



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR (LABOMAR)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS

WALTER RAMOS PINTO CERQUEIRA

***OPHIOCOMELLA OPHIACTOIDES* (H. L. CLARK, 1901) (ECHINODERMATA,
OPHIUROIDEA): TAXONOMIA, HABITATS, DISTRIBUIÇÃO, ESTATURA E
REPRODUÇÃO CLONAL EM AMBIENTES TROPICAIS DO ATLÂNTICO SUL
OCIDENTAL ENTRE AS LATITUDES DE 12 E 16° (BAHIA, BRASIL)**

FORTALEZA

2012

WALTER RAMOS PINTO CERQUEIRA

OPHIOCOMELLA OPHIACTOIDES (H. L. CLARK, 1901) (ECHINODERMATA,
OPHIUROIDEA): TAXONOMIA, HABITATS, DISTRIBUIÇÃO, ESTATURA E
REPRODUÇÃO CLONAL EM AMBIENTES TROPICAIS DO ATLÂNTICO SUL
OCIDENTAL ENTRE AS LATITUDES DE 12 E 16° (BAHIA, BRASIL)

Tese submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências Marinhas Tropicais, Área de concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Helena Matthews-Cascon.

FORTALEZA

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Rui Simões de Menezes

C396o Cerqueira, Walter Ramos Pinto

Ophiocomella ophiactoides (H. L. Clark, 1901) (*Echinodermata, Ophiuroidea*): taxonomia, habitats, distribuição, estatura e reprodução clonal em ambientes tropicais do Atlântico Sul Ocidental entre as latitudes de 12 e 16° (Bahia, Brasil) / Walter Ramos Pinto Cerqueira. – 2012.
159 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2012.

Área de Concentração: Utilização e manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos

Orientação: Prof^ª. Dr^ª Helena Matthews Cascon.

1. Ecologia. 2. Echinodermata - Reprodução. 3. Taxonomia. I. Título.

CDD 593.9

Walter Ramos Pinto Cerqueira

“*Ophiocomella ophiactoides* (H. L. Clark, 1901) Echinodermata, Ophiuroidea): Taxonomia, Habitats, Distribuição, Estatura e Reprodução Clonal em Ambientes Tropicais do Atlântico Sul Ocidental entre as Latitudes de 12 e 16° (Bahia, Brasil.)”

Tese submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, LABOMAR – Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Ciências Marinhas Tropicais, área de concentração em Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos.

Aprovada em, 16 de março de 2012

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Helena Matthews-Cascon (orientadora)
Universidade Federal do Ceará –UFC



Prof. Dr. Tito Monteiro da Cruz Lotufo
Universidade Federal do Ceará –UFC



Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Soares
Universidade Federal do Ceará –UFC



Prof. Dra. Cynthia Lara de Castro Manso
Universidade Federal de Sergipe - UFS



Prof. Dra. Erminda da Conceição Guerreiro Couto
Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC

Ao mar e a todos os seus componentes físicos, biológicos e espirituais,
que me inspiram, me fascinam, me seduzem e me nutrem.

Ao Dr. Hubert Lyman Clark (1870-1947) por ter descoberto
e descrito *Ophiacantha ophiactoides*, posteriormente
recombinada para *Ophiocomella ophiactoides*
objeto da presente tese.

À minha mãe Valdimarina Pinto Cerqueira (*in memoriam*)
Por ter me carregado nove meses no seu ventre,
por ter me nutrido com seu sangue, sob a forma de leite,
por todo o amor, tempo e dedicação,
POR TUDO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em toda a sua plenitude e diversas manifestações, por ter me dado a vida, saúde física, mental e espiritual; por ter criado a natureza, o mar e os ofiuroides, objetos de investigação dessa pesquisa.

À minha mãe, Valdimarina Pinto Cerqueira, eternamente presente na minha vida, mesmo que ausente fisicamente a quase sete anos, em função de sua partida para esferas mais sutis, por todos os ensinamentos, pelos puxões de orelha na infância para me fazer estudar, por toda a força, fé e apoio para prestar vestibular em Biologia na UFBA, apoio e incentivo durante todo o curso de graduação em uma fase muito difícil de minha vida, por todos os valores morais, éticos e de fé que me ensinou. Se sou quem eu sou, estou onde estou e chegarei onde vou chegar, devo isso a senhora minha mãe, muito obrigado por tudo, e que Deus a tenha em berço esplendido.

À colega Ismália Cassandra Costa Maia Dias, por ter me informado sobre a abertura da primeira turma de doutorado do PPGCMT, prazos de inscrição e por ter feito os contatos iniciais com a professora Helena, minha orientadora. Se eu estou pleiteando neste momento o título de doutor em Ciências Marinhas Tropicais foi graças a você Ismália. Meus sinceros e honestos agradecimentos!

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Helena Matthews-Cascon, por ter me aceito como seu orientando e ter acreditado na minha proposta de tese, pela confiança depositada em meu potencial de pesquisador e liberdade dada para o desenvolvimento do projeto. A você Helena, meu sincero e eterno agradecimento!

À Prof^a Dr^a Erminda da Conceição Guerreiro Couto, um agradecimento especial, por ter sido a primeira pesquisadora a acreditar no projeto desta tese de doutorado, e ter me incentivado a não desistir do trabalho, após eu ter ouvido de alguns profissionais que minha ideia estava muito aquém de uma tese de doutorado e de terem me fechado portas em algumas instituições. Também agradeço a você, Erminda, pelas valorosas sugestões de locais ao longo da costa da Bahia para realização das coletas, e por todas as contribuições e críticas oferecidas às primeiras versões do projeto de tese, particularmente no que concerne à redação: “Waltinho, você não escreveu nada errado, mas a redação está chata, você escreve igual a um velho!”. Este conselho me é útil até hoje, e lembrei muito dele durante toda a redação da tese. Não sei se melhorei a redação 100%, mas estou tentando! Valeu Minda!!

À Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e ao Governo do Estado da Bahia pela concessão dos quatro anos de afastamento das atividades didáticas, e pela bolsa de estudos do Programa Institucional de Capacitação Docente (PICD) para realização do curso de doutorado, bem como pelo fornecimento de parte do material de consumo (álcool e sacos plásticos) e empréstimo de alguns equipamentos (Lupa, GPS, refratômetro, termômetro e pHmetro) utilizados na execução do projeto de tese.

Aos colegas do Departamento de Ciências Biológicas da UEFS, Jucelmo Dantas e Solange Amorim, por terem me substituído nas disciplinas que ministro na UEFS durante estes quatro anos de afastamento.

À Maria Emília e Eugênio, proprietários da pousada Aldeia Portuguesa (Coroa Vermelha) e a Talvanes, Leila e Patrick, proprietários da pousada Velas e Vento (Taipus de Fora), pelos preços diferenciados das diárias e apoio logístico durante as coletas em Coroa Vermelha e Taipus de Fora, respectivamente.

À Prof^a Dr^a Orane Falcão de Souza Alves, do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia, por ter aberto as portas para que eu fosse seu estagiário com equinodermos, onde toda a minha história com esse fascinante grupo de invertebrados começou. Também agradeço a Orane pela utilização do Laboratório de Geoecologia e Sedimentos Marinhos do IB-UFBA para realizar fotografias de exemplares de *Ophiocomella ophiactoides* em microscópio estereoscópico utilizadas nesta tese.

À Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) de Salvador-BA pela permissão do uso do Microscópio Eletrônico de Varredura e à Dra. Adriana Lanfredi Rangel, do setor de Microscopia da FIOCRUZ pela disponibilidade, simpatia e boa vontade em fazer o tratamento das amostras (metalização) e fotografar os exemplares após as análises em Microscopia Eletrônica de Varredura.

Ao oceanógrafo Felipe Moraes Santos, do Grupo de Oceanografia Tropical (GOAT) da Universidade Federal da Bahia, pela elaboração dos mapas com a localização das áreas de estudo.

A Dra. Michella Borges, do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) pelo fornecimento de algumas bibliografias chave para a discussão deste trabalho, que não consegui encontrar nem via COMUT. Muito obrigado Michella!

À Prof^a Dr^a Maria da Natividade Albuquerque (*in memoriam*) da Universidade de Santa Úrsula (RJ) pelo breve, mas importantíssimo estágio realizado no ano de 1994, onde eu efetivamente aprendi a identificar ofiuroides e utilizar as complexas chaves de identificação do grupo.

À minha irmã, Lívia Maria Pinto Cerqueira, por ter administrado minha residência em Salvador durante o ano de 2008, para que eu cursasse as disciplinas do PPGCMT em Fortaleza, bem como pelo auxílio no trabalho braçal, digitando as infinitas e intermináveis matrizes de dados e se esforçando para compreender meus hieróglifos.

Ao novo amigo Marcelo Moro por ter me apresentado ao software FITOPAC, muito mais prático e didático para rodar algumas análises multivariadas.

Ao Facebook, por ter me proporcionado conexão com vários amigos e momentos de descontração, ajudando a aliviar o estresse das horas e horas na frente do computador digitando dados e realizando levantamento bibliográfico no Portal da Capes. Os momentos de ócio criativo certamente contribuíram para relaxar minha mente e ajudar na redação do documento final. A todos os meus amigos do Facebook, vocês fazem parte dessa história. OBRIGADO A TODOS!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

Por ultimo, mas não menos importante, agradeço ao meu objeto de investigação - a espécie *Ophiocomella ophiactoides* (H. L. Clark, 1901) - pela possibilidade de crescimento intelectual e por utilizá-la para compreender padrões, conceitos e teorias ecológicas, e a obter o grau de doutor tão almejado. Agradeço a todos os indivíduos sacrificados em prol desta pesquisa. Obrigado garotos!!

“Abraçei o mar na lua cheia, abraçei
Abraçei o mar
Abraçei o mar na lua cheia, abraçei
Abraçei o mar
Escolhi melhor os pensamentos, pensei
Abraçei o mar
É festa no céu, é lua cheia, sonhei
Abraçei o mar
E na hora marcada a Dona Alvorada chegou para se banhar
E nada pediu, cantou pro mar
E nada pediu
Conversou com o mar
E nada pediu
E o dia sorriu...
Uma dúzia de rosas, cheiro de alfazema, presentes eu fui levar
E nada pedi
Entreguei ao mar
E nada pedi
Me molhei no mar
E nada pedi
Só agradeci...
Abadô yeyê ô
Orô mi má, orô mi má iyó
Orô mi má iyó
Abadô yeyê ô...”

(Agradecer e Abraçar. Composição: Vevé Calazans)

RESUMO

Ophiocomella ophiactoides é um ofiuroide diminuto, críptico e hexâmero da família Ophiocomidae que se reproduz sexuada e, principalmente, assexuadamente por clonagem, fazendo desta espécie um modelo em potencial para estudos de clonagem e regeneração tecidual, contudo, aspectos básicos referentes à sua taxonomia e bioecologia necessitam ser mais bem conhecidos antes da utilização desta espécie em estudos de natureza aplicada. Os principais objetivos desta tese de doutorado foram identificar e resolver problemas de ordem taxonômica; conhecer padrões de distribuição geográfica, espacial e temporal de *O. ophiactoides*; verificar se esta espécie prefere determinados tipos de substratos; averiguar se existe correlação entre a densidade da espécie com padrões climáticos globais e caracterizar as populações das diferentes localidades estudadas quanto a estatura corpórea e reprodução assexuada por clonagem. Foram realizadas coletas trimestrais, de março de 2009 a dezembro de 2010 em cinco recifes de coral e dois afloramentos rochosos situados entre as latitudes de 12 e 16°S e realizados experimentos em laboratório para verificar a preferência da espécie por determinados substratos. A taxonomia tradicional resolveu, de maneira eficaz, problemas relacionados à identificação de *O. ophiactoides* existentes desde a sua descoberta em 1901, sem a necessidade da aplicação de técnicas complexas e onerosas, revelando que o conhecimento morfológico de uma espécie, aliado ao senso crítico e habilidade do taxonomista ainda conseguem solucionar, de forma satisfatória, questões relacionadas à diagnose e classificação das espécies dentro do conceito morfológico, confirmando a importância da taxonomia e dos taxonomistas na construção do conhecimento científico sobre a biodiversidade. A espécie *O. ophiactoides* prefere algas calcárias verdes e vermelhas em função da arquitetura e morfologia mais complexa que as espécies destes grupos apresentam. Esta complexidade, por sua vez, oferece maior proteção ao ofiuroide com relação à hidrodinâmica do ambiente, que poderia retirá-los do seu habitat se a morfologia do talo fosse simples, como se observa em algumas algas verdes não calcárias. Os anos nos quais o estudo foi realizado estiveram sob a influência dos eventos El Niño e La Niña, onde foram constatadas anomalias térmicas na superfície do sul do Oceano Atlântico e períodos mais secos durante o El Niño. Os padrões climáticos globais tiveram reflexo na flutuação dos índices de precipitação e dias de chuva regionais, tendo por consequência uma falta de sazonalidade climática para estas variáveis no período de estudo. O mês de dezembro de 2009 foi atípico, extremamente seco e quente, coincidindo com a maior intensidade do El Niño de 2009, constatando-se uma queda brusca na densidade da maioria das populações de *O. ophiactoides*, com exceção da população do recife de Coroa Vermelha situado mais ao Sul. *O. ophiactoides* apresentou distribuição latitudinal do tipo descontínua e distribuição espacial do tipo agregada, com as populações concentrando-se nos locais de menor tempo de exposição durante a maré baixa. A falta de padrão para os atributos populacionais estudados, inclusive para as populações situadas em uma mesma latitude, como Praia do Forte e Itapuã, particularmente no que concerne à densidade e distribuição temporal, evidenciam que as populações de *O. ophiactoides* são distintas e a dinâmica das mesmas é regulada por características pontuais de cada localidade. A constância na estatura corpórea média e reprodução clonal contínua das populações de *O. ophiactoides* na Bahia revelam a ausência de sazonalidade para estes atributos populacionais ao longo do litoral do estado. Ao contrário da densidade, a estatura corporal e a reprodução clonal não foram alteradas em função das condições climáticas extremas como o evento El Niño de dezembro de 2009. A estatura corpórea e reprodução clonal de *O. ophiactoides*, no que concerne aos estágios de regeneração e configuração dos braços, apresenta o mesmo padrão em ambientes tropicais do Hemisfério Sul (Província Biogeográfica Corrente da Guiana, entre 12 e 16° de latitude) e do Hemisfério Norte (Província Biogeográfica Caribenha).

Palavras-chave: Ophiocomidae, litoral, substratos consolidados, condições climáticas.

