v
Resumo.....vi
Abstract.....vii
Lista de Figuras.....viii
Lista de Tabelas.....x
Sumário.....xi
1 – Introdução.....1
2 – Objetivos.....4
2.1 – Objetivo geral.....4
2.2 – Objetivos específicos.....4
3 – Justificativa.....4
4 - Material e Métodos.....4
4.1 – Área de Estudo.....4
4.2 – Coleta de Material Biológico.....9
4.3 – Análise no Laboratório.....10
5 – Resultados.....14
6 – Discussão.....24
7 – Conclusões.....31
8 – Novas hipóteses.....32
9 – Perspectivas.....32
10 - Referências Bibliográficas.....32

1 - Introdução

O grupo mais diverso dentre os Echinodermata atuais é constituído pelos Ophiuroidea. Há cerca de 2000 espécies viventes, que estão distribuídas em 18 famílias (Brusca & Brusca, 2007, Störh *et al.*, 2012, Barboza & Borges, 2012). No Brasil, este grupo é representado por um total de 133 espécies. Estas estão dispostas em 54 gêneros e 16 famílias, o que corresponde a 6% das espécies viventes (Barboza & Borges, 2012). Os ofiuróides são também conhecidos como ofiúros, serpentes-do-mar e estrelas-cesto devido ao movimento de seus braços delgados, articulados e flexíveis (Ruppert & Barnes, 1996, Brusca & Brusca, 2007). Estes animais são bentônicos e podem habitar todas as profundidades desde a zona intertidal à zona abissal, em diferentes latitudes. Além disso, são comumente encontrados em fendas, sob pedras ou associados a outros animais (Tahera, 2001, Barboza & Borges, 2012). Os ofiuróides apresentam hábitos alimentares diversos, podendo ser predadores, necrófagos, suspensívoros e comedores de depósitos (Hendler, 1991, Brusca & Brusca, 2007). Estes animais possuem importante papel ecológico nas comunidades marinhas, pois ocupam variados níveis tróficos e diferentes hábitats (Ventura *et al*., 2006).

Os ofiuróides podem se reproduzir de forma sexuada e assexuada. Muitas espécies são dióicas e se reproduzem sexuadamente por meio da liberação dos gametas na coluna d'água, seguida de fertilização externa. Desta forma, ocorre troca de material genético e consequente aumento na variabilidade genética na população. Isto permite que os organismos tenham mais chances de se adaptar às mudanças no ambiente (Emson & Wilkie, 1980, McGovern, 2002a). Esta estratégia reprodutiva também tem um papel importante na dispersão da espécie, pois promove a formação de larvas. Estas ficam suspensas na coluna d'água e podem ser transportadas para regiões distantes e, assim, colonizá-las (McGovern, 2002b). A reprodução sexuada de espécies fissíparas de ofiuróides, em muitos casos, não é conhecida em detalhes. Em algumas espécies, nota-se que a reprodução sexuada pode ocorrer durante a maior parte do ano, porém um recrutamento bem sucedido acontece raramente. (Hendler, 1991).

Segundo Hendler (1991), a reprodução assexuada (clonal) torna-se predominante entre a maioria das espécies fissíparas. Esta promove a formação de indivíduos geneticamente iguais (clones). Ela permite que a população cresça em número e se mantenha (Emson & Wilkie, 1980). A capacidade de fissionar o disco (fissiparidade) é o único modo de reprodução assexuada dos ofiuróides, que ocorre

em poucas espécies da classe Ophiuroidea (apenas em 2,2%). Esse processo promove a divisão do disco central do animal em duas partes. Como esses animais são dotados de grande capacidade de regeneração, as duas metades com seus braços correspondentes originam novos animais de tamanhos semelhantes (Clark, 1967, Hendler, 1991, Mladenov, 1996). A formação de clones permite que os genótipos mais bem adaptados ao ambiente se propaguem com mais rapidez na população e dominem uma área geográfica maior (Emson & Wilkie, 1980). Estas espécies, geralmente, apresentam uma extensa distribuição geográfica e ocorrem em grandes densidades (Mladenov, 1996). A fissiparidade é mais comum entre a classe Ophiuroidea do que em outras classes de equinodermos, como Asteroidea. Esta última possui 30 famílias, dentre as quais somente duas incluem espécies fissíparas. Já a Classe Ophiuroidea compreende 18 famílias, e nove destas possuem espécies que fazem este tipo de reprodução assexuada (Clark, 1997). Segundo Mladenov (1996), 45 espécies de ofiuróides são capazes de se reproduzirem por fissiparidade.

Muitos destes ofiuróides possuem um corpo adulto pequeno, hábito epifítico ou epizóico e uma distribuição tropical (Emson & Wilkie, 1980, Mladenov *et al*., 1983). A maioria das espécies do gênero *Ophiothela* VERRILL 1867, pertencente à família Ophiotrichidae, possui essas características. Elas são originárias dos oceanos Índico e Pacífico e distribuem-se desde a costa leste da África do Sul à costa oeste da Índia, como também em parte da costa oeste da Austrália e América Central (Hendler *et al*., 2012, Ventura *et al.*, *in prep*). A taxonomia do gênero é mal compreendida até o momento devido, especialmente, às variações nas estruturas de importância taxonômica promovidas pela fissão e regeneração do corpo e às pequenas dimensões corporais (Ventura *et al.*, *in prep*).

O ofiuróide *Ophiothela* cf. *mirabilis* (Figura 1) é uma espécie com hábito epizóico. Os indivíduos dessa espécie são frequentemente encontrados associados às gorgônias, esponjas e corais de fogo, além de outros equinodermos. Eles se aderem aos hospedeiros por meio do entrelaçamento de seus braços que possuem espinhos em forma de gancho (Mladenov, 1996, Goh *et al*., 1999, Tahera, 2001, Ventura *et al*., *in prep*). Dentre as principais características morfológicas, destaca-se a presença de seis braços (que variam em comprimento de 6 a 10 mm), o disco pequeno (com diâmetro do disco em torno de 2 a 3 mm) e uma coloração conspícua que pode variar de amarelo e laranja a vermelho amarronzado ou azul, contrastando com a coloração do hospedeiro (James, 1982, James, 1995, Tahera, 2001).

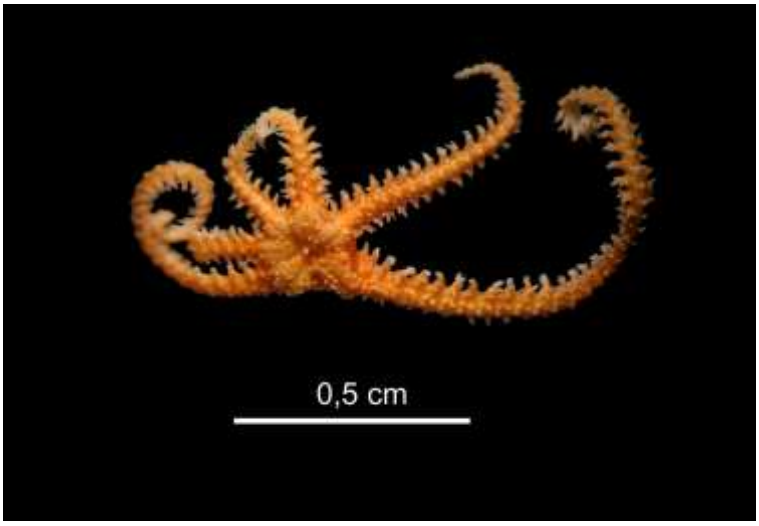

Figura 1 – *Ophiothela* cf. *mirabilis*. Vista aboral. Fonte: Ventura *et al.* (*in prep.*)

A espécie em estudo é nativa do Oceano Pacífico (Ilhas Fiji). Esta espécie é certamente não indígena e pode ser considerada potencialmente invasora (Colautti & MacIsaac, 2004) na costa brasileira, pois já ocorre em longas extensões e é localmente abundante (há registros na costa dos estados do Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia) (Ventura *et al*., *in prep*). Segundo Hendler *et al*. (2012), o primeiro registro da espécie identificada como *Ophiothela* cf. *mirabilis* no Brasil foi no ano 2000 na Ilha do Pai, próxima à praia de Itaipu, em Niterói, Rio de Janeiro. Ainda não há qualquer registro contundente de impactos negativos causados pela sua presença na costa brasileira. Provavelmente, seu aparecimento no litoral brasileiro ocorreu devido ao transporte intermediado por atividades humanas de comércio e exploração de petróleo. Tais atividades se devem à crescente globalização e ao aumento do comércio internacional. Com isso, espécies vêm sendo transferidas de seus locais de origem para outras áreas, muitas vezes acidentalmente. Ao encontrar condições ambientais adequadas à sua sobrevivência (alimentação e condições físico-químicas adequadas, além da ausência de competidores e predadores) elas podem se estabelecer no local e tornarem-se mais adaptadas à captação de recursos do que as espécies nativas. Isto pode causar o declínio das populações nativas e até extinção local (Lopes *et al*., 2009). Sua baixa especificidade por hospedeiro ajuda na colonização de novos territórios. Sabe-se muito pouco sobre a sua biologia para inferir hipóteses sobre seu potencial impacto nas comunidades recifais do Atlântico (Hendler *et al*., 2012).

2 – Objetivos

2.1 - Objetivo Geral

Descrever a estrutura populacional de *Ophiothela* cf. *mirabilis* em duas localidades do litoral do estado do Rio de Janeiro distantes cerca de 300 km durante o ano de 2012.

2.2 - Objetivos Específicos

- Avaliar a incidência da reprodução assexuada (fissão) em *Ophiothela* cf. *mirabilis* ao longo do tempo em duas localidades do litoral do estado do Rio de Janeiro.
- Descrever a distribuição de tamanho dos indivíduos de *Ophiothela* cf. *mirabilis* nas duas localidades, ao longo do ano de 2012.
- Estimar os parâmetros de crescimento corporal nas duas populações analisadas.
- Verificar vestígios de reprodução sexuada e recrutamento dos indivíduos de *Ophiothela* cf. *mirabilis* nas duas localidades, ao longo do ano de 2012.

3 - Justificativa

Conhecer a estrutura populacional e a capacidade potencial de dispersão da espécie *Ophiothela* cf. *mirabilis*, ainda não descritas, mesmo em sua região original, é relevante para possibilitar ações efetivas de controle populacional. Como se trata de uma espécie não indígena e com características invasoras, será possível executar medidas preventivas e/ou corretivas para evitar ou minimizar danos futuros às populações nativas. Ao se constatar tal impacto negativo, quaisquer medidas futuras de conservação da fauna marinha nativa brasileira afetada dependerão fundamentalmente de informações fidedignas da estrutura das populações desta espécie.

4- Material e Métodos

4.1 - Área de Estudo

Os espécimes de *Ophiothela* cf. *mirabilis* utilizados neste estudo foram coletados em duas localidades no estado do Rio de Janeiro, nos municípios de Angra dos Reis (23º00’24”S; 44º19’05”W) e Armação de Búzios (22º44’49”S; 41º52’54”W).