ABSTRACT

Ophiocomella ophiactoides brittle star's is a small, cryptic and hexamerous Ophiocomidae that reproduces sexually and mainly asexually by cloning, making this species a potential model for studies of cloning and tissue regeneration, however, the basic aspects related to their taxonomy and bioecology need to be better known before using this species in applied studies. The main objectives of this Thesis was to identify and solve problems of taxonomic patterns of known geographical distribution, spatial and temporal of the *O. ophiactoides*, verify that this species prefer certain substrata types, check whether there is correlation between the density of species with standards global climate, and characterize the populations of the different localities studied for body height and asexual reproduction by cloning. Were collected quarterly from March 2009 to December 2010 in coral reefs and beach rocks located between latitudes 12 and 16 ° S and conducted laboratory experiments to determine the preference of species for certain substrata. The traditional taxonomy resolved, effectively, problems related to the identification of existing *O. ophiactoides* since its discovery in 1901, without the application of complex and expensive techniques, revealing that the morphological knowledge of a species, coupled with critical thinking and skill the taxonomist can still resolve to the satisfaction, issues related to diagnosis and classification of species within the morphological concept, confirming the importance of taxonomy and taxonomists in the construction of scientific knowledge on biodiversity. The species *O. ophiactoides* prefers calcareous algae green and red depending on the architecture and more complex morphology that the species of these groups present. This complexity, in turn, provides greater protection from the brittle star regarding the hydrodynamics of the environment, which would remove them from their habitat to the morphology of the thallus, was simple, as seen in some non-calcareous green algae. The year in which the study was conducted were under the influence of events El Niño and La Niña, which recorded thermal anomalies on the surface of the southern Atlantic Ocean and drier periods during El Niño. The global weather patterns were reflected in the fluctuation rates of precipitation and regional days of rain, which results in a lack of seasonal climate for these variables during the study period. The month of December 2009 was atypical, extremely dry and hot, coinciding with higher intensity of El Niño in 2009, indicating a sharp drop in the density of most populations of *O. ophiactoides*, except for the population of the Coroa Vermelha reef located farther south *O. ophiactoides* presented latitudinal distribution of the discontinuous type and spatial distribution of the aggregate type, with the populations concentrating on the places of less exposure time during low tide. The lack of standard attributes for the population studied, including populations located in the same latitude as Praia do Forte and Itapuã, particularly with regard to density and temporal distribution, show that the populations of *O. ophiactoides* are distinct and dynamics is governed by the same local characteristics of each locality. The constancy in the average body height and clonal reproduction of continuous populations in Bahia *O. ophiactoides* reveal the absence of these attributes to seasonal population along the coastline. Unlike density, body height and clonal reproduction were not modified according to the extreme weather conditions such as El Niño event in December 2009. The body size of *O. ophiactoides* clonal reproduction, as regards the stages of regeneration and configuration of the arms, shows the same pattern in the tropical Southern Hemisphere (Current Guyana biogeographic province, between 12 and 16 ° latitude) and the Hemisphere North (Caribbean biogeographic province).

Keywords: Ophiocomidae, coast, coral reef and beach rock, climate changes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 01: *Ophiocomella ophiactoides* sobre um filoide da alga *Halimeda opuntia*, ilustrando a camuflagem do ofiuoide neste substrato algal (Foto: Camilla Souto e Luciana Martins) 4
- Figura 02: Carta de tipologia climática de Thornthwaite, elaborada para o estado da Bahia. Clima da faixa litorânea entre 12 e 16° varia de úmido a sub-úmido e apresenta diferenças no índice hídrico, excedente hídrico e regime pluviométrico. Fonte: SEI, 1998 8
- Figura 3: Costa do estado da Bahia apresentando a distribuição latitudinal dos pontos de coleta, a distância existente entre os mesmos e os principais rios que desaguam em suas proximidades 9
- Figura 4: Recife coral-algal da Praia do Forte. I – mapa de localização, II – Platô recifal exposto na baixa-mar, III- Imagem de satélite (fonte: Google Earth) mostrando o platô recifal exposto e as áreas A (0m altitude), B (0,50 a 0,90m) e C ($\geq 1,0m$), IV e V, detalhes da praia na maré baixa 12
- Figura 5: Afloramento rochoso da Praia do Farol de Itapuã. I – mapa de localização e estações de coleta: A (0m altitude), B (0,50 a 0,90m) e C ($\geq 1,0m$). II - Imagem de satélite (fonte: Google Earth) mostrando o afloramento exposto e as estações A, B e C. III – Afloramento exposto na baixa-mar, próximo à zona de arrebentação. IV detalhes da praia na maré baixa .13
- Figura 6: Recifes coral-algais da Penha e de Barra Grande na Ilha de Itaparica. I – mapa de localização e estações de coleta: A (0m altitude), B (0,50 a 0,90m) e C ($\geq 1,0m$). II – Vista do recife de Barra Grande. III – *Halimeda opuntia*, um dos substratos preferenciais de *Ophiocomella ophiactoides* (ver detalhes no capítulo 3) e o equinoide *Lytechinus variegatus*, no recife da Penha. IV - Imagem de satélite (fonte: Google Earth) mostrando os recifes expostos e as estações A, B e C. V – Vista panorâmica do recife da Penha, mostrando ao fundo a cidade de Salvador e o Farol da Barra 15
- Figura 7: Recife coral-algal de Taipus de Fora. I – mapa de localização e estações de coleta: A (0m altitude), B (0,50 a 0,90m) e C ($\geq 1,0m$). II – Foto aérea (fonte: <https://www.facebook.com/TaipuDeFora>) mostrando os recifes expostos e as estações A, B e C. III e IV – Vista panorâmica do recife 17
- Figura 8: Afloramentos rochosos de Back Door. I – mapa de localização e estações de coleta: A (0m altitude), B (0,50 a 0,90m) e C ($\geq 1,0m$). II – Imagem de Satélite (Fonte: Google Earth) mostrando os afloramentos expostos e as estações A, B e C. III – Detalhe do afloramento rochoso com piscinas ao fundo. IV – Destaque da turbidez da água e hidrodinâmica forte. V – Poça de maré contendo substratos biológicos (algas) 19
- Figura 9: Recife de Coral de Coroa Vermelha. I – mapa de localização e estações de coleta: A (0m altitude), B (0,50 a 0,90m) e C ($\geq 1,0m$). II – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth) mostrando os dois blocos recifais separados por um canal. III – Imagem de Satélite (Fonte: Google Earth) mostrando o recife exposto e as estações A, B e C. IV – Vista panorâmica do platô recifal na maré baixa 21
- Figura 10: Descrição original e desenhos do holótipo de *Ophiacantha ophiactoides* (= *Ophiocomella ophiactoides*) (Retirado de H. L. Clark, 1901, págs. 249 e 264) 29

Figura 11: A) Visão geral de *Ophiocomella ophiactoides*. B) Região aboral do disco evidenciando papilas espiniformes espaçadas no disco. C) Região aboral do disco evidenciando grânulos em maior número e mais concentrados quando comparados às papilas da figura anterior. D) Desenho esquemático ilustrando os escudos radiais [ER]. E/F) Foto/desenho esquemático de um braço visto pela região aboral, mostrando as placas superiores dos braços [PS], parte das placas laterais [PL] e espinhos braquiais [EB]. G) Últimos segmentos de um braço intacto mostrando a redução do tamanho das placas superiores e fusão das placas laterais 32

Figura 12: A) Região oral de *Ophiocomella ophiactoides*. B) Desenho esquemático das estruturas da região oral: D= dentes, PI = papilas infradentais, PO= papilas orais, M= mandíbula, EO= escudo oral, EA= escudo adoral, FB= fenda bursal, PA= pé ambulacral. C) Vista lateral de um braço com espinhos braquiais. D) Desenho esquemático de um braço, destacando os espinhos braquiais (EB), placas superiores do braço (PS), placas laterais do braço (PL) e placas inferiores do braço (PI). E) Vista oral de um braço. F) Desenho esquemático de um braço visto pela região oral, ilustrando as placas inferiores (PI), placas laterais (PL), escamas tentaculares (ET) e pés ambulacrais (PA) 33

Figura 13: Estruturas morfológicas de *Ophiocomella ophiactoides* vistas através de microscopia eletrônica de varredura (MEV). A) Região aboral do disco. B) Região oral interradianal do disco. C) Região oral evidenciando estruturas do disco e dos braços. D) Detalhes das papilas orais, papilas infradentais e dentes. E) Braço visto pela região aboral, evidenciando as placas superiores dos braços, placas laterais e espinhos braquiais. F) Detalhe de um segmento do braço, visto pela região oral, evidenciando detalhes de uma escama tentacular. Legenda: Es = escamas do disco, PE = papilas espiniformes do disco, PSB= placas superiores dos braços, PIB =placas inferiores dos braços, PL = placas laterais dos braços, EB= espinhos braquiais, BE= base do espinho braquial, Dt= dentes, PI = papilas infradentais, PO= papilas orais, Ma= mandíbula, EO= escudo oral, EA= escudo adoral, FB= fenda bursal, PA= pé ambulacral, ET= escama tentacular 34

Figura 14: Distribuição geográfica (em vermelho) de *Ophiocomella ophiactoides* nas Províncias Biogeográficas Marinhas propostas por MacPherson (2003): (A) Província Caribenha, (B) parte sul da Província Corrente Costeira da Guiana (distribuição ratificada no presente estudo) (Fonte da imagem: Google Earth) 35

Figura 15: Distribuição bioestratigráfica da Família Ophiocomidae de acordo com os registros fósseis disponíveis. A) Jurássico, B) Cretáceo, C) Paleoceno. Fonte: Paleobiology Database <<http://paleodb.org/cgi-bin/bridge.pl?a=home>> 37

Figura 16: Localização dos pontos de coleta dos diferentes habitats-substrato biológicos. A) Praia do Forte, B), Itapuã e C) Barra Grande 48

Figura 17: Média, erro e desvio padrão da densidade de *Ophiocomella ophiactoides* nas localidades de Praia do Forte, Itapuã e Barra Grande, em julho de 2008 52

Figura 18: Média, erro e desvio padrão da densidade de *Ophiocomella ophiactoides* nos diferentes tipos de substratos coletados na Praia do Forte, Itapuã e Barra Grande, em julho de 2008. Hal opu = *Halimeda opuntia*, Anp fra= *Amphiroa fragilissima*, Jan sp= *Jania* sp, Aca sp = *Acanthophora* sp, Sar cym = *Sargassum cymosum*, Padin sp = *Padina* sp, Cau sp =

Caulerpa sp, *Ulv fas*= *Ulva fasciata*, *Ted ig* = *Tedania ignis*, *Hal sp* = *Haliclona* sp, *Dys sp* = *Dysidea* sp53

Figura 19: Experimento 1 – Proporções médias de *Ophiocomella ophiactoides* nos diferentes tipos de substratos com mesmo volume (30mL) após um período de 48h. *Hal opu* = *Halimeda opuntia*, *Anp fr*= *Amphiroa fragilissima*, *Jan sp*= *Jania* sp, *Aca sp* = *Acanthophora* sp, *Sar cym* = *Sargassum cymosum*, *Padin sp* = *Padina* sp, *Caul sp* = *Caulerpa* sp, *Ulv fas*= *Ulva fasciata*, *Ted ig* = *Tedania ignis*, *Hal sp* = *Haliclona* sp, *Dys sp* = *Dysidea* SP 54

Figura 20: Experimento 2 – Proporções médias de *Ophiocomella ophiactoides* nos diferentes tipos de substratos após um período de 48h, mantendo-se o volume de *Halimeda opuntia*, *Amphiroa fragilissima* e *Jania* sp (30mL) e dobrando-se o volume dos demais substratos (60mL). *Hal opu* = *Halimeda opuntia*, *Anp fr*= *Amphiroa fragilissima*, *Jan sp*= *Jania* sp, *Aca sp* = *Acanthophora* sp, *Sar cym* = *Sargassum cymosum*, *Padin sp* = *Padina* sp, *Caul sp* = *Caulerpa* sp, *Ulv fas*= *Ulva fasciata*, *Ted ig* = *Tedania ignis*, *Hal sp* = *Haliclona* sp, *Dys sp* = *Dysidea* SP 55

Figura 21: Experimento 3 – Proporções médias de *Ophiocomella ophiactoides* nos substratos após um período de 48h, com a retirada dos substratos preferencias dos experimentos anteriores (*Halimeda opuntia*, *Amphiroa fragilissima* e *Jania*). *Aca sp* = *Acanthophora* sp, *Sar cym* = *Sargassum cymosum*, *Padin sp* = *Padina* sp, *Caul sp* = *Caulerpa* sp, *Ulv fas*= *Ulva fasciata*, *Ted ig* = *Tedania ignis*, *Hal sp* = *Haliclona* sp, *Dys sp* = *Dysidea* SP 56

Figura 22: Experimento 4 – Proporções médias de *Ophiocomella ophiactoides* nos substratos após um período de 48h, com a retirada dos substratos não preferencias dos experimentos anteriores (*Padina* sp, *Caulerpa* sp, *Ulva fasciata*, *Tedania ignis*, *Haliclona* sp e *Dysidea* sp). *Hal opu*= *Halimeda opuntia*, *Amp fra*= *Amphiroa fragilissima*, *Jan sp*= *Jania* sp, *Aca sp* = *Acanthophora* sp, *Sar cym* = *Sargassum cymosum* 57

Figura 23: Ocorrência dos eventos El Niño e La Niña dos anos de 2000 a 2011, destacando-se os anos de 2009 e 2010 (em verde). Fonte: NOAA<<http://www.esrl.noaa.gov/psd/map/>>68

Figura 24: Temperatura das águas superficiais oceânicas obtidas de imagens orbitais, para os anos de 2009 e 2010, nos meses de coleta das amostras no litoral do estado da Bahia, entre as latitudes de 12 e 16° S (delimitadas pelas linhas pontilhadas). Fonte: NOAA <http://www.osdpd.noaa.gov/ml/ocean/sst/sst_50km.html> 69

Figura 25: Anomalias da temperatura das águas superficiais oceânicas obtidas de imagens orbitais, para os anos de 2009 e 2010, nos meses de coleta das amostras no litoral do estado da Bahia, entre as latitudes de 12 e 16° S (delimitadas pelas linhas pontilhadas). Fonte: NOAA <<http://www.osdpd.noaa.gov/ml/ocean/sst/anomaly.html>> 70

Figura 26: Médias e extremos das temperaturas máximas e mínimas do ar dos meses de março, junho, setembro e dezembro dos anos de 2009 e 2010. Fonte dos dados: Somar Meteorologia (<http://www.somarmeteorologia.com.br/index.html>), acessado em 14/07/2011 71

Figura 27: Pluviosidade acumulada, pluviosidade média histórica e total de dias com chuva, nos meses de março, junho, setembro e dezembro de 2009 e 2010. Os percentuais positivos e negativos são referentes aos desvios observados entre a pluviosidade acumulada comparada à

- pluviosidade média histórica dos respectivos meses. Fonte dos dados: Somar Meteorologia (<http://www.somarmeteorologia.com.br/index.html>), acessado em 14/07/2011 73
- Figura 28: Temperatura da água intersticial dos substratos algais coletados nos ambientes recifais de Praia do Forte a Coroa Vermelha nos meses de março, junho, setembro e dezembro de 2009 e 2010 75
- Figura 29: Salinidade da água intersticial dos substratos algais coletados nos ambientes recifais de Praia do Forte a Coroa Vermelha nos meses de março, junho, setembro e dezembro de 2009 e 2010 76
- Figura 30: pH da água intersticial dos substratos algais coletados nos ambientes recifais de Praia do Forte a Coroa Vermelha nos meses de março, junho, setembro e dezembro de 2009 e 2010 77
- Figura 31: Médias, erros e desvios padrão do biovolume mensurado para cada localidade nos anos de 2009 e 2010. PF= Praia do Forte, IT= Itapuã, PE= Penha, BG= Barra Grande, TF= Taipus de Fora, BD= Back Door, CV=Coroa Vermelha 78
- Figura 32: Análise de Cluster baseada no biovolume algal médio obtido em cada localidade nos anos de 2009 e 2010. Os agrupamentos destacados em vermelho são estatisticamente significativos de acordo com o teste de SIMPROF. PF= Praia do Forte, IT= Itapuã, PE= Penha, BG= Barra Grande, TF= Taipus de Fora, BD= Back Door, CV=Coroa Vermelha 79
- Figura 33: Médias, erros e desvios padrão da densidade mensurada para cada localidade nos anos de 2009 e 2010. PF= Praia do Forte, IT= Itapuã, TF= Taipus de Fora, CV=Coroa Vermelha 80
- Figura 34: Médias, erros e desvios padrão da densidade anual de cada localidade. dPF= Praia do Forte, dIT= Itapuã, dTF= Taipus de Fora, dCV=Coroa Vermelha 81
- Figura 35: Distribuição espacial de *Ophiocomella ophiactoides* nos platôs recifais de Praia do Forte, Taipus de Fora e Coroa Vermelha e nos afloramentos rochosos da Praia de Itapuã. A (azul), B (vermelho) e C (verde) representam respectivamente as áreas de menor, intermediário e maior tempo de exposição durante as marés baixas de sizígia. Não ocorrerem indivíduos na Ilha de Itaparica nem em Back Door 82
- Figura 36: Ordenação multidimensional (MDS) baseada na densidade de *Ophiocomella ophiactoides* (ind/100 mL), temperatura máxima do ar, pluviosidade acumulada, número de dias com chuva e El Niño obtidos para cada localidade nos anos de 2009 e 2010. PF= Praia do Forte, IT= Itapuã, TF= Taipus de Fora, CV=Coroa Vermelha 83
- Figura 37: Diversos estágios de regeneração e exemplos de configuração de braços de *Ophiocomella ophiactoides* após reprodução assexuada clonal por fissão. A) disco logo após a fissão, estágio I (0% regenerado) e configuração 3+0, B) disco e braços começando a regenerar, estágio II (até 15% regenerado) configuração 3+3, C) disco e braços no estágio III (até 25% regenerados), D) Disco e braços no estágio IV (até 50% regenerados) exemplar da foto oriundo de uma fissão não equitativa, com configuração 2+4, E) Estágio V (até 80% regenerados), F) estágio VI (100% regenerado), configuração 6I, G) estágio VI (100%

regenerado) configuração 5I. Exemplares das fotos com diâmetro do disco variando entre 2 e 3 mm	100
Figura 38: Médias, erros e desvios-padrão da estatura (diâmetro do disco) de <i>Ophiocomella ophiactoides</i> na Praia do Forte, Itapuã, Taipus de Fora e Coroa Vermelha, nos meses de março, junho, setembro e dezembro dos anos de 2009 e 2010	101
Figura 39: Distribuição das frequências da estatura (diâmetro do disco) de <i>Ophiocomella ophiactoides</i> no recife da Praia do Forte, em março, junho, setembro e dezembro de 2009 e 2010. N= n° de indivíduos mensurados	103
Figura 40: Distribuição das frequências da estatura (diâmetro do disco) de <i>Ophiocomella ophiactoides</i> no recife da Praia de Itapuã, em março, junho, setembro e dezembro de 2009 e 2010. N= n° de indivíduos mensurados	104
Figura 41: Distribuição das frequências da estatura (diâmetro do disco) de <i>Ophiocomella ophiactoides</i> no recife de Taipus de Fora, em março, junho, setembro e dezembro de 2009 e 2010. N= n° de indivíduos mensurados	105
Figura 42: Distribuição das frequências da estatura (diâmetro do disco) de <i>Ophiocomella ophiactoides</i> no recife de Coroa Vermelha, em março, junho, setembro e dezembro de 2009 e 2010. N= n° de indivíduos mensurados	106
Figura 43: Frequência relativa dos estágios de regeneração após fissão de <i>Ophiocomella ophiactoides</i> nos anos de 2009 e 2010 (março, junho, setembro e dezembro), em Praia do Forte, Itapuã, Taipus de Fora e Coroa Vermelha (BA). I= logo após a fissão (0% regenerado), II= até 15% regenerado, III= até 25% regenerado, IV= até 50% regenerado, V= até 80, VI= inteiro, totalmente regenerado (100%). N= numero total de indivíduos mensurados em cada período	107
Figura 44: Frequência relativa dos diversos tipos de configuração dos braços de <i>Ophiocomella ophiactoides</i> nos anos de 2009 e 2010 (março, junho, setembro e dezembro), em Praia do Forte, Itapuã, Taipus de Fora e Coroa Vermelha (BA)	109

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	vi
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	xii
1. INTRODUÇÃO GERAL	01
2. ÁREA DE ESTUDO	07
2.1 Descrição das praias	10
2.1.1 Recife da Praia do Forte (Município de Mata de São João)	10
2.1.2 Afloramentos rochosos da Praia do Farol de Itapuã (Município de Salvador)	11
2.1.3 Recifes da Penha e de Barra Grande (Ilha de Itaparica, Município de Vera Cruz)	14
2.1.4 Recife de Taipus de Fora (Município de Maraú)	16
2.1.5 Afloramentos rochosos de Back Door (Distrito de Olivença)	18
2.1.6 Recife de Coroa Vermelha (Município de Santa Cruz de Cabrália)	20
CAPÍTULO 1: Taxonomia e distribuição geográfica de <i>Ophiocomella ophiactoides</i> (H.L. Clark, 1901) (Echinodermata: Ophiuroidea) no litoral do estado da Bahia	22
1. INTRODUÇÃO	23
2 MATERIAL E MÉTODOS	26
3. RESULTADOS	28
4. DISCUSSÃO	38
5. CONCLUSÕES	44
CAPÍTULO 2: Substratos preferenciais do ofiuroide <i>Ophiocomella ophiactoides</i> (H. L. Clark, 1901) em condições de campo e de laboratório	45
1. INTRODUÇÃO	46
2. MATERIAL E MÉTODOS	48
3. RESULTADOS	52
4. DISCUSSÃO	58
5. CONCLUSÕES	62

CAPÍTULO 3: Densidade e distribuição espaço-temporal de <i>Ophiocomella ophiactoides</i> (H. L. Clark, 1901) em ambientes recifais e afloramentos rochosos situados em diferentes faixas latitudinais do litoral do estado da Bahia	63
1. INTRODUÇÃO	64
2 MATERIAL E MÉTODOS	66
3. RESULTADOS	68
4. DISCUSSÃO	84
5. CONCLUSÕES	93
CAPÍTULO 4: Estatura corpórea e reprodução clonal de <i>Ophiocomella ophiactoides</i> (H. L. Clark, 1901) em ambientes litorâneos do estado da Bahia	94
1. INTRODUÇÃO	95
2 MATERIAL E MÉTODOS	98
3. RESULTADOS	101
4. DISCUSSÃO	110
5. CONCLUSÕES	118
CONSIDERAÇÕES FINAIS	119
REFERÊNCIAS	121
GLOSSÁRIO DE TERMOS TAXONÔMICOS	136
ANEXOS	139

1. INTRODUÇÃO GERAL

Em tempos nos quais temas como poluição, aquecimento global, fenômenos El Niño e La Niña, tsunamis, terremotos e tantos outros estão sendo amplamente divulgados de forma mais ou menos sensacionalista pela mídia, palavras como “preservação” e “biodiversidade” estão cada vez mais em evidência para a sociedade como um todo. Contudo, tais palavras estão sendo usadas para expressar tantos significados que se tornaram genéricas, superficiais (MELO, 2008), sendo muitas vezes são aplicadas de forma inadequada e equivocada.

Existem muitas teorias heurísticas da Autoecologia e da Sinecologia que fundamentam o conceito de biodiversidade, tais como Teoria das Metapopulações, Teoria da Sucessão Ecológica, Teoria da Ubiquidade e Raridade das Espécies, Teoria da Biogeografia de Ilhas e Teoria do Gradiente Latitudinal de Espécies. Tais teorias contribuem consideravelmente para a compreensão dos padrões espaço-temporais da biodiversidade (CAIN *et al.* 2011, CIANCIARUSO *et al.* 2009; HANSKI, 1998; PIANKA, 1966; RICKLEFS, 1996). Como observado, para se falar de biodiversidade com propriedade e fundamentação científica, seu componente básico – a espécie – necessita ser bem conhecido, tanto taxonômica, com as espécies bem descritas, caracterizadas e resolvidas sistematicamente, quanto ecologicamente, através do conhecimento da dinâmica das populações das várias espécies que compõem as comunidades biológicas distribuídas nos diversos ambientes da Terra.

Martins e Santos (1999) apresentam uma discussão bem fundamentada sobre a Teoria do Gradiente Latitudinal proposta por Pianka (1966), a qual postula que o número de espécies é muito maior próximo ao Equador do que nos polos. Segundo a revisão feita por Martins e Santos (*op. cit.*), as explicações que fundamentam um maior número de espécies nas regiões tropicais podem ser classificadas em bióticas e abióticas. As explicações bióticas incluem as hipóteses da 1) competição, segundo a qual a seleção natural nas latitudes mais altas seria controlada pelos extremos ambientais, enquanto nas baixas latitudes seria controlada por interações bióticas, principalmente competição, que geraria maior especialização e maior número de espécies, com nichos ecológicos mais estreitos; 2) predação, que, contrariamente à hipótese da competição, afirma que o maior número de espécies de predadores e parasitas nas baixas latitudes diminuiria a densidade das populações predadas e parasitadas, impedindo que aumentassem demasiadamente e excluíssem competitivamente outras espécies, de tal forma que sobrariam recursos suficientes para que mais espécies pudessem coabitar.

Dentre as explicações abióticas levantadas por Martins e Santos (1999) para explicar a maior biodiversidade nos trópicos estariam as hipóteses da 1) estabilidade climática, que afirma que a relativa constância de recursos nas baixas latitudes propiciaria maior especialização e adaptações mais finas, implicando em nichos ecológicos mais estreitos e maior número de espécies que nas altas latitudes; 2) tempo ecológico, que afirma que o número de espécies nas comunidades tende a aumentar ao longo do tempo e que comunidades de altas latitudes seriam mais jovens (devido a glaciações recentes e descontinuidades climáticas severas) e teriam menos espécies que as de baixas latitudes; 3) produtividade, que diz que a maior produtividade das comunidades das baixas latitudes causaria maior riqueza de espécies, isto é, uma pirâmide energética de base maior permitiria a sobrevivência de mais espécies na pirâmide e 4) área, que afirma ser a probabilidade de especiação maior em áreas maiores com climas semelhantes (ocorrentes em baixas latitudes), em decorrência de maior probabilidade de isolamento entre populações, por conta de espaços em mosaico e fragmentações.

O Brasil é o país que apresenta a maior costa do Atlântico Sul Ocidental. De acordo com Amaral e Jablonski (2005), as características tropicais e subtropicais são dominantes na costa brasileira. Os ambientes recifais distribuem-se por cerca de 3.000 km ao longo da costa Nordeste, desde o Maranhão (Parcel do Manuel Luiz) até o sul da Bahia (Viçosa, Abrolhos), e constituem-se nos únicos ecossistemas recifais do Atlântico Sul. Mais ao sul, o deslocamento – na direção norte, nos meses de inverno – da convergência subtropical, formada pelo encontro das águas da corrente do Brasil com a corrente das Malvinas, confere à região características climáticas mais próximas das temperadas, o que influencia profundamente a composição da fauna local. A região de Cabo Frio marca a transição entre os ambientes tropicais, ao norte, e subtropicais e temperados, ao sul (AMARAL; JABLONSKI *op cit.*, COUTO *et al.* 2003).

Mesmo dentro da faixa tropical da costa brasileira, a exemplo da região Nordeste, certos fenômenos locais definem condições climatológicas e oceanográficas capazes de determinar traços distintivos da biodiversidade regional (AMARAL; JABLONSKI 2005, COUTO *et al.* 2003). Por exemplo, o estado da Bahia, que possui o maior litoral do país (situado entre as latitudes de 11 e 18°S) apresenta zonas geomorfológicas diferenciadas longo de sua costa, com a presença de duas grandes baías (Baía de Todos-os-Santos e Baía de Camamu), penínsulas (como a Península de Maraú), diversas ilhas (como a Ilha de Itaparica), desembocadura de rios com diferentes vazões (como os rios Jacuípe e Contas), que vão influenciar de forma diferenciada o aporte de sedimentos e turbidez da água do mar ao longo

do litoral, além de condições climáticas e pluviométricas variáveis ao longo da costa (BAHIA, 2003, 2009). Tais diferenças certamente influenciam nos padrões das populações de diferentes espécies de organismos que ocorrem no litoral baiano e que compõem a sua biodiversidade.

Dentre a macrofauna bentônica que compõe a biodiversidade marinha brasileira e do estado da Bahia, as espécies do filo Echinodermata certamente estão entre as mais representativas (AMARAL; JABLONSKI 2005, MAGALHÃES *et al.* 2005, MANSO *et al.* 2008; VENTURA *et al.* 2009). Os equinodermos têm sido estudados em diferentes perspectivas, com pesquisas que contemplam desde a biologia geral, enfocando estudos fisiológicos (como excreção e regulação iônica), como organismos teste em estudos de ecotoxicologia (especialmente ovos e embriões), como espécies indicadoras de qualidade ambiental, como modelos experimentais em estudos de imunidade celular e mais recentemente em estudos de farmacologia e biotecnologia, onde já se isolaram de algumas espécies substâncias com potencial bactericida e citotóxico contra leveduras e células tumorais e extração de outros produtos naturais como lipídeos, pigmentos e esteróis; além da importância comercial como consumo de gônadas e tecidos de algumas espécies na alimentação (DUQUE, *et al.* 1997, MICAEL *et al.* 2009, HENDLER, *et al.* 1995; MAGALHÃES *et al.* 2005, VENTURA *et al.* 2006, 2009). Todos esses estudos, de natureza aplicada, só foram possíveis graças à pesquisa básica feita com as espécies objeto de investigação. E, para as espécies alvo de extrativismo, seja para consumo alimentar ou para extração de substâncias de potencial farmacológico e biotecnológico, torna-se fundamental a realização de estudos relacionados com a taxonomia e ecologia das suas populações, para que sejam traçadas estratégias de monitoramento das mesmas, preservando, desta forma, estes componentes da biodiversidade.

Dentro do filo Echinodermata, a classe Ophiuroidea com aproximadamente 2.000 espécies, 250 gêneros e 25 famílias, pode ser considerada uma das mais adaptadas dentre os equinodermos recentes, pois a mesma ocorre desde regiões polares a tropicais e da zona entremarés a grandes profundidades e em diferentes habitats marinhos, com densidade muitas vezes elevada em função do comportamento gregário de muitas espécies, implicando na existência de uniformidade estrutural por longo período de tempo numa dada área (BORGES, *et al.* 2002). Devido a sua abundância, hábitos alimentares e altos níveis de atividade, os ofiuroides têm um significativo impacto no balanço energético e na ecologia das comunidades de determinados ambientes marinhos pela utilização, processamento e redistribuição da matéria orgânica e da elevação das taxas de bioturbação, sendo o principal elo entre as cadeias alimentares locais, e apesar de não serem utilizados como fonte de alimento pelo homem, os

ofiuroides têm importante participação em cadeias alimentares envolvendo peixes e outros macroinvertebrados de significativo valor comercial (BORGES, 2006, CUEVAS; COUTO, 2005).