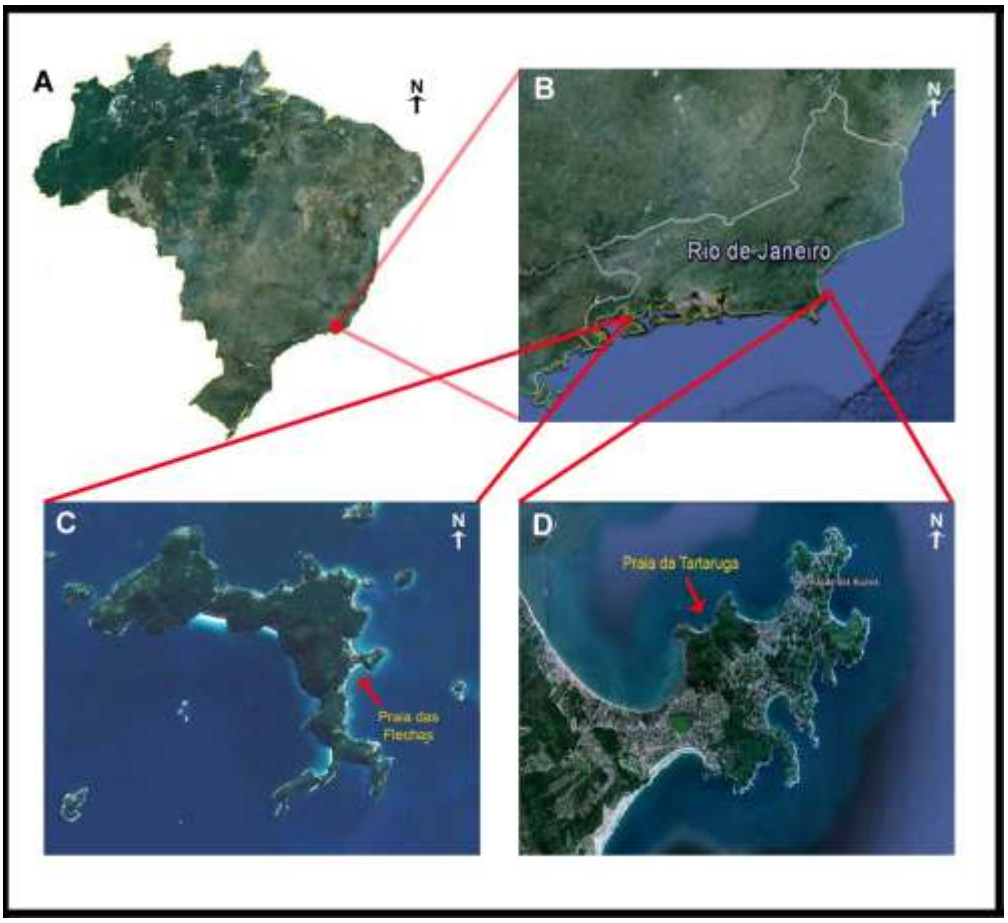

Figura 2 – Localização das áreas amostradas no estado do Rio de Janeiro. N = norte geográfico. Fonte: Google Earth. A = mapa do Brasil; B = mapa do estado do Rio de Janeiro; C = Ilha da Gipóia, Angra dos Reis, com a Praia das Flechas em destaque; D = Armação de Búzios com a Praia da Tartaruga em destaque.

O município de Angra dos Reis está situado no sul do estado e possui aproximadamente 819 km^2 de extensão, onde 626 km² correspondem à parte continental e 193 km² à parte insular (Soares, 2006). Seu território é caracterizado pela predominância do bioma Mata Atlântica e pela proximidade da Serra do Mar. O litoral apresenta-se muito recortado, originando várias enseadas e regiões abrigadas (Moschen, 2007). Duas mil praias, aproximadamente, estão distribuídas tanto na porção continental quanto na insular. Esta última compreende 365 ilhas (Castro *et al*., 1999).

O clima de Angra do Reis é quente e úmido. Além disso, apresenta níveis de precipitação elevados quando comparado ao clima dos demais municípios litorâneos do estado. Isso se deve à escarpa íngreme e costeira que produz chuvas orográficas, ou seja, quando a precipitação é causada pelo encontro da massa de ar com o relevo. Por isso, não é possível definir uma estação seca ao longo do ano como o inverno nos outros municípios costeiros do estado (Souza, 2003).

Dentre as ilhas, pode-se destacar a Ilha Grande e a Ilha da Gipóia. Ambas possuem grande potencial turístico e ambiental. A Ilha Grande é considerada santuário ecológico, pois sua costa abriga uma variedade de fisionomias ambientais. Dentre estas, pode-se citar: áreas de floresta ombrófila densa, manguezais, restingas, costões rochosos, brejos, lagoas, estuários, recifes de corais, entre outros ambientes. Portanto, é uma região considerada rica em recursos ambientais e naturais que apresenta grande biodiversidade (Lima *et al.,* 2010). Esta ilha é um distrito do município e a maior ilha do estado, além de ser a terceira maior do Brasil (Santos, 2012). A Ilha da Gipóia é a segunda maior da Baía da Ilha Grande e está situada a sudoeste da enseada de Angra dos Reis. Também se encontra coberta por vegetação ombrófila densa e apresenta uma grande variedade de ambientes como os citados acima (Moschen, 2007).

A Baía da Ilha Grande sofre influência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e da Água Costeira (AC). A ACAS é uma massa d'água de baixa temperatura (entre 6º e 20ºC), com grande variação de salinidade (entre 34,6 e 36 ups) e rica em nutrientes (Silveira *et al*., 2000). Ela exerce maior influência no verão e promove uma termoclina marcante onde há contraste entre águas frias no fundo (que apresentam alto teor de nutrientes) e águas quentes (oligotróficas) na superfície. Os altos níveis de precipitação no verão promovem a diminuição da salinidade nas águas superficiais. No inverno, a região sofre maior influência da AC (Creed *et al*., 2007). Esta massa d'água apresenta flutuação da sua temperatura e salinidade ao longo do tempo. Isso se deve à influência de águas provenientes de drenagem continental e de massas d'água oceânicas e de plataforma (Júnior, 2008). Porém, ao ser comparada com a ACAS, a AC é caracterizada como uma massa d'água quente e com salinidade mais baixa (Creed *et al*., 2007).

Segundo Signorini (1980), há predomínio de ventos dos quadrantes sudeste (SE) e nordeste (NE) na Baía da Ilha Grande. Os ventos dos quadrantes sul e sudoeste precedem as frentes frias e podem provocar a formação de ondas de maior amplitude nas áreas desprotegidas.

As coletas foram realizadas na Praia das Flechas (23°03'4.21"S; 44°20'52.10"W), a qual está localizada em uma enseada na porção leste da Ilha da Gipóia. Devido ao seu posicionamento, esta praia apresenta-se muito pouco exposta ao embate de ondas. A mesma está limitada por ambientes rochosos nas suas extremidades. Os ofiuróides foram coletados em fundos rochosos próximos ao limite leste da praia.

Figura 3 – Localização da estação de coleta na Baía da Ilha Grande: Praia das Flechas, Ilha da Gipóia, Angra dos Reis, RJ. Fonte: Google Earth. N = norte geográfico.

O município de Armação de Búzios está localizado na região sudeste do estado do Rio de Janeiro. Seu território ocupa a área de 71,7 km^2 que corresponde a uma porção continental e outra peninsular. Há mais de 20 praias em ambas as porções (Barbosa, 2003).

Esta região é mais seca do que outros municípios do estado. Isso se deve à baixa precipitação no local que é causada pela mudança abrupta na linha da costa, pelo fenômeno da ressurgência, como também, pelo afastamento da Serra do Mar e regime de ventos predominantes do quadrante nordeste-leste (NE-E) (Barbosa, 2003; Dantas, 2005). Pode ocorrer até cinco meses de seca ao longo do ano (Dantas *et al.*, 2009).

A vegetação presente em Armação de Búzios corresponde ao padrão climático, caracterizada por uma variedade de fisionomias vegetais, por exemplo: vegetação lenhosa decidual com plantas suculentas e espinhosas, áreas de florestas e restingas (Dantas *et al*., 2009).

Em relação ao aspecto oceanográfico, a Corrente do Brasil (CB) e a Corrente das Malvinas (CM) promovem grande influência na região. A CB é composta principalmente pela Água Tropical (AT). Sendo assim, se caracteriza por temperaturas mais elevadas (acima de 20ºC) e alta salinidade (acima de 36 ups). Esta flui paralela à costa, em direção ao sul (Silveira *et al*., 2000). A CM é fria devido à predominância da massa d'água ACAS (de baixa temperatura, entre 6º e 20ºC, alta salinidade, entre 34,6 e 36 ups, e alta concentração de nutrientes) (Silveira *et*

al., 2000). Esta flui em direção ao norte, contrária à CB. No inverno, as duas correntes se encontram na área de convergência subtropical. Com isso, parte da CM afunda ocupando uma posição inferior à CB. Predominantemente durante a primavera e o verão, ocorre o fenômeno da ressurgência. Os ventos do quadrante NE-E deslocam grande parte das águas superficiais em direção contrária à costa (90°) (transporte de Ekman, relacionado à força de Coriolis), o que permite que as águas profundas (ACAS) ascendam próximo ao litoral (Silveira *et al*., 2000). Isto promove um aporte local significativo de nutrientes e um consequente aumento da riqueza e abundância da fauna marinha nesta região (Barbosa, 2003).

Os ventos predominantes na região nos meses de novembro a fevereiro são ventos de nordeste enquanto os ventos de sudoeste possuem maior influência de março a junho e agosto a setembro (Fonseca, 1998).

Em Armação de Búzios, as coletas foram realizadas na Praia da Tartaruga (22°45'21.77"S; 41°54'14.50"W). Os indivíduos foram amostrados na porção leste da praia. Este ponto de coleta situa-se, mais especificamente, próximo ao matacão (afloramento rochoso) conhecido como “Pedra da Tartaruga”.

Figura 4 – Localização da estação de coleta em Armação de Búzios, RJ: Praia da Tartaruga. Fonte: Google Earth. N = norte geográfico.

Indivíduos de *Ophiothela* cf. *mirabilis* foram coletados mensalmente nas duas praias, entre janeiro e dezembro de 2012, exceto no mês de março na Praia da Tartaruga devido às más condições do mar.

4.2 - Coleta de Material Biológico

Em ambos os pontos de coleta, os indivíduos de *Ophiothela* cf. *mirabilis* foram capturados por meio de mergulho livre, sempre associados às esponjas hospedeiras *Desmapsamma anchorata* (CARTER, 1882) e *Aplysina fulva* (PALLAS, 1766) na Praia das Flechas e na Praia da Tartaruga, respectivamente. Isso só não ocorreu no mês de fevereiro na Praia da Tartaruga quando os espécimes foram coletados junto ao coral de fogo *Millepora alcicornis* LINNAEUS, 1758. Estes hospedeiros foram retirados do substrato manualmente, com o auxílio de faca de mergulho a, aproximadamente, 1,5m de profundidade e colocados em sacos plásticos espessos. Os mesmos foram utilizados com o intuito de evitar a perda de indivíduos através da malha dos sacos de coleta (samburás). Um a dois exemplares de esponjas hospedeiras foram coletados em cada mês de estudo, de acordo com a abundância de *O.* cf. *mirabilis* sobre eles. Estes foram escolhidos por meio de contato visual. Sempre que possível, os animais foram transportados vivos até o laboratório em recipientes contendo água salgada, para posterior contagem e fixação em etanol 70%. Quando este procedimento tornava-se inviável, os ofiuróides foram contados e fixados em campo da mesma maneira. Antes de fixá-los, os exemplares foram colocados em um recipiente contendo água doce para que permanecessem com os braços esticados. Esse procedimento facilitou a análise no laboratório. Quando colocados diretamente no etanol 70%, os ofiuróides contorciam os braços, dificultando sua posterior manipulação.

Figura 5 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Associação *de Aplysina fulva* com *O.* cf. *mirabilis*.

Figura 6 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Associação de *Desmapsamma anchorata* com *O.* cf. *mirabilis*.

4.3 - Análise no laboratório

A análise em laboratório ocorreu em cinco fases: (1) contagem e classificação dos espécimes de *O*. cf. *mirabilis* em categorias de acordo com os estágios de regeneração do disco, (2) medição do diâmetro da região delimitada pelos escudos orais dos indivíduos, (3) dissecção das esponjas hospedeiras, (4) análise estatística e (5) descalcificação dos espécimes.

Os indivíduos foram classificados primeiramente em três categorias gerais sob o microscópio estereoscópico: (1) aqueles com discos inteiros, (2) aqueles com discos em regeneração e (3) com discos recém-partidos. Como critério para classificação, adotou-se:

- Discos inteiros – indivíduos com discos intactos, sem sinais de fissão e/ou regeneração, portando todos os seis braços.
- Discos em regeneração – indivíduos apresentando sinais evidentes de regeneração do disco, ou seja, apresentando mais de 50% e menos de 100% de um disco normal.
- Discos recém-partidos – indivíduos com o disco fissionado sem sinais de regeneração.