No estado da Bahia foram registradas até o momento 39 espécies de ofiuroides recentes distribuídos em 9 famílias (MAGALHÃES *et al.* 2005). Excetuando a região de Abrolhos no extremo sul do estado, a fauna de ofiuroides da Bahia ainda é pouco conhecida, até mesmo em seus aspectos taxonômicos (MANSO *et al.* 2008). Nesse contexto, merece destaque a espécie *Ophiocomella ophiactoides* (H. L. Clark, 1901) (Figura 1), um ofiuroide muito peculiar que ocorre no fital de algas calcárias ao longo da costa do estado da Bahia (CERQUEIRA, 2002; SOUTO, 2008). O gênero *Ophiocomella* possui quatro espécies que se caracterizam pelo pequeno tamanho e pela presença de cinco a sete braços (A. H. CLARK, 1939, STÖRH, 2011). *Ophiocomella ophiactoides*, única espécie do gênero registrada para a costa brasileira, é um pequeno ofiuroide esverdeado, apresentado disco com cerca de 5 mm de diâmetro, predominando indivíduos com seis braços (HENDLER *et al.* 1995).

Ophiocomella ophiactoides apresenta distribuição tropical, ocorrendo desde o sul da Flórida (USA) até o norte do Espírito Santo (Brasil) (HENDLER *et al.* 1995; ALBUQUERQUE; GUILLE, 1991). A ocorrência de *O. ophiactoides* no Brasil e na Bahia ainda é pouco documentada (ALBUQUERQUE; GUILLE, 1991, CERQUEIRA, 2002; MORAES; CORREIA, 2004, SANTANA, 2008, SOUTO, 2008, TOMMASI, 1999). *Ophiocomella ophiactoides* é considerada por Hendler *et al.* (1995) como uma espécie típica de águas rasas, associada à substrato algal, ocorrendo do mesolitoral até 18m de profundidade. Entretanto, Albuquerque e Guile (1991) registraram, no Brasil, a ocorrência da espécie a 52m de profundidade, sobre substrato coralíneo.



Figura 01: *Ophiocomella ophiactoides* sobre um filoide da alga *Halimeda opuntia*, ilustrando a camuflagem do ofiuroide neste substrato algal (Foto: Camilla Souto e Luciana Martins)

Uma das características mais marcantes de *Ophiocomella ophiactoides* é seu modo de reprodução. Esta espécie apresenta reprodução assexuada por clonagem e reprodução sexuada. No primeiro caso um exemplar pode gerar potencialmente até quinze novos indivíduos por ano (MLADENOV *et al.*, 1983). No segundo, são produzidos ovos com cerca de 80µm e o desenvolvimento larval se completa em torno de 26 dias (MLADENOV; EMSON, 1984; LAWRENCE; HERRERA, 2000). O número máximo de ovócitos produzidos por uma fêmea é de cerca de 7.400 e quando comparado com o número produzido por outras espécies de ofiuroides pode se inferir que indivíduos gerados pela reprodução sexuada é pequeno, mas tem importante papel na dispersão da espécie e variabilidade genética (MLADENOV; EMSON, 1984, 1988, 1990).

Nos últimos anos tem surgido um grande interesse na área médica em processos regenerativos de animais invertebrados, com grande capacidade de originar novas células, baseada na reposição de tecidos ou órgãos danificados por trauma ou por qualquer tipo de problema, seja de natureza química, física, metabólica, infecciosa ou funcional. O conhecimento da regeneração de partes perdidas ou danificadas é importante para a compreensão e controle deste processo e, conseqüentemente, para o desenvolvimento da engenharia tecidual, medicina regenerativa, biotecnologia e regulação celular. Alguns dos alvos de estudos são animais invertebrados, como ofiuroides, que conseguem regenerar partes perdidas de seu corpo em função da sua reprodução assexuada ou devido ao ataque de predadores ou em consequência de lesões por eles sofridas (LOPES, 2010, MLADENOV, 1996).

Com base no exposto, *O. ophiactoides* constitui um modelo potencial para estudos de engenharia tecidual e medicina regenerativa, em função do seu processo de reprodução assexuada e mecanismos de regeneração. Entretanto, para que esta espécie possa ser utilizada em pesquisas de natureza aplicada, é condição *sinequanon* conhecer aspectos básicos da sua taxonomia e bioecologia, tais como: 1) *status* taxonômico, 2) afinidades da espécie com seu habitat, 3) questões relacionadas às flutuações da sua densidade populacional *versus* condições climáticas, 4) relações da distribuição espaço-temporal *versus* variação latitudinal e 5) caracterização reprodutiva e de estatura corpórea, que são o foco da presente tese de doutorado. Tais conhecimentos serão úteis não só para nortear futuros protocolos de pesquisas de natureza aplicada, mas também, e principalmente, servirão de ferramentas para ajudar a preservar esta espécie de ofiuroides e, conseqüentemente, ajudar a preservar a biodiversidade da fauna marinha do estado da Bahia.

Para estabelecer conexões entre os diferentes temas abordados, a presente tese encontra-se estruturada em quatro capítulos. No primeiro capítulo são identificados e resolvidos problemas referentes à taxonomia e ano de publicação de *Ophiocomella ophiactoides*, sendo apresentada uma nova descrição para a espécie, com base em exemplares coletados no estado da Bahia, para suprir as lacunas existentes na descrição original feita pelo zoólogo norte americano Hubert Lyman Clark (1870-1947), cujo holótipo foi perdido e parátipos e sintipos são inexistentes. Neste capítulo também é apresentada distribuição bioestratigráfica da família Ophiocomidae e distribuição geográfica da espécie *O. ophiactoides*.

No segundo capítulo são discutidos experimentos realizados em laboratório com a finalidade de confirmar a preferência de *O. ophiactoides* por determinados tipos de substrato em que a espécie é observada em campo. Os resultados encontrados, além de responder à questão ecológica examinada, serviram para selecionar quais substratos deveriam ser coletados na área de estudo para observar, de forma mais eficaz, a densidade e distribuição espaço-temporal da espécie nos substratos nos quais ela realmente vive em condições naturais.

No terceiro capítulo são apresentadas e discutidas as informações referentes à flutuação da densidade populacional de *O. ophiactoides* e sua distribuição espaço-temporal nos fitais de diferentes ambientes recifais e afloramentos rochosos ao longo da costa da Bahia, verificando a ocorrência de possíveis correlações com características climáticas regionais (temperatura e pluviosidade) e globais (anomalias da temperatura da superfície do oceano e fenômeno El Niño).

No quarto e último capítulo aferiu-se a estatura corpórea de *Ophiocomella ophiactoides* através do diâmetro do disco, caracterizou-se a reprodução clonal, no que concerne à predominância de diferentes estádios de fissão e regeneração em indivíduos com tamanhos distintos, averiguou-se a existência de diferenças latitudinais na estrutura da dimensão do disco e na reprodução clonal das populações distribuídas ao longo da costa do estado da Bahia em diferentes épocas do ano e se tais variações estariam associadas a fatores climáticos.

2. ÁREA DE ESTUDO

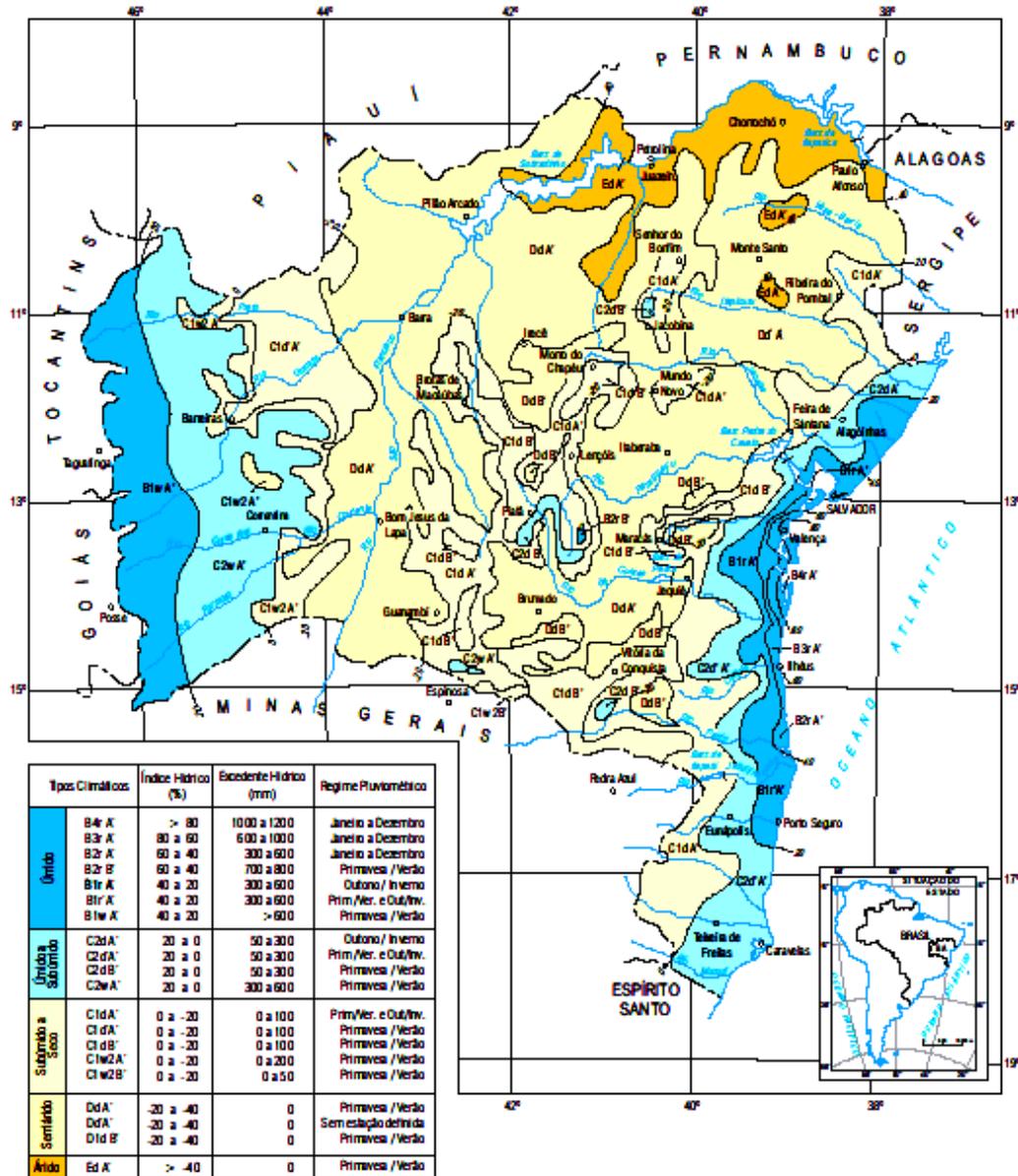
As áreas de estudo foram definidas de modo a contemplar diferentes setores do litoral do estado da Bahia que historicamente apresentassem condições climáticas distintas. Para isso, foi inicialmente analisada a carta de tipologia climática de Thornthwaite, elaborada para o estado da Bahia, disponibilizada pela Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (BAHIA, 2003; SEI, 1998) (Figura 02). Definidas as áreas climáticas, foram observados, através do software Google Earth, praias de substrato consolidado, contemplando recifes de coral, recifes coral-algais e afloramentos rochosos, distribuídos de forma mais ou menos equitativa nas latitudes de 12 a 16°, usando como critério para a definição das áreas as praias de substrato consolidado. Com base nesse critério, a latitude de 15° não foi contemplada neste trabalho, em função de só existirem praias arenosas nesta latitude.

Com base nos critérios acima descritos foram escolhidas as seguintes localidades: Praia do Forte (Mata de São João), Itapuã (Salvador) e Penha (Itaparica), situadas na latitude de 12°, Barra Grande (Itaparica) e Taipus de Fora (Maraú), localizadas a 13° de latitude, Back Door (Olivença), localizada a 14° e Coroa Vermelha (Santa Cruz de Cabrália), localizada a 16° de latitude (Figuras 3 a 9). Cada um desses ambientes foi visitado nos anos de 2009 e 2010, nos meses de março, junho, setembro e dezembro, contemplando as quatro estações do ano. Embora não existam diferenças bruscas de temperatura e sazonalidade bem marcada com relação às estações do ano na região nordeste do Brasil, é inegável que existem variações no foto período, sendo os dias dos meses de março e junho mais curtos quando comparados aos de setembro e dezembro. Destes quatro meses, dois contemplam a chamada “estação chuvosa” (março/ junho) e dois a “estação seca” (setembro/ dezembro) de acordo com os dados históricos de pluviosidade, sendo estes os critérios das escolhas destes meses para a realização do presente estudo.

TIPOLOGIA CLIMÁTICA - Segundo Thornthwaite

Estado da Bahia - 2007

Pluviometria 1943 - 1983 / Temperatura 1961 - 1990



FONTE: SEI, 1998.

0 50 100 150 km
ESCALA 1: 6.500.000



Figura 02: Carta de tipologia climática de Thornthwaite, elaborada para o estado da Bahia. Clima da faixa litorânea entre 12 e 16° varia de úmido a sub-úmido e apresenta diferenças no índice hídrico, excedente hídrico e regime pluviométrico. Fonte: SEI, 1998.

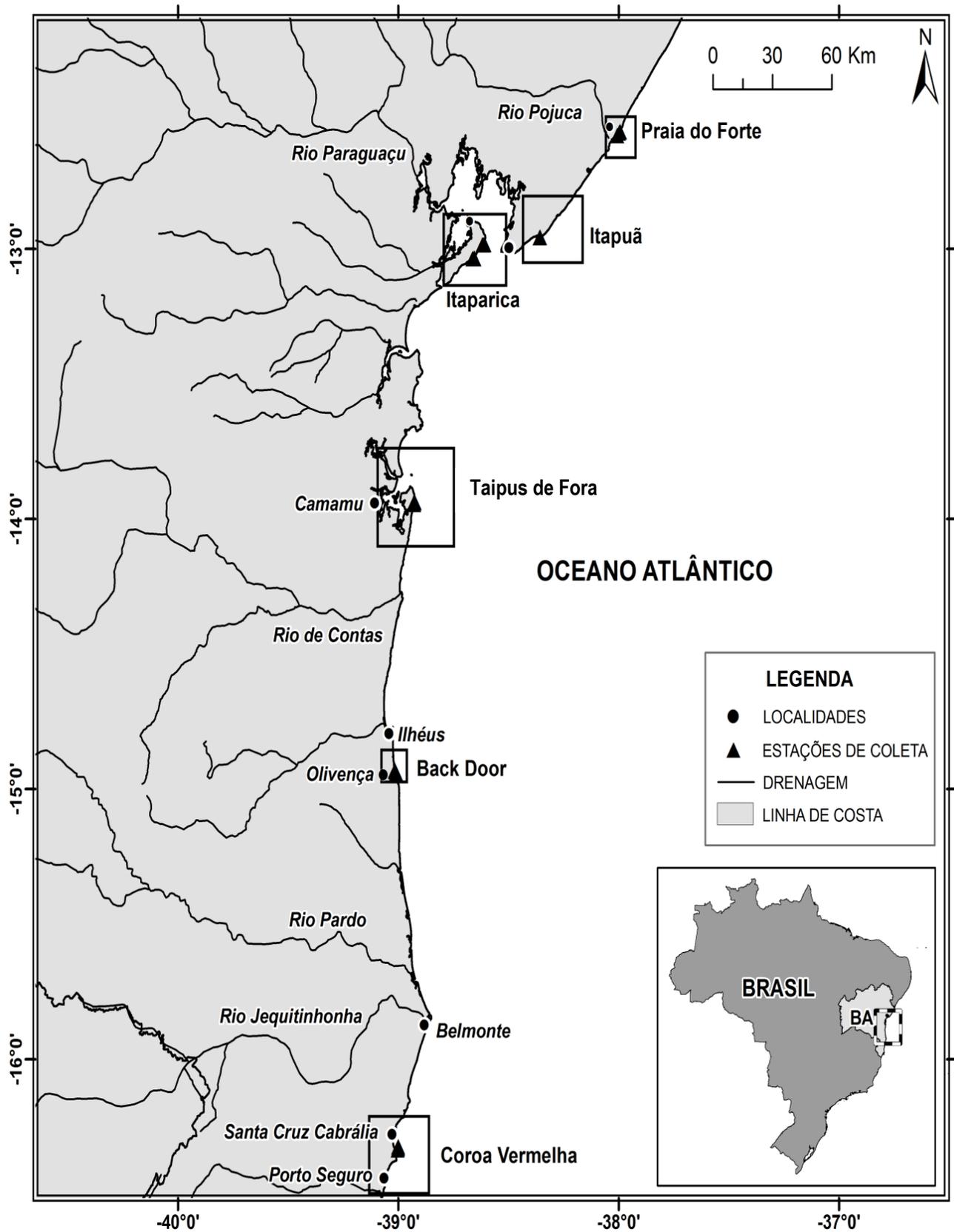


Figura 3: Costa do estado da Bahia apresentando a distribuição latitudinal dos pontos de coleta, a distância existente entre os mesmos e os principais rios que desaguam em suas proximidades.

2.1 Descrição das praias

2.1.1 Recife da Praia do Forte (Município de Mata de São João)

O recife da Praia do Forte (Figura 4) apresenta cerca de 3,5 km de extensão paralela à linha de costa e a parte mais extensa do platô recifal exposto durante a baixa mar é de cerca de 0,30 km de extensão perpendicular à linha de praia. Na região mais ao sul do recife, nas coordenadas de 12° 44' 34" S e 38° 00' 11" O, o recife é dividido por uma pequena enseada com cerca de 0,29 km de perímetro. Geologicamente a formação da Praia do Forte é do tipo recife de coral em franja. Na maré baixa observam-se piscinas naturais de vários tamanhos e profundidades, com destaque para a piscina “papa gente”, localizadas mais ao norte do recife, nas coordenadas de 12° 33' 59" S e 37° 59' 38" O, muito frequentada por banhistas. A altimetria no platô recifal varia de 0 a 3m de altura na maré baixa. No platô observam-se também afloramentos coralinos irregulares, com alturas variando de 0,50 a 1,0m. O sedimento existente no platô recifal e nas piscinas apresenta tamanho de grãos variados, indo desde o cascalho e grãos mais grossos de natureza biogênica (fragmentos de algas calcárias e de conchas de moluscos e carapaças de crustáceos até espinhos de equinodermos) até sedimento mais fino. A região da Praia do Forte encontra-se sobre a área de abrangência da bacia hidrográfica do Rio Pojuca, que desemboca a cerca de 2 km em direção ao sul.

A região onde o recife da Praia do Forte encontra-se inserido vem sendo alvo de forte especulação imobiliária desde o início da década de 90 do século XX. O que era uma vila de pescadores, sem pavimentação e bastante rústica até os anos 80 deu lugar a hotéis de pousadas de alto luxo, bares, restaurantes e toda uma infraestrutura para comodidade de turistas. Observamos durante os meses de setembro e dezembro de 2009 e 2010 vários “guias” com grupos de turistas no platô recifal e presenciamos alguns turistas coletando corais vivos, conchas de moluscos e alguns ofiuroides como *Ophiocoma echinata*, além de alimentarem peixes das poças de maré com pedaços de pão e biscoitos.

2.1.2 Afloramentos rochosos da Praia do Farol de Itapuã (Município de Salvador)

Os afloramentos rochosos da praia do Farol de Itapuã (Figura 5) são um misto de arenito de praia (*beach rock*) mais planos, similares a um platô recifal, e de afloramentos de rochas metamórficas do embasamento cristalino, formando elevações que podem atingir cerca de 3,5 m. A área mede cerca de 0,42 km paralela a linha de praia e cerca de 0,41 km perpendicularmente em sua porção mais longa. Os afloramentos são divididos por um canal com cerca de 0,24 km nas coordenadas de 12° 57' 27" S e 38° 21' 24" O, sendo a porção situada à direita do canal menor e mais alta que a área situada à esquerda, com exceção dos afloramentos elevados encontrados na zona de arrebentação desta área. São observadas diversas poças de maré com batimetria variando de 20 a 30 cm até cerca de 1,50 m. O sedimento é muito variado em composição e tamanho, observando-se desde blocos de rochas sedimentares, rodolitos, seixos de rocha, cascalho biogênico e areia siliciclástica. Uma característica observada nestes afloramentos é a migração sazonal de sedimentos, com as rochas mais expostas entre julho e setembro e bancos de areia observados em dezembro e março. O rio mais próximo a esta área é o Joanes, que desemboca 10 km ao norte, no município de Lauro de Freitas, na praia de Buraquinho. Até início da década de 90 esgotos eram lançados diretamente nesta praia, o que deixou de existir depois que o programa de saneamento Baía Azul, implementado pelo governo do estado, ampliou a Estação de Condicionamento Prévio do Rio Vermelho em 1995 construindo dois emissários submarinos que interceptaram os esgotos lançados na beira mar das praias de Salvador. Durante o ano de 2010 a Prefeitura Municipal de Salvador demoliu diversas barracas de praia existentes no litoral da cidade, incluindo as existentes na praia do Farol de Itapuã.

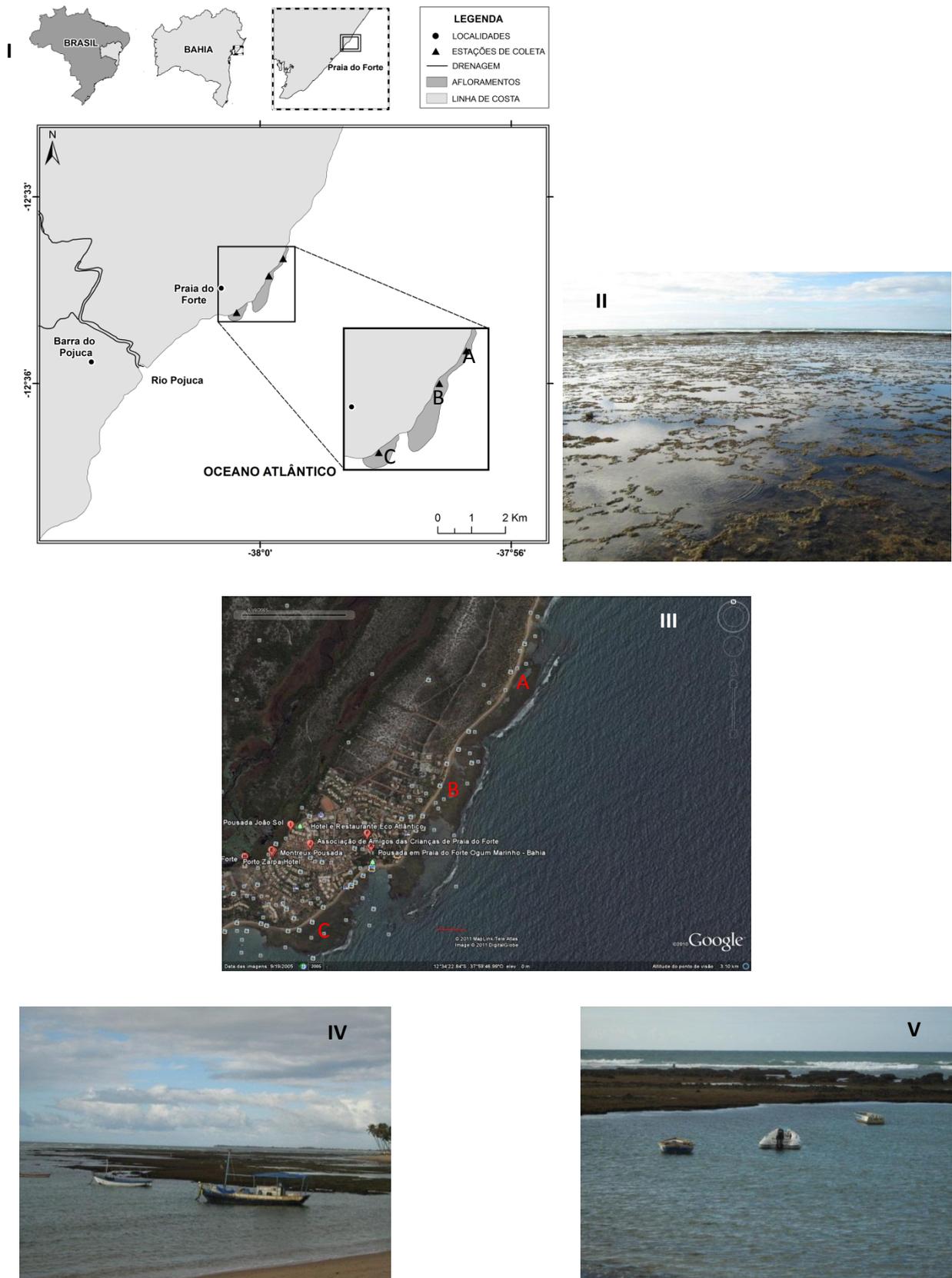


Figura 4: Recife coral-algal da Praia do Forte. I – mapa de localização, II – Platô recifal exposto na baixa-mar, III- Imagem de satélite (fonte: Google Earth) mostrando o platô recifal exposto e as áreas A (0m altitude), B (0,50 a 0,90m) e C ($\geq 1,0$ m), IV e V, detalhes da praia na maré baixa.

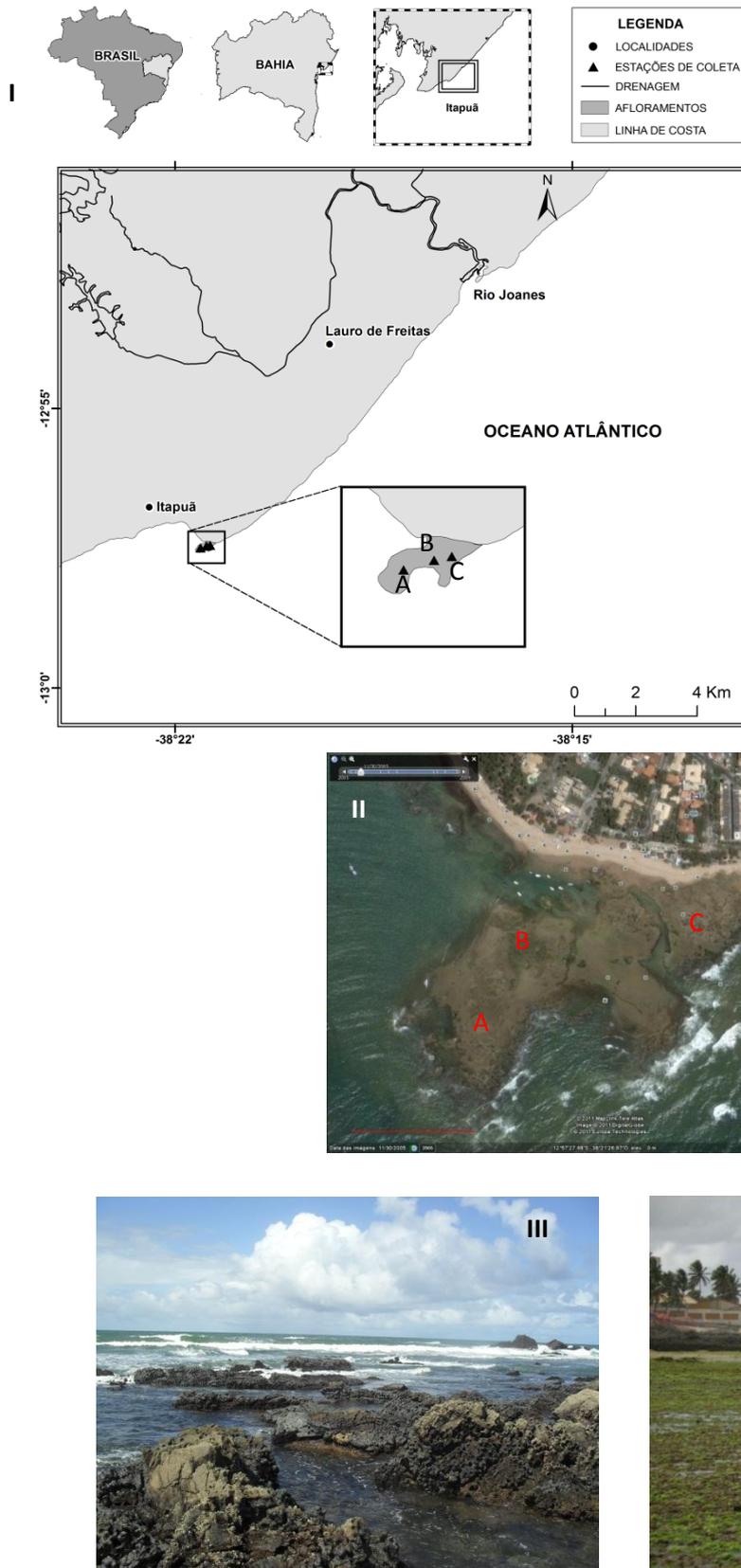


Figura 5: Afloramento rochoso da Praia do Farol de Itapua. I – mapa de localização e estações de coleta: A (0m altitude), B (0,50 a 0,90m) e C ($\geq 1,0$ m). II - Imagem de satélite (fonte: Google Earth) mostrando o afloramento exposto e as estações A, B e C. III – Afloramento exposto na baixa-mar, próximo à zona de arrebenção. IV detalhes da praia na maré baixa.