Dentro de cada categoria, os ofiuróides foram subdivididos de acordo com o número de braços em regeneração e com o grau de partição do disco. Na classe dos discos inteiros, os indivíduos foram organizados em grupos com dois, três, quatro, cinco ou todos os braços em regeneração, além daqueles considerados intactos, com todos os braços de tamanhos proporcionais, sem sinais de regeneração. Neste caso, foram encontrados espécimes com cinco, seis e sete

braços. Indivíduos com seis braços são os mais comuns nesta espécie, de acordo com sua descrição (Verrill, 1867). Já na classe dos recém-partidos, alguns indivíduos foram classificados como recém-partidos com menos da metade do disco. Os espécimes de cada categoria foram acondicionados em recipientes separados contendo etanol 70%.

O número máximo de 50 indivíduos para cada categoria geral (inteiro, em regeneração e recém-partido) foi utilizado para a medição do diâmetro da região delimitada pelos escudos orais, quando presentes. Mediu-se o diâmetro de cada ofiuróide por meio do microscópio digital Flat Digital Microscope (2M Pixels; Oasis Scientific Inc) e do programa que o acompanha. Ao término das medições, os indivíduos foram conservados em recipientes de vidro com etanol 70%, devidamente etiquetados. A região delimitada pelos escudos orais e o diâmetro total do disco de 50 espécimes foram medidos para verificar a relação entre estas duas dimensões. Esta relação é forte e positiva, o que significa que os valores mensurados estão muito relacionados ($y = 1,8168x – 0,137$; $r^2 = 0,744$). Portanto, a medida da região delimitada pelos escudos orais foi escolhida devido ao seu contorno regular (Figura 7). Desta forma, pode ser comparada entre os demais espécimes analisados, ao contrário do diâmetro total, que se mostra constantemente irregular.

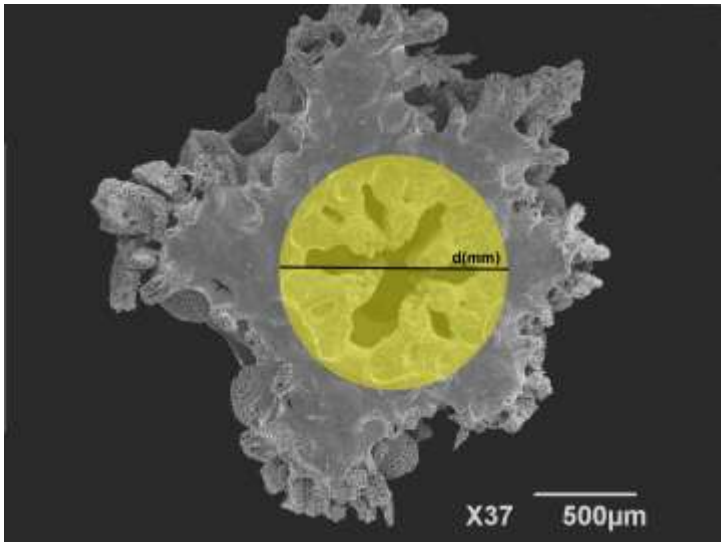

Figura 7 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Região delimitada pelos escudos orais escolhida para a medição dos valores de diâmetro.

As esponjas hospedeiras foram dissecadas com auxílio de uma tesoura por meio de cortes longitudinais e observadas ao microscópio estereoscópico para verificar a existência de ofiuróides pequenos, recém-metamorfoseados (assentados), no interior das mesmas.

Para a análise estatística, foi usado o programa PAST (Paleontological Statistics - Versão 2.17). Primeiramente, foi realizado o teste de normalidade (Shapiro-Wilk) para verificar a distribuição dos dados. Estes assumiram uma distribuição unimodal assimétrica, com a moda deslocada para a esquerda ($p<0,05$). Após transformação matemática dos dados (log x+1), a distribuição não alcançou a normalidade. Diante disso, foi utilizado o teste não paramétrico para a sua análise. Os dados foram analisados em par através do teste Mann-Whitney, que corresponde ao teste T (da análise paramétrica) para duas amostras independentes (Zar, 1984).

O programa FISAT II (FAO-ICLARM Stock Assessment Tool – Versão 1.2.2) foi utilizado para gerar o modelo de crescimento de von Bertalanffy a partir dos dados de tamanho dos indivíduos nas duas populações analisadas. A equação de von Bertalanffy (von Bertalanffy, 1938) é definida pela função:

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t0)}],$$

onde L_t = diâmetro do disco no tempo t; L_∞ = diâmetro máximo teórico que a espécie pode atingir; K = taxa de crescimento; t = tempo referenciado; t_0 = tempo inicial.

Este programa adota um modelo de sazonalidade, portanto, leva-se em consideração valores de C (parâmetro que expressa a amplitude da oscilação sazonal do crescimento) e W.P. (Winter Point, que equivale ao período do ano em que a taxa de crescimento é mais baixa). Porém, não foi admitido período de sazonalidade para as populações de *O.* cf. *mirabilis* analisadas, ou seja, atribuiu-se o valor zero para esses parâmetros. Desta forma, retornou-se à versão original do programa. Dentro deste, foram utilizadas as rotinas Shepherd, para estimar os valores iniciais dos parâmetros K e L_∞ necessários para que o programa forneça os melhores ajustes da curva (sementes), e ELEFAN I, para traçar as curvas de crescimento para cada localidade. A rotina ELEFAN I fixa o valor de K e permite a variação do L_∞ para encontrar o melhor ajuste da curva (Rn). Também foi possível estimar o índice de performance de crescimento (Φ'). O parâmetro Φ' é calculado pela fórmula:

$$\Phi' = 2 \log_{10}(L_\infty) + \log_{10}K$$

Com a finalidade de verificar a presença de gônadas, alguns espécimes com disco inteiro provenientes de coletas extras nas mesmas localidades, foram submetidos a dois procedimentos. Primeiramente, os indivíduos foram dissecados com auxílio de um bisturi sob o microscópio estereoscópico. Os braços de cada indivíduo foram retirados para possibilitar a remoção da cobertura superior do disco.

Esta, ao ser manipulada, se destaca da região oral do animal com certa facilidade. Com isso, foi possível a observação de sua região interna. Retirou-se uma parte do tecido interno de cada espécime para análise histológica. Como a quantidade deste material foi sempre muito pequena, não foi possível sua inclusão em parafina para a realização dos cortes histológicos. Portanto, outra tentativa foi realizada para que o processo de histologia pudesse ser feito. Utilizou-se o método de descalcificação do disco, onde todas as suas estruturas calcificadas são dissolvidas permanecendo somente o tecido mole. Isso foi feito para a identificação de tecido gonadal nas regiões dos interraios (entre os braços). Os ofiuróides foram imersos em duas substâncias por cerca de 4 horas para testar qual seria a mais eficiente para a descalcificação: (1) solução de ácido fórmico a 10% e formol a 5% e (2) EDTA. Ambas promoveram o mesmo resultado. Foi possível observar, por transparência, a região interna dos indivíduos.

5 - Resultados

Nas duas áreas de estudo, foram coletados 3472 ofiuróides (2084 na Praia das Flechas e 1388 na Praia da Tartaruga) durante os meses de janeiro a dezembro de 2012, exceto no mês de março na Praia da Tartaruga. Dentre estes, 2284 indivíduos foram medidos (Tabela 1).

Tabela 1 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Número de indivíduos coletados e medidos por coleta, mês, localidade e hospedeiro.

Coleta	Mês	Localidade	Hospedeiro	Nº de Ind Coletados	Nº de Ind Medidos
1	Janeiro	P. Flechas - Angra	*Desmapsamma anchorata*	89	56
2	Janeiro	P. Tartaruga - Búzios	*Aplysina fulva*	138	102
3	Fevereiro	P. Flechas - Angra	*Desmapsamma anchorata*	151	126
4	Fevereiro	P. Tartaruga - Búzios	*Aplysina fulva*	275	91
5	Março	P. Flechas - Angra	*Desmapsamma anchorata*	167	134
6	Abril	P. Flechas - Angra	*Desmapsamma anchorata*	181	140
7	Abril	P. Tartaruga - Búzios	*Aplysina fulva*	32	32
8	Maio	P. Tartaruga - Búzios	*Aplysina fulva*	81	60
9	Maio	P. Flechas - Angra	*Desmapsamma anchorata*	146	122
10	Junho	P. Flechas - Angra	*Desmapsamma anchorata*	257	104
11	Junho	P. Tartaruga - Búzios	*Aplysina fulva*	129	86
12	Julho	P. Flechas - Angra	*Desmapsamma anchorata*	333	135
13	Julho	P. Tartaruga - Búzios	*Aplysina fulva*	48	48
14	Agosto	P. Tartaruga - Búzios	*Aplysina fulva*	153	120
15	Agosto	P. Flechas - Angra	*Desmapsamma anchorata*	125	84
16	Setembro	P. Flechas - Angra	*Desmapsamma anchorata*	218	150
17	Setembro	P. Tartaruga - Búzios	*Aplysina fulva*	214	123
18	Outubro	P. Flechas - Angra	*Desmapsamma anchorata*	77	71
19	Outubro	P. Tartaruga - Búzios	*Aplysina fulva*	122	69
20	Novembro	P. Tartaruga - Búzios	*Aplysina fulva*	105	105
21	Novembro	P. Flechas - Angra	*Desmapsamma anchorata*	120	118
22	Dezembro	P. Tartaruga - Búzios	*Aplysina fulva*	91	73
23	Dezembro	P. Flechas - Angra	*Desmapsamma anchorata*	220	135
Total				3472	2284

Dos 3472 ofiuróides coletados, 2037 foram classificados como espécimes com disco inteiro (58,7%). A categoria daqueles com disco em regeneração representou

21,6% (749 indivíduos). Já a categoria dos espécimes com disco recém-partido, composta por 686 indivíduos, representou 19,8% do total coletado. Dentro da categoria dos espécimes com disco inteiro, os ofiuróides com três braços em regeneração foram os mais representativos (62,8%), enquanto que aqueles com sete braços foram os menos abundantes (0,03%) (Tabela 2). O número de indivíduos em cada categoria foi significativamente diferente entre as populações analisadas, o que foi constatado pela aplicação do teste Qui-quadrado (χ^2 = 69,91, g.l. = 2; α = 0,05; p<0,001). O mesmo foi realizado comparando-se o número total de indivíduos em cada categoria geral entre as duas localidades amostradas.

Tabela 2 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Classificação dos espécimes coletados de acordo com estágio de regeneração do disco e dos braços. A.0 = intacto com 6 braços; A.0.1 = intacto com 5 braços; A.0.2 = intacto com 7 braços; A.1 = disco inteiro com 3 braços em regeneração; A.2 = disco inteiro com 4 braços em regeneração; A.3 = disco inteiro com 5 braços em regeneração; A.4 = disco inteiro com todos os braços em regeneração; A.5 = disco inteiro com 2 braços em regeneração; B = disco em regeneração; C = disco recém-partido; C.1 = recém-partido com menos da metade do disco. Numeração das coletas é mesma identificada na Tabela 1.

Coleta	A.0	A.0.1	A.0.2	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	B	C	C.1	Total
1	0	0	0	15	13	12	1	0	15	33	0	89
2	0	0	0	27	18	16	20	0	10	42	5	138
3	0	0	0	22	16	12	3	0	26	63	9	151
4	0	0	0	59	78	75	22	0	17	24	0	275
5	10	0	0	41	10	15	4	0	37	47	3	167
6	6	0	0	56	6	1	0	0	40	69	3	181
7	4	0	0	11	3	4	0	0	2	8	0	32
8	1	0	0	12	13	17	26	2	8	2	0	81
9	1	0	0	66	4	0	0	1	48	24	2	146
10	12	3	0	166	12	6	2	2	23	31	0	257
11	8	0	1	75	7	0	2	0	26	10	0	129
12	38	0	0	124	19	0	0	3	112	35	2	333
13	4	0	0	25	7	1	0	2	8	1	0	48
14	19	0	0	43	11	3	0	7	29	41	0	153
15	13	1	0	64	3	2	0	7	21	13	1	125
16	11	0	0	76	2	0	0	6	50	72	1	218
17	5	0	0	79	7	1	0	1	97	23	1	214
18	12	0	0	30	10	3	0	1	9	12	0	77
19	22	0	0	71	6	4	0	0	18	1	0	122
20	3	1	0	25	7	1	1	1	35	31	0	105
21	0	0	0	47	2	1	0	2	35	33	0	120
22	5	0	0	45	10	5	3	0	18	5	0	91
23	0	0	0	101	7	3	1	4	65	35	4	220
Total	174	5	1	1280	271	182	85	39	749	655	31	3472

A fissão ocorreu durante todo o ano de 2012 nas duas populações analisadas evidenciado pela proporção de espécimes recém-fissionados e com os discos em regeneração em relação ao número total de espécimes coletados em cada mês (Figura 8 e 9). Não houve um período marcado por uma maior frequência de fissão.