2.1.3 Recifes da Penha e de Barra Grande (Ilha de Itaparica, Município de Vera Cruz)

O município de Vera Cruz na Ilha de Itaparica apresenta em seu Litoral Leste um extenso recife de coral em franja com uma extensão paralela a ilha de aproximadamente 14,8 km, passando por diversas praias como Mar Grande, Jaburu, Penha, Praia da Coroa, Barra do Gil, Barra do Pote, Conceição e Barra Grande. A Ilha de Itaparica está situada na área de transição entre as latitudes de 12 e 13°. Por questões logísticas, foram escolhidas duas praias para a realização das amostragens ambientais e biológicas, sendo uma delas o trecho do recife situado na Praia da Penha, a 12°, e um segundo trecho do recife na praia de Barra Grande, a 13°, os quais se distanciam cerca de 8 km (Figura 6). Geologicamente o platô recifal da Ilha de Itaparica é similar ao da Praia do Forte, diferindo deste pela sua maior extensão e por estar situado numa ilha dentro da Baía de Todos-os-Santos. A altimetria do platô recifal nas regiões da Penha e de Barra Grande durante a baixamar varia de 0 a 3m. As poças de maré são relativamente rasas na maré baixa, não ultrapassando os 70 cm. O sedimento varia na composição e tamanho, encontrando-se tanto cascalho biogênico, misto de cascalho com areia e areia fina. A composição da fração biogênica é constituída de conchas de moluscos, espinhos de equinodermos e fragmentos esqueletais de corais e de algas calcárias na em sua maioria.

O litoral oeste da Ilha de Itaparica é estuarina, com grandes extensões de manguezais e sobre a área de desembocadura do rio Paraguaçu. Observou-se, tanto na Penha quanto em Barra Grande muitas folhas de plantas de mangue, bem como de plântulas de *Rizophora* e *Avicenia* ao longo dos meses de coleta, revelando a conexão entre esses dois ambientes.

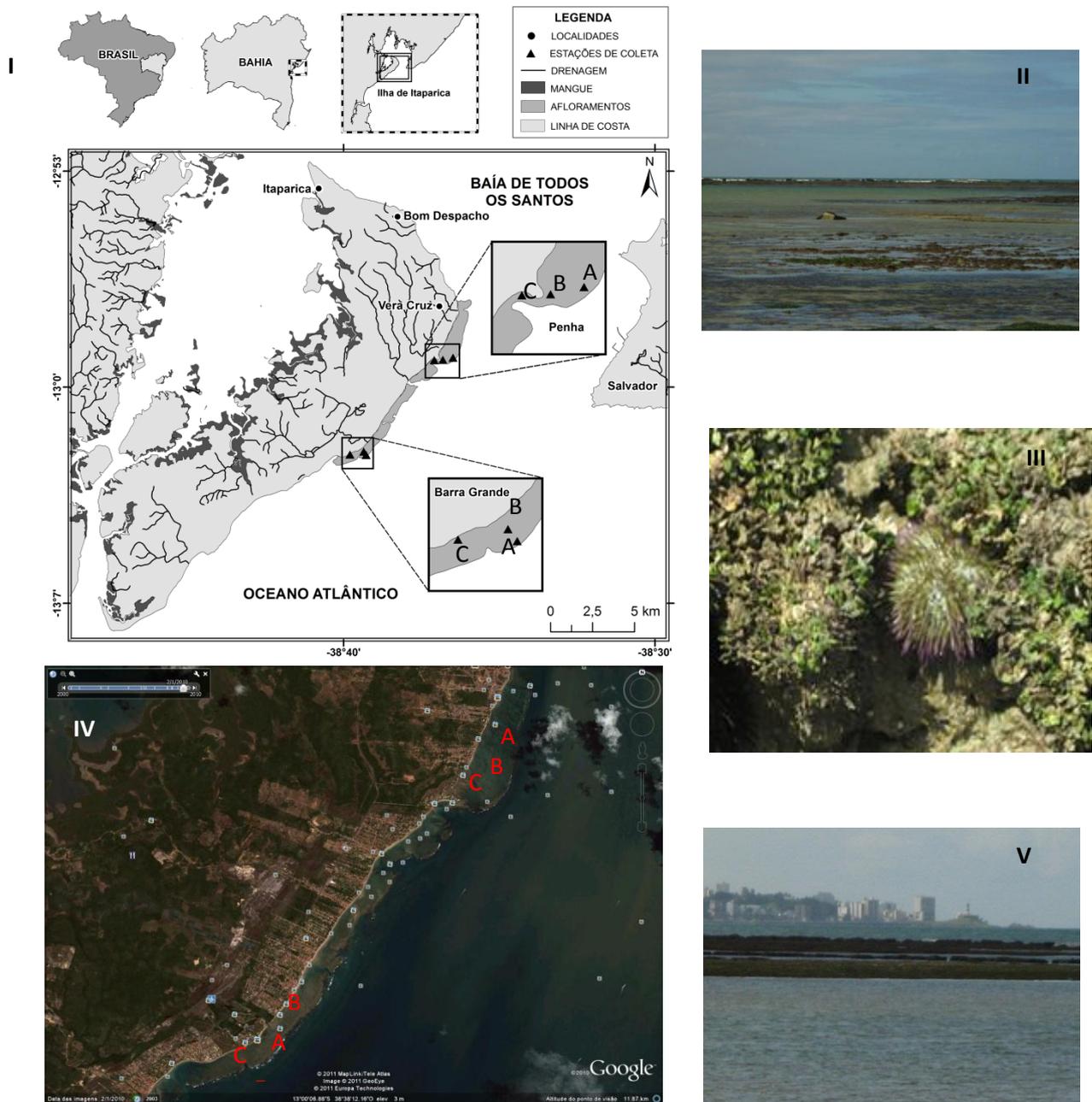


Figura 6: Recifes coral-algais da Penha e de Barra Grande na Ilha de Itaparica. I – mapa de localização e estações de coleta: A (0m altitude), B (0,50 a 0,90m) e C ($\geq 1,0$ m). II – Vista do recife de Barra Grande. III – *Halimeda opuntia*, um dos substratos preferenciais de *Ophiocomella ophiactoides* (ver detalhes no capítulo 3) e o equinoide *Lytechinus variegatus*, no recife da Penha. IV - Imagem de satélite (fonte: Google Earth) mostrando os recifes expostos e as estações A, B e C. V – Vista panorâmica do recife da Penha, mostrando ao fundo a cidade de Salvador e o Farol da Barra.

2.1.4 Recife de Taipus de Fora (Município de Maraú)

O recife de Taipus de Fora (Figura 7) apresenta cerca de 1,0 km de extensão paralela à linha de costa e a parte mais extensa do platô recifal exposto durante a baixa mar é de cerca de 0,27 km de extensão perpendicular à linha de praia, localizada mais ao sul do recife e onde este se conecta com o continente. Este recife apresenta uma grande piscina natural (13° 56' S e 38° 55' O), com cerca de 400 m de comprimento x 8 m de largura em sua porção mais larga x cerca de 5 m de profundidade, sendo uma das principais atrações turísticas da Península de Maraú (Figura 7 II e IV). O platô recifal observam-se duas piscinas com cerca de 1 m de profundidade mais ao sul, separadas uma da outra cerca de 200m. Fora estas não se observam piscinas profundas no platô, que é bastante irregular. Existem alguns afloramentos coralinos irregulares, com alturas variando de 0,20 a 0,60m aproximadamente, situados próximo à zona de arrebentação do recife. O sedimento existente no platô recifal e nas piscinas, assim como na Praia do Forte e em Itaparica, apresenta tamanho de grãos variados, indo desde o cascalho e grãos mais grossos de natureza biogênica (fragmentos de algas calcárias, de esqueletos de corais, conchas de moluscos, carapaças de crustáceos e carapaças e espinhos de equinoides) até sedimento mais fino e presença de grãos siliciclásticos. Este recife difere dos da Praia do Forte e de Itaparica por estar situado em uma península. A região oeste da Península de Maraú encontra-se dentro da Baía de Camamu e na área de influência do rio Maraú, encontrando-se nesta área extenso estuário e manguezais. Assim como em Itaparica, observamos no recife de Taipus de Fora folhas e plântulas de angiospermas de manguezal, mostrando que existe uma conexão entre o recife e o estuário.

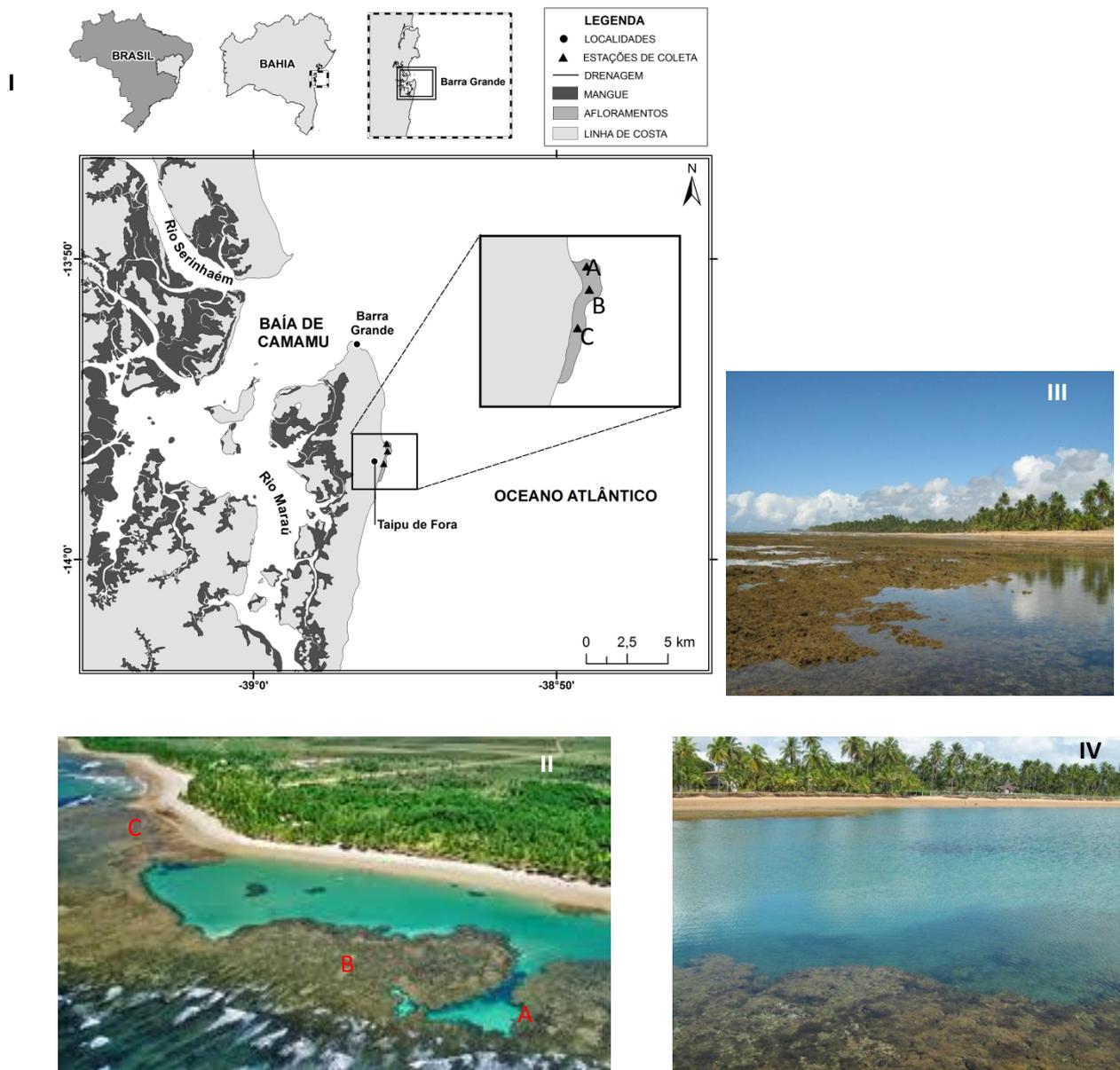


Figura 7: Recife coral-algal de Taipus de Fora. I – mapa de localização e estações de coleta: A (0m altitude), B (0,50 a 0,90m) e C ($\geq 1,0$ m). II – Foto aérea (fonte: <https://www.facebook.com/TaipuDeFora>) mostrando os recifes expostos e as estações A, B e C. III e IV – Vista panorâmica do recife.

2.1.5 Afloramentos rochosos de Back Door (Distrito de Olivença)

A praia de Back Door (Figura 8) é constituída por uma série de cinco afloramentos intercalados por faixas de areia no sentido norte-sul. A distância entre um afloramento e outro pode variar de 60 a 120 metros aproximadamente. O afloramento mais ao sul é o maior e apresenta maior altitude (até 6 metros no ponto mais elevado em baixa mar). Litologicamente a praia de Back Door é similar à praia de Itapuã em Salvador, sendo os afloramentos constituídos por granitos e gnaisses formando grandes blocos rochosos, sendo as partes mais planas compostas por arenitos de praia, onde se encontram diversas poças de maré não muito profundas (batimetria de no máximo 1m) durante a baixa mar. Contudo, ao contrário de Itapuã, na praia de Back Door observa-se a desembocadura do Rio Batuba bem próximo aos afloramentos, e também a proximidade do Rio Curutinga, que desemboca a cerca de 7 km ao norte. Na maioria do período de observação a água do mar apresentou alta turbidez (ver Figura 15-IV), ao contrário do observado nos ambientes descritos anteriormente. O sedimento é composto de areia média a fina, com predomínio de grãos siliciclásticos.

A praia de Back Door vem sendo alvo de estudos desenvolvidos por pesquisadores da Universidade Estadual de Santa Cruz, situada no município de Ilhéus.