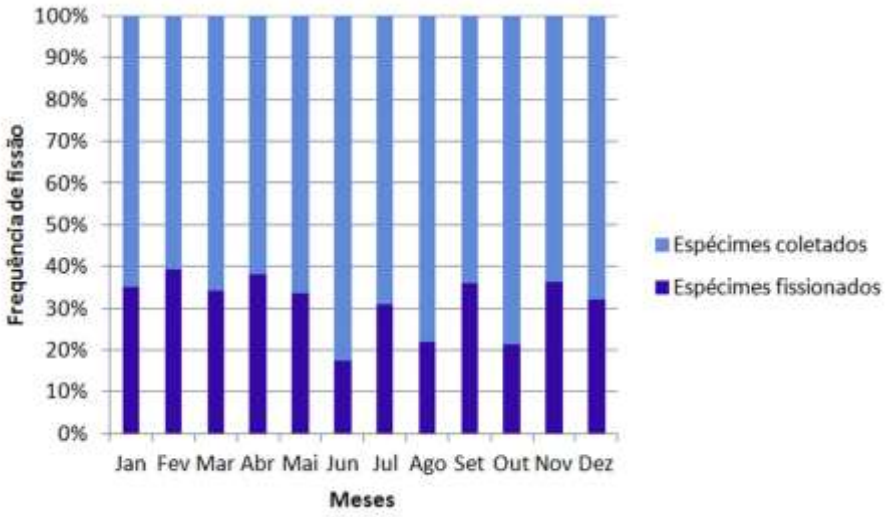

Figura 8 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* - Frequência de fissão na população da Praia das Flechas (Angra dos Reis). As barras maiores (cor: azul claro) representam os espécimes coletados e as menores (cor: azul escuro), os espécimes recém-fissionados e com discos em regeneração.

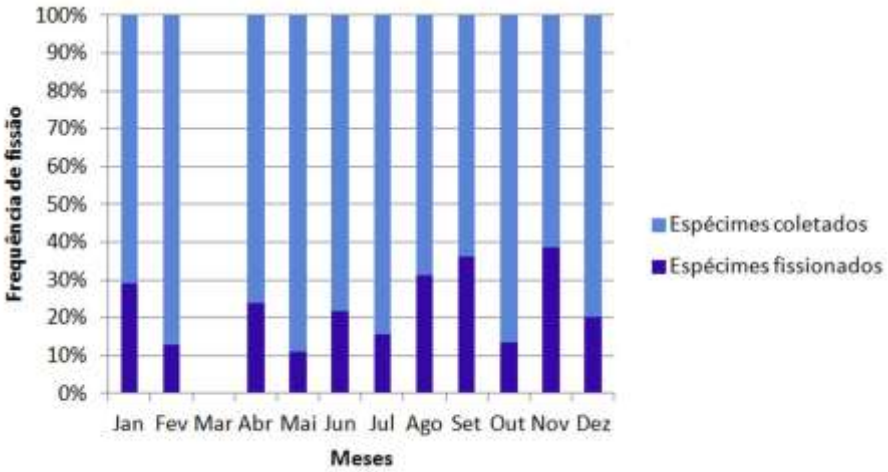

Figura 9 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* - Frequência de fissão na população da Praia da Tartaruga (Armação de Búzios). As barras maiores (cor: azul claro) representam os espécimes coletados e as menores (cor: azul escuro), os espécimes recém-fissionados e com discos em regeneração.

Na população da Praia das Flechas, a maior frequência relativa nos primeiros meses do ano (janeiro a abril) intercalou-se entre indivíduos com discos inteiros e discos recém-partidos. Nos meses seguintes, a classe mais representativa foi de ofiuróides com discos inteiros (Tabela 3). O mesmo não foi registrado na população da Praia da Tartaruga, onde os indivíduos com discos inteiros representaram a maior frequência relativa durante todo o período analisado. Isso só não ocorreu no

mês de setembro, onde a classe mais representativa foi de indivíduos com discos em regeneração (Tabela 4).

Tabela 3 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Categoria mais representativa por mês na Praia das Flechas. A= disco inteiro; C = disco recém-partido.

Meses	Categoria	Frequência relativa (%)
Janeiro	A	46,1
Fevereiro	C	47,7
Março	A	47,9
Abril	C	39,8
Maio	A	49,3
Junho	A	79
Julho	A	55,3
Agosto	A	72
Setembro	A	43,6
Outubro	A	72,7
Novembro	A	43,3
Dezembro	A	52,7

Tabela 4 - *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Categoria mais representativa por mês na Praia da Tartaruga. A = disco inteiro; B = disco em regeneração.

Meses	Categoria	Frequência relativa (%)
Janeiro	A	63,3
Fevereiro	A	85,1
Março	-	-
Abril	A	68,8
Maio	A	87,7
Junho	A	72,1
Julho	A	81,2
Agosto	A	54,2
Setembro	B	45,3
Outubro	A	84,4
Novembro	A	37,1
Dezembro	A	74,7

Os dados de diâmetro foram agrupados em classes de tamanho de 0,5 a 1,499mm, de acordo com o Algoritmo de Sturges, com classes de intervalo de 0,1mm. Em todas as coletas, foram encontrados indivíduos pertencentes à classe de tamanho (diâmetro) 0,7 a 0,799mm. A distribuição dos dados é unimodal e assimétrica com a moda deslocada para a esquerda em relação à curva da normalidade (Figura 10). As classes mais frequentes foram entre 0,7 e 0,899mm em ambas as localidades para todas as categorias (Figura 11).

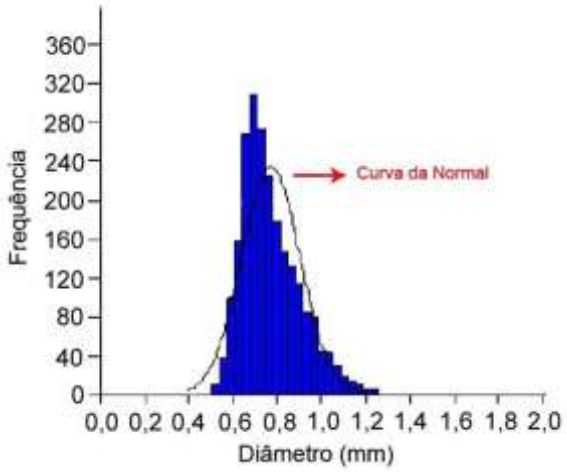

Figura 10 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* - Distribuição unimodal e assimétrica dos diâmetros da região delimitada pelos escudos orais do disco dos indivíduos coletados na Praia das Flechas (Angra dos Reis) e na Praia da Tartaruga (Armação de Búzios). Distribuição normal esperada está representada pela linha contínua.

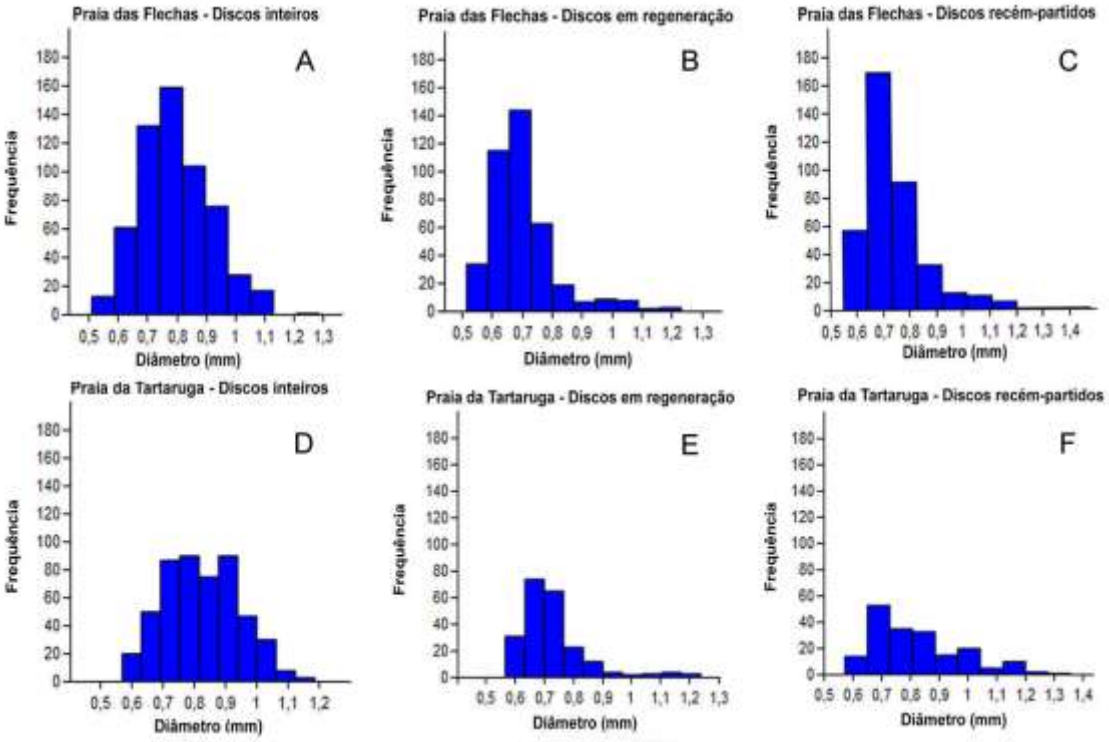

Figura 11 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Distribuição dos diâmetros da região delimitada pelos escudos orais dos discos dos indivíduos, dispostos por categoria e por localidade. As categorias da Praia das Flechas estão representadas pelas letras A, B e C, e as categorias da Praia da Tartaruga estão representadas pelas letras D, E e F.

Os valores dos diâmetros medidos distribuíram-se entre 0,5 a 1,499mm nas duas localidades ao longo do tempo. Considerando as duas populações, os tamanhos máximo e mínimo dos indivíduos com disco inteiro foram 1,284mm e 0,506mm, respectivamente. Na categoria daqueles que possuíam disco em regeneração, o valor máximo encontrado foi 1,236mm enquanto o mínimo foi 0,511mm. Já na categoria dos indivíduos com disco recém-partido, registrou-se o

valor máximo de diâmetro de 1,477mm e o mínimo de 0,517mm (Tabela 5). Em geral, os valores mínimos diferiram pouco entre si (em escala centesimal), enquanto a variação dos valores máximos foi dez vezes maior (em escala decimal) (Tabela 5).

Tabela 5 - *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Valores máximos e mínimos de cada categoria por localidade e seu respectivo mês de coleta.

Localidade	Categoria	Tamanho Máximo e Mínimo (mm)	Mês
Praia das Flechas	Inteiros	1,284	Fevereiro
		0,506	Outubro
	Em Regeneração	1,228	Fevereiro
		0,511	Outubro
	Recém-partidos	1,477	Fevereiro
		0,547	Junho
Praia da Tartaruga	Inteiros	1,185	Janeiro
		0,565	Julho
	Em Regeneração	1,236	Janeiro
		0,563	Agosto
	Recém-partidos	1,354	Janeiro
		0,517	Agosto

Sendo assim, considerando as duas populações e as três categorias, constata-se que os tamanhos máximos dos espécimes foram registrados nos primeiros meses do ano (janeiro na Praia da Tartaruga e fevereiro na Praia das Flechas), enquanto a presença dos indivíduos com os menores diâmetros foi registrada a partir do segundo semestre (junho e outubro na Praia das Flechas e julho e agosto na Praia da Tartaruga).