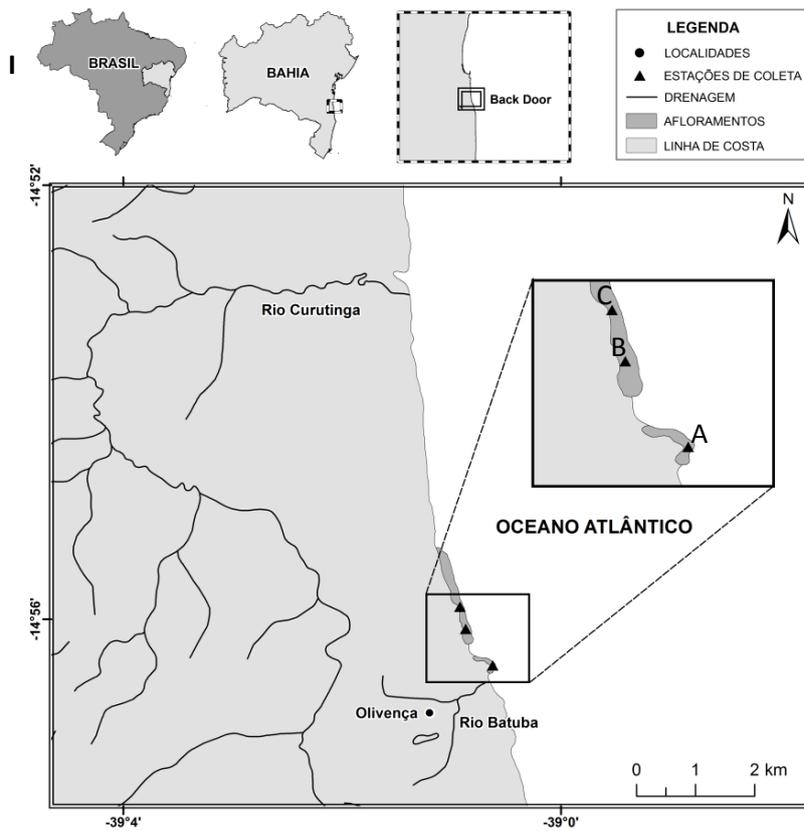


Figura 8: Afloramentos rochosos de Back Door. I – mapa de localização e estações de coleta: A (0m altitude), B (0,50 a 0,90m) e C ($\geq 1,0$ m). II – Imagem de Satélite (Fonte: Google Earth) mostrando os afloramentos expostos e as estações A, B e C. III – Detalhe do afloramento rochoso com piscinas ao fundo. IV – Destaque da turbidez da água e hidrodinâmica forte. V – Poça de maré contendo substratos biológicos (algas)

2.1.6 Recife de Coroa Vermelha (Município de Santa Cruz de Cabrália)

A localidade de Coroa Vermelha (Figura 9) apresenta dois blocos de recifes, separados por um canal de aproximadamente 170 m. O bloco recifal mais ao norte (16° 19'S e 39° 00'O) é ligado ao continente por um tombolo de areia com cerca de 250 m de comprimento, que fica exposto durante a maré baixa, sendo este o recife utilizado para a coleta das amostras. As dimensões do recife são de aproximadamente 1,6 km de comprimento (paralelo ao continente) x 0,45 km de largura (perpendicular ao continente). O recife é relativamente plano, sendo as maiores altitudes registradas de 0,8 m em maré baixa de sizígia. Neste recife em particular, utilizamos mais a observação visual do tempo de exposição para definir as áreas A, B e C do que a altimetria aferida com equipamentos. Afloramentos coralinos irregulares, com alturas variando de 0,50 a 1,0 m foram observados de forma irregular no recife, tendendo a ser mais frequentes nas zonas de arrebentação. O sedimento é em sua grande maioria cascalhoso, constituído principalmente por esqueletos de corais quebrados, sendo também observados espinhos de equinoides e conchas de moluscos. Existe um grande pisoteamento no platô recifal devido à presença de grande quantidade de turistas, observado em todas as épocas do ano, até na dita baixa estação (mês de março). Em julho de 2009 observamos uma turista com uma sacola cheia de “cabeças” de *Siderastrea stellata* vivos.

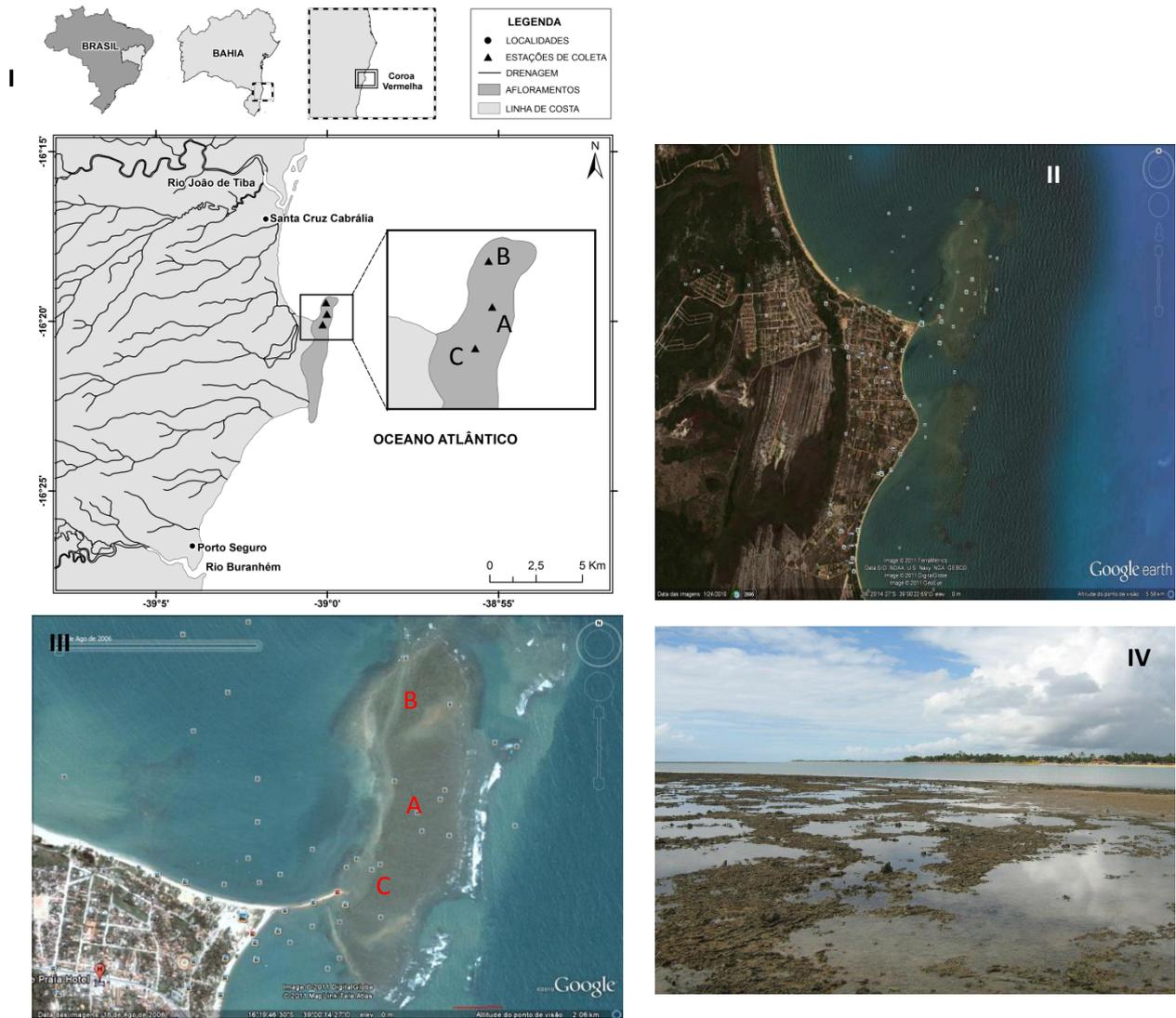


Figura 9: Recife de Coral de Coroa Vermelha. I – mapa de localização e estações de coleta: A (0m altitude), B (0,50 a 0,90m) e C ($\geq 1,0$ m). II – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth) mostrando os dois blocos recifais separados por um canal. III – Imagem de Satélite (Fonte: Google Earth) mostrando o recife exposto e as estações A, B e C. IV – Vista panorâmica do platô recifal na maré baixa.

Capítulo 1

*Taxonomia e distribuição geográfica de
Ophiocomella ophiactoides (H.L. Clark, 1901)
(Echinodermata: Ophiuroidea) no litoral do
estado da Bahia*

1 INTRODUÇÃO

A biodiversidade está intrinsecamente associada à identificação dos seres vivos através da taxonomia, uma vez que o conhecimento das espécies define o grau de sua diversidade. A identificação e classificação das espécies permite que se conheça sua variabilidade, ciclo de vida, nicho ecológico, sua função nas comunidades e nos ecossistemas em que estão presentes (BOERO, 2010). Paradoxalmente, a Taxonomia, uma das ciências mais antigas da humanidade, começou a ser vista como uma “ciência menor” no meio acadêmico, sobretudo com o surgimento e expansão da Sistemática Filogenética e da chamada “taxonomia moderna” a qual trabalha com técnicas moleculares e classificação através dos polêmicos códigos de barra (*barcoding*), iniciando o processo de condução da Taxonomia Clássica ao ostracismo, por considerarem tal ciência artificial e simplória (BICUDO, 2004, BOERO, 2010). Mas, ao contrário do que os não taxonomistas possam pensar, identificar uma espécie não é simples nem fácil, pelo contrário, é somar conhecimento, realizando primeiro uma profunda análise para, então, efetuar a síntese das informações e chegar ao "simples" nome da espécie, do gênero, ou demais táxons supragenéricos (BICUDO, 2004).

Tal descaso com a Taxonomia Clássica levou muitos órgãos de fomento a não financiarem projetos que tivessem como único ou principal objetivo os levantamentos faunísticos, e muitos periódicos científicos também deixaram de publicar inventários taxonômicos. Como consequência, o abandono dos taxonomistas levou a ciência da classificação dos seres vivos a uma situação crítica, pois muitos profissionais começaram a mudar as suas linhas de pesquisa para conseguir sobreviver na ciência, e, com isso, a massa crítica de taxonomistas foi reduzida consideravelmente (BOERO, 2010). Felizmente, na atualidade, apesar de todo o preconceito que continua existindo contra a Taxonomia Clássica e contra os taxonomistas, alguns setores da ciência começam a reconhecer sua importância. Segundo Bicudo (2004):

“mesmo a trancos e barrancos, a taxonomia vai continuar por que é absolutamente necessária e imprescindível. Cambaleia por conta dos modismos e da má visão ou do mau preparo de alguns de nossos pares. Afinal, o que importa é que sem a taxonomia não se pode saber quais espécies viveram ontem, vivem hoje e terão possibilidade de continuar vivendo amanhã numa determinada área; qual tipo de equilíbrio existe no interior da comunidade que habita uma área e por que reina esse equilíbrio; qual o custo da biodiversidade de uma dada área; o que acontecerá com o equilíbrio biológico de uma área se as condições ambientais que a governam forem alteradas, etc. Enfim, nada disso será possível se não existirem taxonomia e taxonomistas”.

Nessa perspectiva estudos taxonômicos com equinodermos recentes no Brasil têm se intensificado ao longo dos anos, particularmente nas regiões Sudeste e Sul (MANSO, *et al.* 2008), as quais, historicamente, concentraram maior massa crítica de taxonomistas em Echinodermata, desde as décadas de 60 e 70 do século XX, destacando-se o Prof. Dr. Luiz Roberto Tommasi, do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (USP) que muito contribuiu para o conhecimento da fauna de equinodermos do Brasil e regiões adjacentes através de diversas publicações, sendo de autoria deste pesquisador as primeiras chaves de identificação para as espécies que ocorrem na costa brasileira (VENTURA *et al.* 2009). Comparado com as regiões Sudeste e Sul, a fauna de equinodermos da região Nordeste, de um modo geral, ainda é pouco conhecida (MANSO, *et al.* 2008). Pouco se conhece sobre a taxonomia dos equinodermos recentes no estado da Bahia, com exceção de trabalhos realizados nas regiões sul e sudeste do estado e trabalhos isolados realizados pontualmente em algumas praias (ALVES; CERQUEIRA, 2000, CERQUEIRA, 1995, 2002, MANSO, *et al.* 2008, SANTANA, 2008, SANTANA, 2011, SOUTO, 2008, TOMMASI; ARON, 1988).

Em nível global, as grandes expedições marinhas realizadas no século XIX e início do século XX contribuíram de maneira ímpar para o descobrimento de um grande número de espécies até então desconhecidas da ciência. A agência norte americana "*United States Fish Commission*" colaborou com grandes projetos, dentre eles, a realização uma importante expedição a Porto Rico com o barco a vapor "*Fish Hawk*" nos meses de janeiro e fevereiro de 1899, onde foram coletados mais de mil exemplares de equinodermos, sendo o material oriundo desta expedição, bem como espécimes coletados no inverno de 1900 pelo naturalista George R. Gray no litoral de San Juan, capital de Porto Rico, identificados pelo zoólogo americano Hubert Lyman Clark (1870-1947), na época professor de Biologia do Olivet College, Michigan (H. L. CLARK, 1901, p. 233).

Segundo H. L. Clark (1901, p. 239), os ofiuroides constituíram, de longe, a parte maior e mais interessante dos equinodermos coletados pelo barco "*Fish Hawk*". Clark analisou 550 espécimes, identificando 49 espécies conhecidas da ciência e descobrindo sete espécies novas, das quais uma, coletada no Banco Gallardo em Porto Rico, a 10 braços de profundidade e em fundo de areia coralina, caracterizava-se por possuir seis braços, tamanho pequeno e coloração esverdeada, alocada, na época, dentro do gênero *Ophiacantha* Müller & Troschel, 1842. Em função da semelhança desta espécie nova com o ofiuroide *Ophiactis krebsii* Lütken, 1856 (sinônimo júnior de *Ophiactis savignyi* (Müller & Troschel, 1842)), H. L. Clark (1901, p. 249) batizou a espécie com o nome *Ophiacantha ophiactoides* nov. sp (sinônimo sênior de *Ophiocomella ophiactoides*).

O gênero *Ophiocomella* foi estabelecido após a descoberta de *Ophiocomella ophiactoides* (até então incluso no gênero *Ophiacantha*), no ano de 1939, por Austin Hobart Clark (1880-1954), zoólogo norte americano e curador da coleção de equinodermos do *U. S. National Museum*, para incluir as espécies de Ophiocomidae caracterizadas pelo tamanho pequeno (disco menor que 6 mm de diâmetro) e que apresentam seis ou sete braços.

A espécie *Ophiocomella ophiactoides* (H. L. Clark, 1901), teve sua ocorrência assinalada no Brasil pela primeira vez em 1991, no norte do estado do Espírito Santo (ALBUQUERQUE; GUILLE, 1991), tendo sido registrada para o estado da Bahia em 2000, no Parque Marinho do Recife de Fora (CERQUEIRA *et al.* 2000). Entretanto, esta espécie foi realmente registrada pela primeira vez no estado da Bahia na praia de Itapuã, em Salvador, no ano de 1995, tendo sido identificada equivocadamente como jovem de *Ophiocoma wendtii* Müller & Troschel (1942) (CERQUEIRA, 1995, ALVES; CERQUEIRA, 2000).

Além dos problemas taxonômicos regionais referentes à correta identificação de *O. ophiactoides* e suas consequências no registro desta espécie na costa brasileira, também foram detectados ao longo desta pesquisa problemas taxonômicos de ordem técnica que violam o Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN, 1999), bem como problemas referentes do registro de sua distribuição geográfica global.

O gênero *Ophiocomella* tem distribuição tropical e está diretamente associado a ambientes recifais do Atlântico e do Indo-Pacífico, ocorrendo em águas rasas em fundos coralinos ou associado a substratos biológicos como algas (PARSLOW; CLARK, 1963). A ausência de registro fóssil do gênero *Ophiocomella* dificulta saber com precisão onde esta espécie surgiu e como se deu a sua dispersão, mas através da análise de registros fósseis da família Ophiocomidae pode permitir estabelecer algumas considerações e se levantar algumas hipóteses acerca da origem e dispersão do gênero *Ophiocomella* e da espécie *O. ophiactoides*.

Com base no exposto, objetivos deste capítulo são: 1) identificar e solucionar problemas de ordem taxonômica e 2) realizar uma nova descrição para a espécie *Ophiocomella ophiactoides*, acrescentando informações morfológicas inexistentes na descrição original de H. L. Clark (1901), através do registro de caracteres morfológicos observados nas populações do estado da Bahia, 3) caracterizar o gênero *Ophiocomella* e situar *O. ophiactoides* dentro do mesmo, no sentido de distingui-la das outras espécies do gênero e 4) apresentar a distribuição bioestratigráfica da família Ophiocomidae e biogeográfica da espécie *O. ophiactoides*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As informações sobre o gênero *Ophiocomella* foram retiradas da bibliografia original que propôs a sua criação (A. H. CLARK, 1939), e a descrição original de *Ophiacantha ophiactoides* (sinônimo sênior de *Ophiocomella ophiactoides*) juntamente com as ilustrações das pranchas, foram retiradas integralmente do texto escrito por H. L. Clark (1901).