A média dos valores de diâmetro de cada categoria em cada localidade variou pouco de acordo com os seus coeficientes de variação (CV) (Tabela 6). Esta flutuou de 0,5 a 1,1mm na população da Praia das Flechas e de 0,6 a 1,2mm na população da Praia da Tartaruga. Na Praia das Flechas, a média correspondente às medidas dos discos inteiros (CV = 15%) teve um pico no mês de fevereiro (0,964mm) e seu ponto mais baixo em outubro (0,659mm). A média dos valores de diâmetro dos discos em regeneração (CV = 16%) atingiu um valor máximo em fevereiro (0,979mm) e mínimo em outubro (0,597mm), assim como para a categoria dos discos inteiros. Já a média dos valores pertencentes à categoria dos recém-partidos (CV = 16,9%), atingiu o pico também em fevereiro (0,977mm) e teve queda em julho (0,648mm) (Figura 12). Na Praia da Tartaruga, para os valores pertencentes à categoria dos discos inteiros (CV = 14,5%), obteve-se a média em seu ponto mais

alto no mês de janeiro (0,955mm) e mais baixo em julho (0,674mm). Para a categoria em regeneração (CV = 16,4%), a média mais alta também foi encontrada no mês de janeiro (1,107mm) e a mais baixa foi no mês de agosto (0,665mm). Já para a média dos valores de diâmetro referentes aos espécimes com disco recém-partido (CV = 18,9%), a mais alta ocorreu no mês de janeiro (1,016mm), assim como nas outras categorias, e a mais baixa no mês de junho (0,681mm) (Figura 13).

Tabela 6 - *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Coeficiente de variação (CV) do diâmetro dos discos dos ofiuroides de cada categoria nas populações da Praia das Flechas e da Praia da Tartaruga.

Localidade	Categoria	CV (%)
Praia das Flechas	Inteiro	15
	Em Regeneração	16
	Recém-partido	16,9
Praia da Tartaruga	Inteiro	14,5
	Em Regeneração	16,4
	Recém-partido	18,9

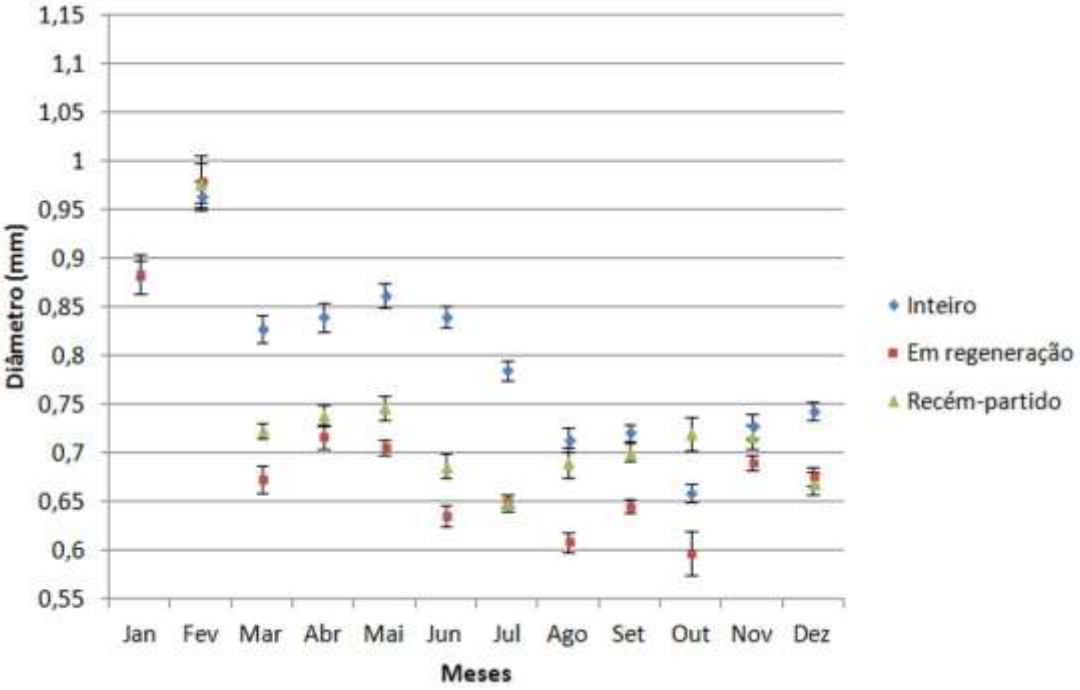

Figura 12 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Médias (± 1 erro padrão) dos valores de diâmetro dos discos em cada mês na Praia das Flechas (Angra dos Reis, RJ).

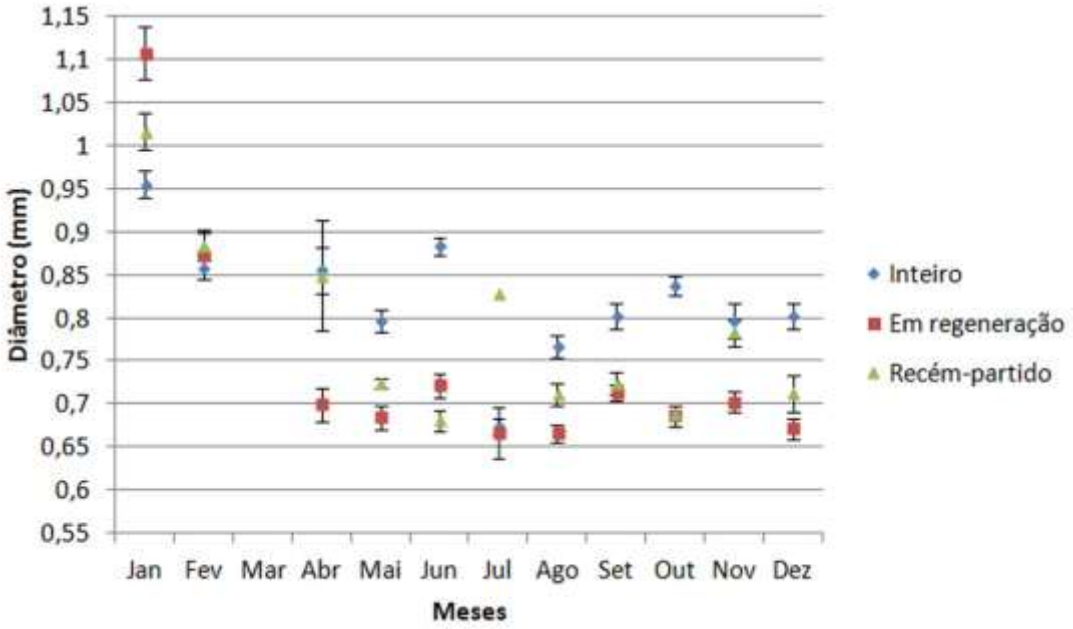

Figura 13 - *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Médias (± 1 erro padrão) dos valores de diâmetro dos discos em cada mês na Praia da Tartaruga (Armação de Búzios, RJ).

Os parâmetros de crescimento estimados pelo programa FISAT II encontram-se no Tabela 7.

Tabela 7 – *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Parâmetros de crescimento obtidos através da rotina ELEFAN I (Programa FISAT II). Os valores de K foram estimados pela rotina Shepherd. (*) = Valores obtidos ao utilizar o K da outra localidade.

Parâmetros de crescimento	**Localidades**							
	Praia das Flechas				**Praia da Tartaruga**			
	Discos Inteiros		**Discos inteiros, em regeneração e recém-partidos**		**Discos Inteiros**		**Discos inteiros, em regeneração e recém-partidos**	
L_∞	1490	1570*	1640	1470*	1610	1570*	1470	1640*
K	0,51	1,01*	0,51	1,01*	1,01	0,51*	1,01	0,51*
Rn	0,344	0,262*	0,217	0,18*	0,387	0,418*	0,32	0,341*
Φ'	6,054	6,396*	6,137	6,339*	6,418	6,099*	6,339	6,137*

Os valores de K sugeridos pela rotina Shepherd foram mais baixos na população da Praia das Flechas (K=0,51) do que na da Praia da Tartaruga (K = 1,01). Como experiência, substituiu-se o K de uma população pelo o K da outra (resultados marcados com asterisco na Tabela 7) para verificar os valores dos parâmetros obtidos pela rotina ELEFAN I (L_∞ e Rn). Desta forma, constatou-se que ao utilizar K = 1,01, menores valores de Rn foram obtidos. Além disso, os valores de L_∞ encontrados a partir desse K são inferiores ao tamanho do maior espécime analisado e, portanto, inadequados. Com isso, K = 0,51 foi considerado para o

cálculo das curvas de von Bertalanffy dos ofiuróides nas duas populações analisadas.

Na população da Praia das Flechas, pode-se notar três gerações distintas tanto quando o modelo de crescimento para indivíduos com discos inteiros é analisado (Figura 14), como para todas as categorias analisadas em conjunto (Figura 15). Ao observar o modelo de crescimento para indivíduos com discos inteiros, nota-se que o mês de janeiro representa o final de uma geração. Outra geração surge nos meses de janeiro a setembro e a última, nos meses de outubro a dezembro. Quando todas as categorias são analisadas em conjunto, o final de uma geração pode ser observado nos meses de janeiro e fevereiro. A segunda geração está representada nos meses de janeiro a junho e a terceira, pelos meses de maio a dezembro.

Na população da Praia da Tartaruga, nota-se apenas duas gerações quando os indivíduos com discos inteiros são analisados separadamente (Figura 16). A primeira está representada nos meses de janeiro a junho e a segunda, nos meses de abril a dezembro. Porém, quando o modelo de crescimento é calculado para todos os indivíduos, independente da categoria (Figura 17), verifica-se a presença de três gerações. O final de uma geração é representado no mês de janeiro. A segunda geração pode ser observada de janeiro a junho. Já a terceira geração foi registrada para os meses de maio a dezembro.

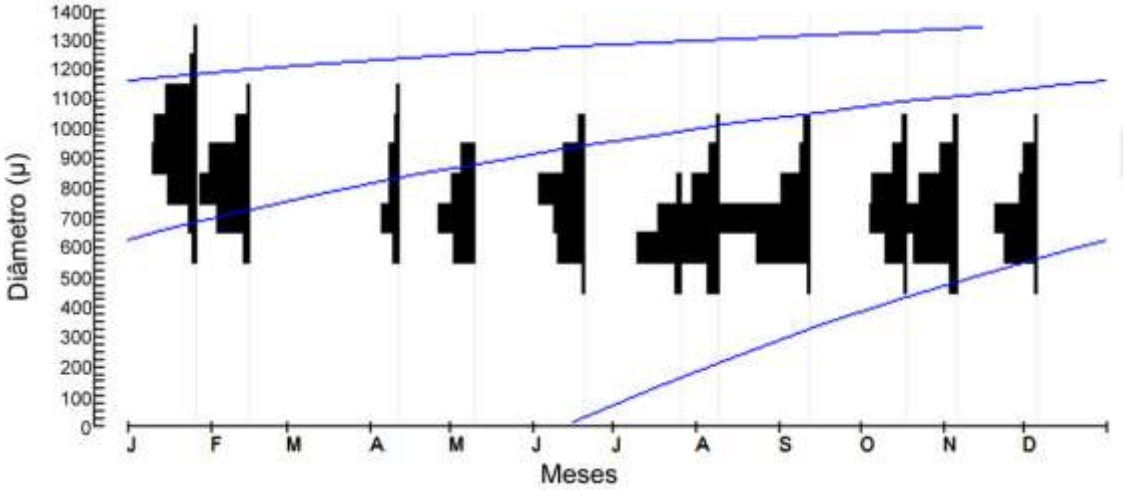

Figura 14 - *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Curvas de von Bertalanffy traçadas sobre as modas de cada amostra de espécimes com discos inteiros da população da Praia das Flechas (Angra dos Reis) ao longo do ano de 2012.

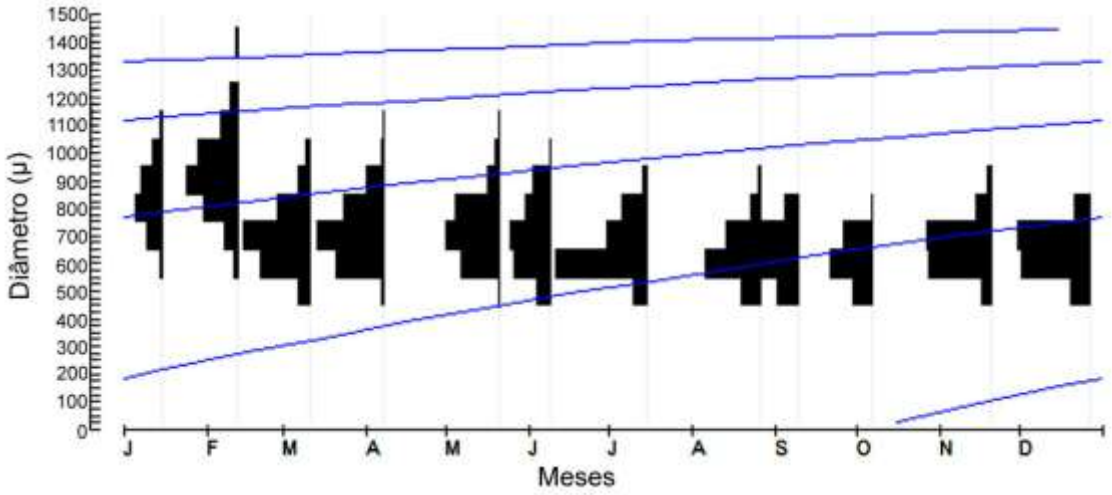

Figura 15 - *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Curvas de von Bertalanffy traçadas sobre as modas de cada amostra de espécimes (independente da categoria) da população da Praia das Flechas (Angra dos Reis) ao longo do ano de 2012.

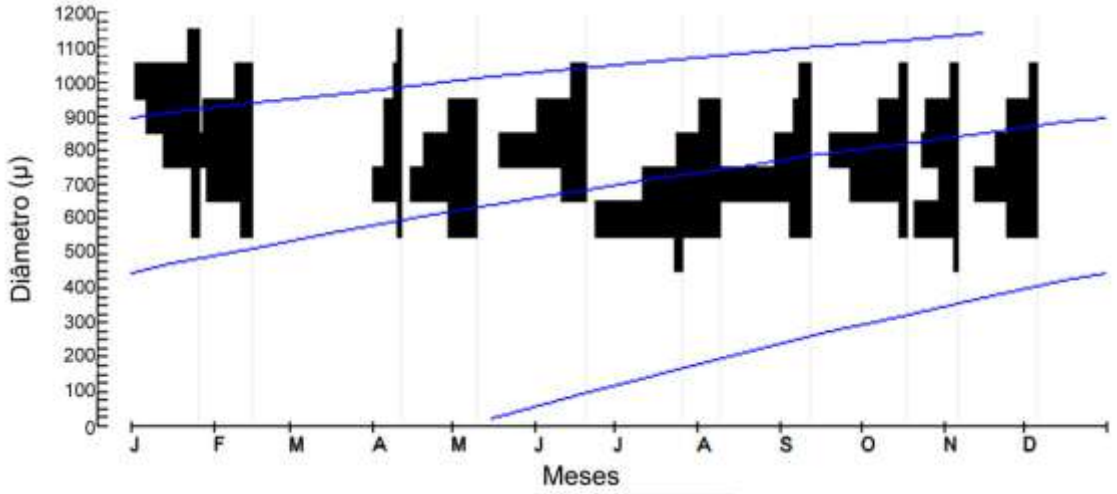

Figura 16 - *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Curvas de von Bertalanffy traçadas sobre as modas de cada amostra de espécimes com discos inteiros da população da Praia da Tartaruga (Armação de Búzios) ao longo do ano de 2012.

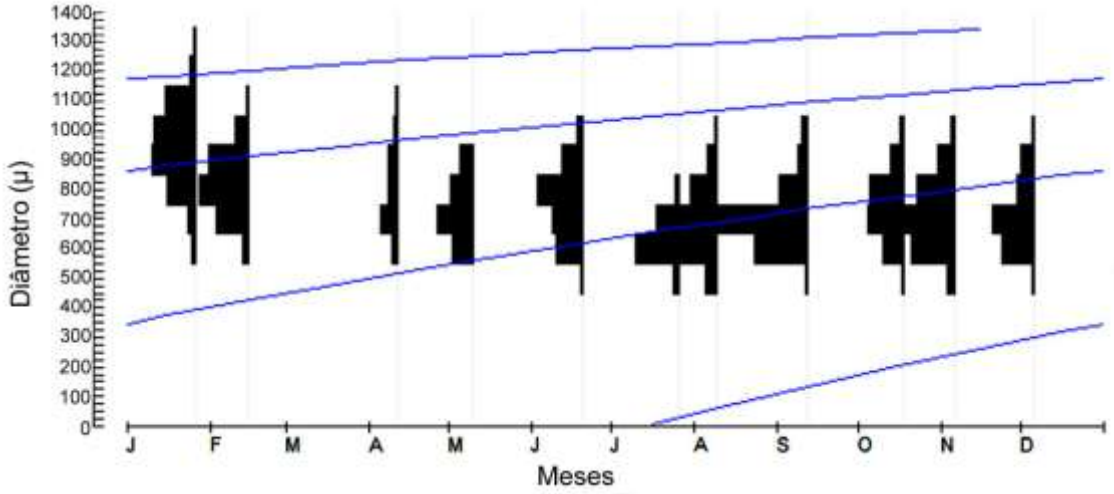

Figura 17 - *Ophiothela* cf. *mirabilis* – Curvas de von Bertalanffy traçadas sobre as modas de cada amostra de espécimes (independente da categoria) da população da Praia da Tartaruga (Armação de Búzios) ao longo do ano de 2012.

A partir de uma análise geral dos resultados dos modelos de crescimento, pode-se estimar que as gerações tenham um período de vida de cerca de 11 meses.

Após dissecção dos hospedeiros provenientes das duas localidades, não foram encontrados espécimes de *Ophiothela* cf. *mirabilis* recém-metamorfoseados, ou seja, com diâmetros menores que 0,5mm.

Houve variação significativa entre os valores de diâmetro dos indivíduos de cada uma das três categorias (Mann-Whitney, $p<0,05$) de cada localidade, ou seja, comparando os indivíduos com discos inteiros da Praia das Flechas com aqueles da mesma categoria da Praia da Tartaruga e assim por diante. Tanto na população da Praia das Flechas quanto na população da Praia da Tartaruga, uma diferença significativa entre os diâmetros (Mann-Whitney, $p<0,05$) foi registrada, exceto para indivíduos inteiros e recém-partidos da população da Praia da Tartaruga (Mann-Whitney, $p>0,05$).

Após a imersão dos espécimes nas soluções descalcificadoras, foi possível visualizar estruturas arredondadas diminutas, na região interna do animal. Acredita-se que sejam gônadas devido ao seu posicionamento no interior do disco, próximo à base dos braços, entre o estômago e a parede do corpo, como descrito para a classe Ophiuroidea por Hendler (1991).

6 – Discussão

Segundo Lopes *et al*. (2009), para uma espécie ser considerada invasora ou nociva, esta deve obedecer pelo menos um dos seguintes critérios: (1) promover o deslocamento de espécies nativas causado por competição por luz, espaço ou alimento; (2) ser predadora de espécies nativas e reduzir sua densidade ou biomassa; (3) parasitar e causar doenças em espécies localmente importantes tanto do ponto de vista biológico como antrópico; (4) produzir toxinas que se acumulam na cadeia alimentar, envenenar outros organismos, ou causar risco direto à saúde humana; e (5) causar significativas perdas econômicas decorrentes de modificações na infra-estrutura. Atualmente, não se pode tratar *Ophiothela* cf. *mirabilis* como espécie invasora, pois não há estudos que forneçam evidências sobre a biologia desta espécie que permita a inclusão desta nos critérios adotados para a definição de espécie invasora.

A reprodução assexuada (clonal) não é um processo sazonal para *Ophiothela* cf. *mirabilis.* Vestígios dessa estratégia reprodutiva foram registrados em todas as amostras analisadas. Este fato foi evidenciado pela grande frequência de indivíduos

em regeneração e recém-partidos em todos os meses estudados. Situação semelhante foi registrada por Boffi (1972), onde a porcentagem de indivíduos de *Ophiactis savignyi* com vestígios de fissão foi alta em todos os meses de estudo. Porém, muitas espécies fissíparas podem assumir as duas formas de reprodução durante o ano. A estratégia reprodutiva predominante está relacionada à quantidade de energia metabólica disponibilizada por cada espécime. Os dois modos de reprodução necessitam de alto investimento energético. A reprodução sexuada geralmente requer um investimento maior para a produção dos gametas (McGovern, 2002a). Por outro lado, a reprodução assexuada também necessita de um investimento considerável para regeneração e manutenção dos ofiuróides após um evento de fissão.

A diversidade genotípica de espécies fissíparas é, geralmente, mais baixa quando comparada àquelas que se reproduzem apenas sexuadamente. Até o momento, não é conhecida a capacidade de reprodução sexuada em *Ophiothela* cf. *mirabilis* VERRILL, 1867. Entretanto, é provável que este tipo de reprodução ocorra nesta espécie, como acontece em outros ofiuróides fissíparos com dimensão corporal semelhante, como *Ophiactis savignyi* (MÜLLER & TROSCHEL, 1842) (McGovern, 2002a).

Durante o ciclo de vida, os ofiuróides podem alternar as estratégias reprodutivas ao longo do ano, otimizando o investimento da energia disponível. Em muitas espécies, o pico de reprodução assexuada segue aquele de maturação sexual (McGovern, 2002a). Segundo McGovern (2002a), um espécime não pode maximizar a alocação de energia para mais de um modo reprodutivo ao mesmo tempo. Entretanto, Mladenov *et al*. (1983) verificaram que algumas espécies, como *Ophiocomella ophiactoides* (H.L. CLARK, 1900), podem realizar as duas estratégias reprodutivas simultaneamente. De acordo com McGovern (2002b), quando um animal maduro se divide, as duas metades podem permanecer sexualmente maduras. Este fato também foi verificado por Boffi (1972). Em seu estudo, gônadas maduras foram encontradas na maior porção do disco de fêmeas de *Ophiactis savignyi* e *O. lymani* LJUNGMAN, 1872 com disco em regeneração. Dependendo da demanda energética do processo de regeneração, as gônadas podem ser reabsorvidas pelo organismo como uma forma de obter energia (McGovern, 2002a, McGovern, 2002b). Para *Ophiothela* cf. *mirabilis*, ainda é necessário submeter os espécimes recém-partidos e em regeneração ao processo de descalcificação do disco, para verificar mais acuradamente a presença de gônadas. Entretanto, a

ausência de indivíduos com gônadas evidentes (estruturas que se tornam volumosas durante o período de maturação sexual e que podem extravasar do disco) e espécimes recém-metamorfoseados, em todo o período analisado, corrobora a hipótese de que as duas estratégias reprodutivas não ocorrem simultaneamente.

O suprimento alimentar e a consequente obtenção de energia são fatores importantes para o desencadeamento de uma ou outra estratégia reprodutiva. A obtenção de recursos nem sempre está diretamente relacionada ao tamanho dos espécimes. Dependendo das condições do ambiente (como disponibilidade do alimento, presença de espécies competidoras e seus períodos de forrageio), animais menores podem ser mais eficientes na exploração dos recursos alimentares por necessitarem de menos alimento para atingir o limiar de energia necessário para iniciar o processo reprodutivo (Emson & Wilkie, 1980).

Aliar os dois modos de reprodução é vantajoso para a população, pois cada um deles possui vantagens e desvantagens. A reprodução assexuada pode ser o meio pelo qual a população cresce quantitativamente e se mantém. Porém, como ocorre com mais facilidade em organismos pequenos, estes se tornariam mais frequentes com o passar do tempo, modificando a estrutura de tamanho dos indivíduos na população. Com isso, a taxa de mortalidade poderia aumentar, pois os espécimes menores sofrem maior pressão de predação. Há registros de uma relação inversa entre o tamanho corporal e a taxa de predação para muitas espécies de animais marinhos. Assim, quanto maior o tamanho corporal, menores são as chances de o organismo sofrer predação (Emson & Wilkie, 1980). A reprodução sexuada, por outro lado, aumenta a variabilidade genética (Emson & Wilkie, 1980, McGovern, 2002a). Com isso, a recombinação gênica, promovida pela reprodução sexuada, aumenta potencialmente as chances das novas gerações se adaptarem às mudanças no ambiente. Este modo de reprodução também tem papel importante na dispersão da espécie devido à formação de larvas (McGovern, 2002b). As larvas de algumas espécies de equinodermos também podem se reproduzir assexuadamente. Isto permite a amplificação clonal dos genótipos e o aumento no número de dispersores (Mladenov, 1996). Este fato torna-se ainda mais importante quando o ambiente está degradado ou em processo de degradação (McGovern, 2002b). Em espécies fissíparas, a reprodução sexuada pode ocorrer ao longo do ano, porém um recrutamento bem sucedido parece ser raro (Hendler, 1991). Esse é um dos motivos que faz com que a reprodução assexuada predomine entre a maioria das

populações dessas espécies, assim como parece ocorrer nas populações de *Ophiothela* cf. *mirabilis* em Angra dos Reis e Armação de Búzios.

Por outro lado, a reprodução assexuada (clonal) pode potencializar a reprodução sexuada, uma vez que proporciona um aumento no número de potenciais produtores de gametas na população (McGovern, 2002b). Desta forma, essa última estratégia se torna mais frequente, possuindo, assim, maiores chances de sucesso (Emson & Wilkie,1980). Isto ocorre porque a reprodução clonal proporciona um aumento no número de potenciais produtores de gametas na população (McGovern, 2002b). Segundo Emson & Wilkie (1980), a reprodução assexuada permite a propagação mais rápida dos genótipos derivados da reprodução sexuada dentro da população, tornando-os mais abundantes.

A razão sexual entre machos e fêmeas também pode afetar a frequência de uma ou outra estratégia reprodutiva. Em espécies fissíparas, pode surgir um desvio na razão sexual entre machos e fêmeas se os gêneros diferirem na quantidade de energia alocada para a produção dos clones (McGovern, 2002b). Em estudo com *Ophiactis savignyi*, McGovern (2002b) verificou que os machos apresentam uma probabilidade 3,5 vezes maior de se dividir do que as fêmeas. A predominância de machos na razão sexual pode ser explicada pela diferença no tamanho que os machos e as fêmeas atingem para alcançar a maturidade sexual. Assim, o desvio será provocado pelos machos, pois os mesmos se tornam maduros em tamanhos menores. Esta particularidade pode causar assimetrias na competição intrassexual, intensificando, neste caso, a competição entre espermatozóides (McGovern, 2002b).

Em populações de espécies fissíparas, a energia investida na produção de gametas pode ser reduzida devido ao processo de regeneração. Isso ocorre quando grande número de indivíduos se regenera durante o período de maturação sexual (Emson & Wilkie, 1980).

Como a fissão ocorre de maneira frequente nas populações aqui estudadas, o predomínio de ofiuróides com discos inteiros durante todo o ano pode ser explicado por um rápido processo de regeneração. A maior frequência de indivíduos recém-partidos ocorreu apenas em dois meses na Praia das Flechas (Angra dos Reis) e de espécimes em regeneração em um mês na Praia da Tartaruga (Armação de Búzios). Acredita-se que este rápido processo de regeneração comece após um breve período de latência, como foi registrado na análise da regeneração dos braços de *Ophiocomella ophiactoides* em experimentos realizados por Mladenov *et al.* (1983). Nesse trabalho, verifica-se um período de latência de quatro ou cinco dias antes do

início do crescimento dos braços. Esse período refere-se ao tempo que os tecidos do disco levam para se organizar em blastemas de regeneração. Quando a regeneração do braço começa, todo o processo ocorre rapidamente e em uma taxa constante. Segundo Mladenov *et al.* (1983), os novos braços formados pelo processo de regeneração não participam da locomoção até que estejam, pelo menos, 21% regenerados. Não há informações disponíveis a respeito da taxa de regeneração do disco de ofiuróides. Entretanto, pela maior complexidade estrutural do disco em relação aos braços, pode-se supor que o processo regenerativo seja mais longo.

Em *Ophiocomella ophiactoides*, a fissão pode ocorrer antes que todos os braços se regenerem completamente. Esta característica parece ser uma adaptação para que os intervalos entre as fissões sejam mais curtos. Com isso, é possível aumentar a entrada de indivíduos na população (Mladenov *et al.*, 1983). O mesmo foi aqui observado para *Ophiothela* cf. *mirabilis*.

De acordo com McGovern (2002a), os processos de partição e regeneração dos discos e braços são estruturalmente mais fáceis para animais pequenos. Nesse estudo, espécimes de *Ophiactis savignyi* que não atingiram o tamanho necessário para alcançar a maturação sexual (juvenis), foram mais propensos a sofrer fissão do que os espécimes maduros. Não foi possível perceber se o mesmo ocorre em *Ophiothela* cf. *mirabilis*, pois não foram encontrados espécimes sexualmente maduros durante os 12 meses de estudo.

Segundo Emson & Wilkie (1980), há um tamanho máximo para que ocorra fissão em algumas espécies de equinodermos fissíparos. Assim, indivíduos grandes e sexualmente maduros se tornam menos suscetíveis a sofrer fissão. Isto ocorre porque, após um determinado tamanho, há um limite físico (e talvez, energético) devido à complexidade dos órgãos e estruturas corporais, ao fortalecimento das conexões colágenas entre as placas do esqueleto e ao tempo e energia que deveriam ser empenhados para regenerar toda a parte perdida. Segundo McGovern (2002a), quando indivíduos de *Ophiactis savignyi* alcançam o tamanho necessário para atingir a maturidade sexual, a reprodução sexuada torna-se a principal estratégia reprodutiva para esses espécimes. Isso é comum em vários organismos como plantas e invertebrados marinhos (McGovern, 2002a). Porém, somente a maturação sexual não inibe, necessariamente, a fissão, como foi observado por Boffi (1972) para a mesma espécie (Emson & Wilkie, 1980). *Ophiothela* cf. *mirabilis* não apresenta um tamanho máximo para fissão, pois o maior tamanho encontrado para

indivíduos recém-partidos (1,447mm) corresponde ao valor de diâmetro máximo encontrado para a espécie no presente estudo. Além disso, há indivíduos recém-fissionados ou com sinais de fissão (com o disco ou os braços em regeneração) em todas as classes de tamanho. Não há outras informações relativas ao tamanho máximo do disco de *Ophiothela mirabilis* na literatura.

O mecanismo de fissiparidade mostra-se vantajoso para organismos que habitam ambientes irregulares e heterogêneos. Portanto, a fissão é comum para espécies que vivem associadas às gorgônias e esponjas, como as do gênero *Ophiothela* (Hendler, 1991, Goh *et al*., 1999, Mladenov, 1996). Acredita-se que estas espécies utilizem os espinhos em forma de gancho presentes em seus braços para entrelaçá-los nas ramificações das esponjas e, assim exercerem força em direções opostas. Isso facilitaria a separação dos tecidos do disco como observado para ofiuróides da espécie *Ophiocomella ophiactoides* associados às algas do gênero *Amphiroa* J. V. LAMOUROUX, 1812 (Mladenov *et al*., 1983). Esta hipótese é corroborada pelo estudo de Mladenov *et al*. (1983) que verificou maior lentidão no processo de fissão quando os ofiuróides não estão presentes sobre as algas. Há outra característica importante nesse processo: o plano de fissão. Acredita-se que o plano de fissão dos ofiuróides seja quase sempre interradial em condições naturais. Portanto, ocorre através das mandíbulas e não entre elas. Wilikie *et al*. (1984) demonstraram que o plano de fissão em *Ophiocomella ophiactoides* não corresponde à parte mais frágil do disco, ou seja, aquele que primeiramente se rompe sob força física. Assim, há uma evidência de que o plano de fissão e o processo em si são controlados por fatores endógenos e exógenos (Mladenov,1996; McGovern, 2002a).

Segundo Mladenov (1996), o desencadeamento do processo reprodutivo em espécies heterogônicas (que podem se reproduzir tanto sexuadamente como assexuadamente), pode ser controlado por diversos fatores. Dentre estes, os principais são: disponibilidade de alimento, densidade populacional, níveis de predação, estabilidade do ambiente e variação da temperatura da água do mar. Desta forma, em locais instáveis, com baixa densidade populacional, baixa disponibilidade de alimentos, altos níveis de predação e grande variação da temperatura da água do mar, os organismos seriam induzidos fisiologicamente a liberarem hormônios responsáveis por promover a fissão. Em condições opostas, os organismos seriam induzidos à liberação de hormônios que estimulam a reprodução sexuada e o crescimento. Em resumo, o modelo proposto por Mladenov (1996)

prevê que a reprodução assexuada em Echinodermata seja estimulada pela instabilidade ambiental, enquanto que a reprodução sexuada, pela estabilidade do ambiente. No presente estudo, a região de Armação de Búzios está mais sujeita aos efeitos da ressurgência de Cabo Frio (causadores de instabilidade ambiental) que a região de Angra dos Reis, onde *Ophiothela* cf. *mirabilis* foi sempre mais abundante. Entretanto, a ausência de dados de temperatura superficial da água do mar nas duas regiões para o período estudado não permite afirmações relativas à estabilidade nas duas localidades. Por outro lado, *Ophiothela* cf. *mirabilis* parece ter características de espécie oportunista devido às altas densidades em que ocorre e pela alta frequência de fissão nas duas localidades. Talvez, por este motivo, não se encaixe perfeitamente ao modelo proposto por Mladenov (1996).

Ao calcular o modelo de crescimento dos indivíduos nas duas localidades amostradas, assumiu-se que os ofiuróides crescem na mesma taxa. Parece improvável que os indivíduos da população de Armação de Búzios possuam uma taxa de crescimento 100% maior do que aquela na população de Angra dos Reis. Para que este fato seja considerado, seria necessária uma variação ambiental acentuada entre as localidades, responsável pela aceleração ou diminuição na taxa de crescimento. A ausência de tais dados ambientais confiáveis conduz a esta interpretação menos especulativa. Além disso, admitindo a maior taxa de crescimento calculada na população de Armação de Búzios, valores de L_∞ inferiores ao maior indivíduo encontrado (e, portanto, inadequados) deveriam necessariamente ser considerados.

Provavelmente, ocorre diferença no investimento de energia para o crescimento de espécimes com discos em regeneração e inteiros. Sendo assim, indivíduos com discos em regeneração e recém-partidos devem investir mais energia na recomposição do corpo do que no aumento do diâmetro dos seus discos, o que pode acarretar um retardo na taxa de crescimento. No caso dos indivíduos com discos inteiros, a energia é investida somente no crescimento somático. Em populações em que a reprodução assexuada é marcadamente sazonal, uma redução na taxa de crescimento pode ser considerada nesse período. Este fato não foi levado em consideração para os espécimes das duas populações de *Ophiothela* cf. *mirabilis* aqui estudadas, pois indivíduos com discos em regeneração e recém-partidos foram encontrados durante todo o período analisado. Desta forma, se a reprodução assexuada afeta o crescimento dos espécimes nas duas populações, seus efeitos incidiriam ao longo dos 12 meses amostrados.

Considerando a possível relação entre diâmetro do disco e idade, a entrada de jovens na população pode ser identificada pelos períodos em que ofiuróides com menores tamanhos corporais foram encontrados. Entretanto, ainda não está claro como esse processo ocorre nas duas localidades. A hipótese de recrutamento por assentamento larval nos hospedeiros pode ser descartada, já que não foram encontrados indivíduos menores que 0,5mm em todas as amostras analisadas. Outras duas hipóteses podem ser levadas em consideração: 1) essas populações se mantêm somente por reprodução clonal, apresentando pouca variabilidade genética e nenhum espécime menor que 0,5 mm de diâmetro; e 2) o assentamento larval ocorre nas proximidades dos hospedeiros, seguido pela posterior migração dos juvenis para as esponjas. Nessa última hipótese, admite-se também que a população cresce e se mantém, principalmente, por reprodução clonal. Porém, eventos esporádicos de reprodução sexuada ocorreriam ao longo do ciclo de vida desses organismos. As duas hipóteses são plausíveis, mas somente uma análise da estrutura genética das populações, como também a análise histológica das gônadas, poderia elucidar esta questão.

O presente trabalho possibilitou a elucidação da estrutura populacional de *Ophiothela* cf. *mirabilis* em duas localidades no Estado do Rio de Janeiro. A capacidade de dispersão dessa espécie e a diversidade genética das duas populações poderão ser esclarecidas em um estudo posterior, utilizando marcadores moleculares como microssatélites e genes mitocondriais. Este é o próximo objetivo dessa pesquisa para tentar elucidar a dinâmica populacional dessa espécie introduzida na costa brasileira.

7 - Conclusões

- A reprodução assexuada por fissiparidade não é um processo sazonal para *Ophiothela* cf. *mirabilis.*
- Não há evidências de reprodução sexuada frequente devido à ausência de indivíduos repletos de gônadas.
- Não foi constatado vestígios de recrutamento devido à ausência de espécimes recém-metamorfoseados.
- *Ophiothela* cf. *mirabilis* não possui um tamanho máximo para fissão, pois o maior indivíduo coletado foi incluído na categoria dos indivíduos recém-partidos.

- O período de vida de uma geração de *Ophiothela* cf. *mirabilis* foi estimado em aproximadamente 11 meses.

8 - Novas hipóteses

- As populações analisadas são mantidas por reprodução assexuada (fissiparidade).
- O processo de regeneração do disco e dos braços dos ofiuróides ocorre de forma rápida.
- A fissão pode ser induzida por fatores exógenos como: ambientes instáveis com baixa densidade populacional, baixa disponibilidade de alimentos, altos níveis de predação e grande variação da temperatura do mar.
- Os indivíduos das duas populações analisadas crescem em uma mesma taxa.

9 - Perspectiva

- Há necessidade da análise da estrutura genética das populações e da análise histológica das possíveis gônadas, para elucidar a maneira pela qual os espécimes jovens estão entrando na população.

10 - Referências Bibliográficas

Barbosa, K. C. 2003. *Turismo em Armação de Búzios (RJ: Brasil): Percepções locais sobre os problemas da cidade e diretrizes prioritárias de apoio à gestão ambiental.* Dissertação de Mestrado em Ciência Ambiental, Universidade Federal Fluminense, 124 pp.

Barboza, C. A. M. & Borges, M. 2012. A checklist of the extant species of ophiuroids (Echinodermata: Ophiuroidea) from Brazilian waters. *Zootaxa*, 3447: 1-21.

Brusca, R. C., & Brusca, G. J. 2007. *Invertebrados*. Segunda edição, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 968 pp.

Boffi, E. 1972. Ecological aspects of ophiuroids from the phytal of S.W. Atlantic Ocean warm waters. *Marine Biology*, 15: 316-328.

Carter, H. J. 1882. Some sponges from the West Indies and Acapulco in the Liverpool Free Museum described, with general and classificatory remarks. *Journal of Natural History*, Series 5, 9 (52): 266-301.

Castro, C. B.; Echeverría, C. A.; Pires, D. O. & Fonseca, C. G. 1999. Distribuição dos bentos (Cnidaria e Echinodermata) em costões rochosos da Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. pp.179-183. In: S. H. G. Silva & H. P. Lavrado (eds) *Ecologia dos Ambientes Costeiros do Estado do Rio de Janeiro.* Série

Oecologia Brasiliensis, vol. VII. PPGE-UFRJ, Computer & Publish Editoriação Ltda, Rio de Janeiro, Brasil, 304 pp.

Clark, A. M. 1967. Variable symmetry in fissiparous Asterozoa. *Symposium of the Zoological Society of London*, 20: 143-157.

Clark, H. L. 1900. The Echinoderms of Porto Rico. *Bulletin of the U.S. Fisheries Commision*, 20 (2): 232-263.

Colautti, R. I. & MacIsaac, H. J. 2004. A neutral terminology to define "invasive" species. *Diversity and Distributions*, 10: 135-141.

Creed, J. C.; Casares, F. A.; Oliveira, A. E. S. 2007. Características ambientais: água. pp. 111-131. In: J. C. Creed, D. O. Pires & M. A. O. Figueiredo (eds) *Biodiversidade Marinha da Baía da Ilha Grande*. Série Biodiversidade, 23, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 416 pp.

Dantas, H. G. 2005. *Paisagem e vegetação do município de Armação de Búzios*. Dissertação de Mestrado em Botânica, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 118 pp.

Dantas, H. G. R.; Lima, H. C. & Bohrer, C. B. A. 2009. Mapeamento da vegetação e da paisagem do município de Armação de Búzios, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia*, 60 (1): 25-38.

Emson, R. H. & Wilkie, I. C. 1980. Fission and autotomy in echinoderms. O*ceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 18: 155-250.

Fonseca, A. C. 1998. *Estudos sucessionais em uma comunidade dominada por* Sargassum furcatum *Kutzing, na região de Búzios, RJ*. Dissertação de Mestrado em Biologia Marinha, Universidade Federal Fluminense, 163 pp.

Goh, N. K. C.; Ng, P. K. L. & Chou, L. M. 1999. Notes on the shallow water gorgonian-associated fauna on coral reefs in Singapore. *Bulletin of Marine Science*, 65 (1): 259-282.

Hendler, G. 1991. Echinodermata: Ophiuroidea. pp. 356–382. In: A. C. Giese & J. S. Pearse (eds) *Reproduction of marine invertebrates*, *Vol. VI Echinoderms and lophophorates*. Boxwood Press, Pacific Grove, 808 pp.

Hendler, G.; Migotto, A. E.; Ventura, C. R. R. & Wilk, L. 2012. Epizoic *Ophiothela* brittle stars have invaded the Atlantic. *Coral Reefs*, 31: 1005.

James, D. B. 1982. Ecology of intertidal echinoderms of the Indian seas. *Journal of Marine Biological Association of India*, 24 (1 & 2): 124-129.

James, D. B. 1995. Animal associations in echinoderms. *Journal of the Marine Biological Association of India*, 37 (1 & 2): 272-276.

Júnior, J. P. B. N. 2008. *Hidrografia e massas de água da plataforma continental sudeste brasileira em 26º 45" S.* Dissertação de Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Universidade Federal do Paraná, 132 pp.

Lamouroux, J. V. F. 1812. Extrait d'un mémoire sur la classification des Polypiers coralligènes non entièrement pierreux. *Nouveaux Bulletin des Sciences, par la Société Philomathique de Paris,* 3: 181-188.

Lima, R. G.; Callado, C. H.; Faria, G.; Alevato, G. M.; Almeida, G. R.; Pereira, J. W.; Pereira, M. B.; Rosso, T. C. A. & Castro, W. C. 2010. As especificidades dos ambientes insulares: meio ambiente e cultura – Estudo de caso do Ecomuseu Ilha Grande – UERJ. *Interagir: pensando a extensão*, 15: 11-18.

Linnaeus, C. 1758. *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis.* Editio decima, reformata. Laurentius Salvius, Holmiae, 824 pp.

Ljungman, A. V. 1872. Förteckning öfver uti Vestindien af Dr A. Goës samt under korvetten Josefinas expedition i Atlantiska Oceanen samlade Ophiurider. *Öfversigt af Kungliga Vetenskapsakademiens Förhandlingar*, 28 (5): 615-658.

Lopes, R. M.; Villac, M. C. & Shaeffer-Novelli, Y. 2009. Introdução. pp. 11-15. In: R. M. Lopes, L. Coradin, V. B. Pombo & D. R. Cunha (eds) *Informe sobre as espécies exóticas marinhas no Brasil*. Série Biodiversidade, 33, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 440 pp.

McGovern, T. M. 2002a. Patterns of sexual ande asexual reproduction in the brittle star *Ophiactis savignyi* in the Florida Keys. *Marine Ecology Progress Series,* 230: 119-126.

McGovern, T. M. 2002b. Sex-ratio and clonal reproduction in the brittle star *Ophiactis savignyi*. *Evolution,* 56 (3): 511-517.

Mladenov, P. V.; Emson, R. H.; Colpit L. V. & Wilkie I. C. 1983. Asexual reproduction in the west indian brittle star *Ophiocomella ophiactoides* (H. L. Clark) (Echinodermata: Ophiuroidea). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 72: 1-23.

Mladenov, P. V. 1996. Environmental factors influencing asexual reproductive processes in echinoderms. *Oceanologica Acta,* 19: 227-235.

Moschen, F. V. A. 2007. *Análise tecnológica e sócio-econômica do cultivo de moluscos bivalves em sistema familiar na Baía da Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ*. Tese de doutorado em Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, 113 pp.

Müller, J. H. & Troschel, F. H. 1842. *System der Asteriden*. Braunschweig, Lower Saxony, 134 pp.

Pallas, P. S. 1766. *Elenchus zoophytorum*. Van Cleef, Hagae-Comitum, 451 pp.

Rupert, E. E. & Barnes, R. D. 1996. *Zoologia dos Invertebrados*. Sexta edição, Roca, São Paulo, 1029 pp.

Santos, A. W. 2012. *Utilização de um sistema de informação geográfica para diagnóstico e caracterização do meio físico (geossistema) do trecho Abraão –*

Dois Rios, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ. Monografia em Geografia. Universidade Federal Fluminense, 111 pp.

Signorini, S. R. 1980. A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba* Parte I. A survey of the circulation based on experimental field data. *Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo*, 29 (1): 41-55.

Silveira, I. C. A.; Schmidt, A. C. K.; Campos, E. J. D.; Godoi, S. S. & Ikeda, Y. 2000. A Corrente do Brasil ao largo da costa leste brasileira. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 48 (2): 171-183.

Soares, E. P. 2006. *Caracterização da precipitação na região de Angra dos Reis e a sua relação com a ocorrência de deslizamentos de encostas*. Dissertação de Mestrado em Ciências em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 145 pp.

Souza, P. A. V. 2003. Os impactos dos grandes empreendimentos na estrutua demográfica de Angra dos Reis (RJ) 1940-2000. *Revista Geo-paisagem (on line)*, 3.

Störh, S.; O'Hara, T. D. & Thuy, B. 2012. Global diversity of brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea). *Plos one*, 7 (3): 1-14.

Tahera, Q. 2001. Echinoderms epizoic on gorgonian corals from Karachi Coast. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4 (9): 1177-1199.

Ventura, C. R. R.; Lima, R. P. N.; Nobre, C. C.; Veríssimo, I.; Zama, P. C. 2006. Filo Echinodermata. pp. 339-389. In: H. P. Lavrado & B. L. Ignacio (eds) *Biodiversidade bentônica da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira.* Série Livros No. 18, Museu Nacional, Rio de Janeiro, 389pp.

Ventura, C. R. R.; Borges, M.; Viana, F. S.; Majer, A. P. & Tavares, M. R. (*Em preparação*) Non-indigenous brittle star epizoic on corals and sponges in the Brazilian coast.

Verrill, A. E. 1867. Notes on radiata in the museum of Yale College with descriptions of new genera and species - II. Notes on the echinoderms of Panama and the west coast of America, with descriptions of a new genus. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 1 (2): 247-351.

von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology,* Detroit, 10 (2): 181-213.

Wilkie, I. C.; Emson, R. H. & Mladenov, P. V. 1984. Morphological and mechanical aspects of fission in *Ophiocomella ophiactoides* (Echinodermata: Ophiuroidea). *Zoomorphology*, 104: 310-322.

Zar, J. H. 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, New York, 718 pp.