Os espécimes examinados para redescrever a espécie foram coletados em fitais de *Halimeda opuntia*, *Amphiroa fragilissima* e *Jania* sp nas localidades de Praia do Forte e Itapuã (12°S), Taipus de Fora (13°S) e Coroa Vermelha (16°S). Detalhes sobre a coleta das amostras e da triagem do material serão apresentados no capítulo 3. Os exemplares foram secos a temperatura ambiente, observados sob microscópio estereoscópico e os caracteres morfológicos foram então descritos, considerando:

1) Disco: formato, diâmetro (mm). Face aboral (cobertura), escudos radiais. Face oral (caracterização dos espaços inter-radiais: se apresentam escamas, grânulos, etc). Escudos orais (tamanho, formato, características). Escudos adorais (tamanho, formato, características). Fendas bursais (número por interrádio, formato). Placas genitais (presença ou ausência, formato). Papilas orais (numero em cada lado da mandíbula, tamanho, formato e demais características de cada par de papilas). Escama tentacular oral (presença ou ausência, formato, localização e disposição). Papilas infradentais (numero e formato). Dentes (formato e número em cada mandíbula).

2) Braços: comprimento proporcional em relação ao diâmetro do disco, largura na base do disco (mm). Placas superiores dos braços (formato geral e angulações nas regiões proximais e distais, evolução do formato destas placas ao longo dos segmentos dos braços). Espinhos braquiais: número em cada lado de cada segmento do braço e se existe variação deste numero ao longo dos segmentos. Tamanho e características particulares de cada espinho, numerados da região superior para a inferior dos braços. Placas inferiores dos braços (formato geral e angulações nas regiões proximais e distais, evolução do formato destas placas ao longo dos segmentos dos braços, e se são ou não, e a partir de onde as placas laterais se encontram na região superior do braço, separando as placas inferiores). Escamas tentaculares: presença, número, formato e tamanho (% em relação ao tamanho da placa inferior do braço).

3) Coloração: dos organismos vivos e após fixação em álcool à 70%.

Após a redescrição, alguns exemplares foram fotografados com câmera digital acoplada à microscópio estereoscópico e estruturas importantes para a caracterização da

espécie foram desenhadas com auxílio de câmara clara. Para melhor evidência de aspectos morfológicos não visualizados em microscopia óptica, alguns exemplares foram metalizados com ouro em câmara a vácuo e posteriormente analisados em microscopia eletrônica de varredura (MEV), sendo também fotografados.

Foi elaborado um glossário com os termos técnicos, compilando informações dos trabalhos de Hendler *et al.* (1995), Pomory (2007) e Tommasi (1970) (ver glossário nos elementos pós-textuais após as Referências).

Para checar informações referentes à sinonímia e distribuição geográfica, além da pesquisa bibliográfica, foi consultada a base de dados internacional *World Ophiuroidea Database* <<http://www.marinespecies.org/ophiuroidea/index.php>> (STÖHR; O'HARA, 2007), vinculada à WoRMS (World Register of Marine Species: <http://www.marinespecies.org/>) (APPELTANS, *et al.* 2011), de credibilidade no meio científico internacional. Para obtenção de informações bioestratigráficas sobre *Ophiocomella* e táxons relacionados foi consultada a bibliografia especializada e o portal Paleobiology Database <<http://paleodb.org/cgi-bin/bridge.pl?a=home>>.

Com apoio de informações compiladas da literatura e bases de dados consultadas sobre paleobiologia da família Ophiocomidae, províncias biogeográficas marinhas e dados sobre distribuição geográfica de *Ophiocomella ophiactoides* foi elaborado um modelo hipotético para explicar o provável centro de origem, dispersão e momento da chegada e estabelecimento deste ofiuroide na costa do estado da Bahia.

3 RESULTADOS

3.1 Taxonomia

Filo Echinodermata Bruguière, 1791 [ex Klein, 1734]

Subfilo Eleutherozoa Bather, 1900

Superclasse Cryptosyringida Smith, 1984

Classe Ophiuroidea Gray, 1840

Ordem Ophiuridae Müller & Troschel, 1840

Subordem Chilophiurina Matsumoto, 1915

Infraordem Gnathophiurina Matsumoto, 1915

Família Ophiocomidae Ljungman, 1866

Subfamília Ophiocominae Matsumoto, 1915

Gênero *Ophiocomella* A. H. Clark, 1939

Espécie *Ophiocomella ophiactoides* (H. L. Clark, 1901)

3.2 O gênero *Ophiocomella* A. H. Clark, 1939

3.2.1. *Diagnose do gênero e espécies válidas até o presente:*

Disco com diâmetro menor que 6 mm, apresentando placas finas escudos radiais muito pequenos e bem separados, possuindo muitas espínulas robustas espalhadas por toda a superfície aboral, as quais são de duas a três ou mais vezes mais longas que espessas. Possuem seis braços (raramente 5 ou 7) com comprimento entre 3,25 a 5 vezes o tamanho do diâmetro do disco. Apresentam 4 espinhos braquiais subiguais ou o superior é mais longo e o inferior mais curto, sendo o numero de espinhos braquiais reduzidos a 3 na extremidade dos braços.

Espécie Tipo: *Ophiocomella caribbaea* A. H. Clark, 1939 (por designação original)

Espécies válidas (STÖHR, 2011): *Ophiocomella caribbaea* A. H. Clark, 1939

Ophiocomella ophiactoides (H. L. Clark, 1901)

Ophiocomella schmitti A. H. Clark, 1939

Ophiocomella sexradia (Duncan, 1887)

3.3 A espécie *Ophiocomella Ophiactoides* (H. L. Clark, 1901)

3.3.1 Descrição original de *Ophiocomella ophiactoides* (como *Ophiacantha ophiactoides* *nov. sp.*) (Figura 10)

42. *Ophiacantha ophiactoides*, nov. sp. (Pl. 15, figs. 5 to 8.)

Arms 6, rather short and thick. Disk hexagonal, about 2 mm. in diameter; arms about 8 mm. long; $R=4d$. Arms about one-half millimeter wide at base. Disk covered with rather coarse scales and bearing a number of small, thorny spinules. Radial shields widely separated and only exposed at the tips. Upper-arm plates broadly oval, becoming triangular at the tip of arm, rounded in front and sharply pointed behind, completely separated by the side-arm plates. Arm-spines 4 (figs. 7, 8), approximately equal and smooth to the eye, but very spiny under a lens, about equaling a joint. Under-arm plates somewhat pentagonal, with rounded corners and an angle directed inward. Tentacle scale 1, small. Oral shields very large, rounded without, bluntly pointed within, much wider than long. Adoral plates long and narrow, wider at the outer end, not meeting without or within. Oral papillae not very large, smooth, 3 on each side and 2 at tip of jaw, and a large oral tentacle scale at distal end. Genital slits 2 in each interbrachial space. Color, very pale yellowish-green, the arms banded with brown, each band about twice as wide as the intervening space.

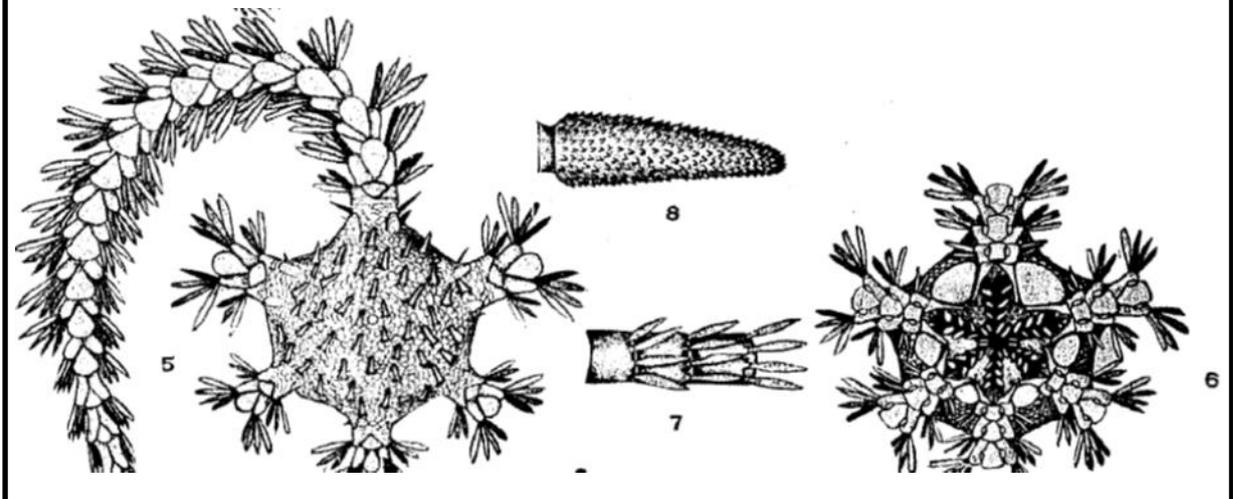


Figura 10: Descrição original e desenhos do holótipo de *Ophiacantha ophiactoides* (= *Ophiocomella ophiactoides*) (Retirado de H. L. Clark, 1901, págs. 249 e 264).

3.3.2 Nova descrição para Ophiocomella ophiactoides (H. L. Clark, 1901), com base nos exemplares existentes no estado da Bahia.

Material Examinado: 10 exemplares coletados na Praia do Forte, 10 exemplares coletados na praia de Itapuã, 10 exemplares coletados em Taipus de Fora e 10 exemplares coletados em Coroa Vermelha. Todos os exemplares examinados serão tombados e depositados na Coleção de Echinodermata do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana, sob o código DIA-MZFS e referido número de tombo.

Face aboral do disco: hexagonal nos espécimes hexâmeros e pentagonal nos exemplares pentâmeros. Podem ser encontrados indivíduos apresentando diâmetro arredondado. Diâmetro apresenta em média 2 mm (Figura 11 A-C). No presente estudo foram observados indivíduos com diâmetro variando de 0,99 a 5,41 mm. Face aboral do disco recoberta por escamas imbricadas sobre as quais podem ser encontradas ou papilas espiniformes dispersas irregularmente no disco, de dimensão 2 a 3 vezes mais longas do que largas (Figuras 11 B e 13 A) ou então grânulos menores e mais abundantes regularmente distribuídos sobre o disco (Figura 11 C). Escudos radiais pequenos, alongados (cerca de 5 vezes mais longos do que largos) e separados um do outro (Figura 11 D), difíceis de serem visualizados (Figura 13A).

Face oral do disco: espaços inter-radiais recobertos por escamas imbricadas, com tamanhos variados e formato elipsoide (Figura 11 B). Escudos orais grandes, com formato variando de elíptico a subelíptico, quando subelípticos são mais alargados em sua porção distal (Figura 12 A-B e Figura 13 B-C). Escudos adorais subtriangulares, com as extremidades distais variando de arredondadas a afiladas (Figura 12 A-B e Figura 13 C). Um par de fendas bursais alargadas por interrádio. Quatro pares de papilas orais em cada mandíbula, sendo as mais proximais menores e mais alongadas, o terceiro par, visto da região proximal para a distal apresenta papilas maiores e arredondadas e o último par, situado mais distalmente em relação ao ápice da mandíbula encontra-se separado do penúltimo par, formando um diastema entre eles (Figura 12 A-B) e as papilas deste par são alongadas, levemente recurvadas em sua porção interna e apresentam ápice levemente afilado. Um feixe composto por 3 a 4 papilas infradentais no ápice da mandíbula (Figura 12 A-B), vistas através de microscopia de varredura observam-se várias espínulas em forma de gancho nas papilas infradentais e também nas papilas orais (Figura 13 D). Dentes grandes, quadrangulares e sem as ornamentações vistas nas papilas infradentais e orais (Figuras 12 A-B e 13 D).

Braços: quando inteiros atingem cerca de 4 a 5 vezes o diâmetro do disco. Largura na base do disco de 0,1 a 0,5mm. Placas superiores dos braços flabeliformes, apresentando a região proximal mais estreita e afilada e a região distal arredondada, sendo a região mediana destas placas a mais larga, observando-se em microscopia de varredura diversos poros nestas placas (Figuras 11 E-F e 13 E). Nos segmentos finais dos braços as placas superiores apresentam tamanho bastante reduzido, observando-se a fusão das placas laterais dos braços nesta região (Figura 11 G). Placas laterais dos braços não se encontram nas regiões superior e inferior dos braços, exetutando-se nos últimos segmentos. Vistas em microscopia de varredura as placas laterais apresentam poros maiores que os existentes nas placas superiores e inferiores dos braços (Figura 13 E-F). Quatro espinhos braquiais de cada lado de cada segmento dos braços, sendo que este número pode variar nos primeiros segmentos entre 2 e 3 espinhos de cada lado, e nos segmentos finais dos braços intactos observam-se 3 ou 4 espinhos (Figura 12 C-D). Espinhos com formato de bastão, sendo mais largos na base (onde se fixam aos braços). Ápice dos espinhos arredondados, alguns espinhos podem apresentar ápice truncado (menos comum). O primeiro espinho visto do sentido aboral-oral é o maior de todos (Figura 12 D). Os espinhos apresentam pequenas espículas vítreas, mais evidentes no ápice de alguns espinhos. Observados em microscopia de varredura os espinhos braquiais são compostos por ossículos alongados e apresentam poros arredondados e poros cerca de duas vezes mais longos do que largos, além de várias espínulas serrilhadas (Figura 13 E). Placas inferiores dos braços subiguais, aproximadamente tão longas quanto largas, com as extremidades proximais afiladas e as distais truncadas e arredondadas lateralmente nas porções distais, podendo ser observado em algumas placas uma suave reentrância na região mediana de suas porções distais (Figura 12 E-F). Um par de escamas tentaculares em cada segmento dos braços, elípticas e bem desenvolvidas (comprimento da escama atinge cerca de 60% do comprimento da placa inferior do braço onde ela ocorre) (Figura 12 E-F). As escamas tentaculares apresentam as margens serrilhadas quando observadas em microscopia eletrônica de varredura (Figura 13 F).

Coloração:

Animal vivo: disco nas faces aboral e oral apresenta coloração oliva escuro variegada com creme ou castanho. Alguns exemplares apresentam coloração oliva variegada com castanho e lilás. Braços apresentando de 2 a 3 segmentos com coloração oliva escura alternando com oliva clara, creme ou, raramente, lilás, tanto na região superior quanto na região inferior. Placas superiores e espinhos braquiais apresentam tons variegados em oliva escura e verde.

Animal fixado em álcool a 70%: disco nas faces aboral e oral apresenta coloração castanha amarelada variegada com tons creme mais claros. Braços apresentam 2 a 3 segmentos com coloração castanho-amarelada alternando com 2 a 3 segmentos de coloração creme mais clara. Placas superiores dos braços apresentam coloração castanho-amarelada variegada com creme.

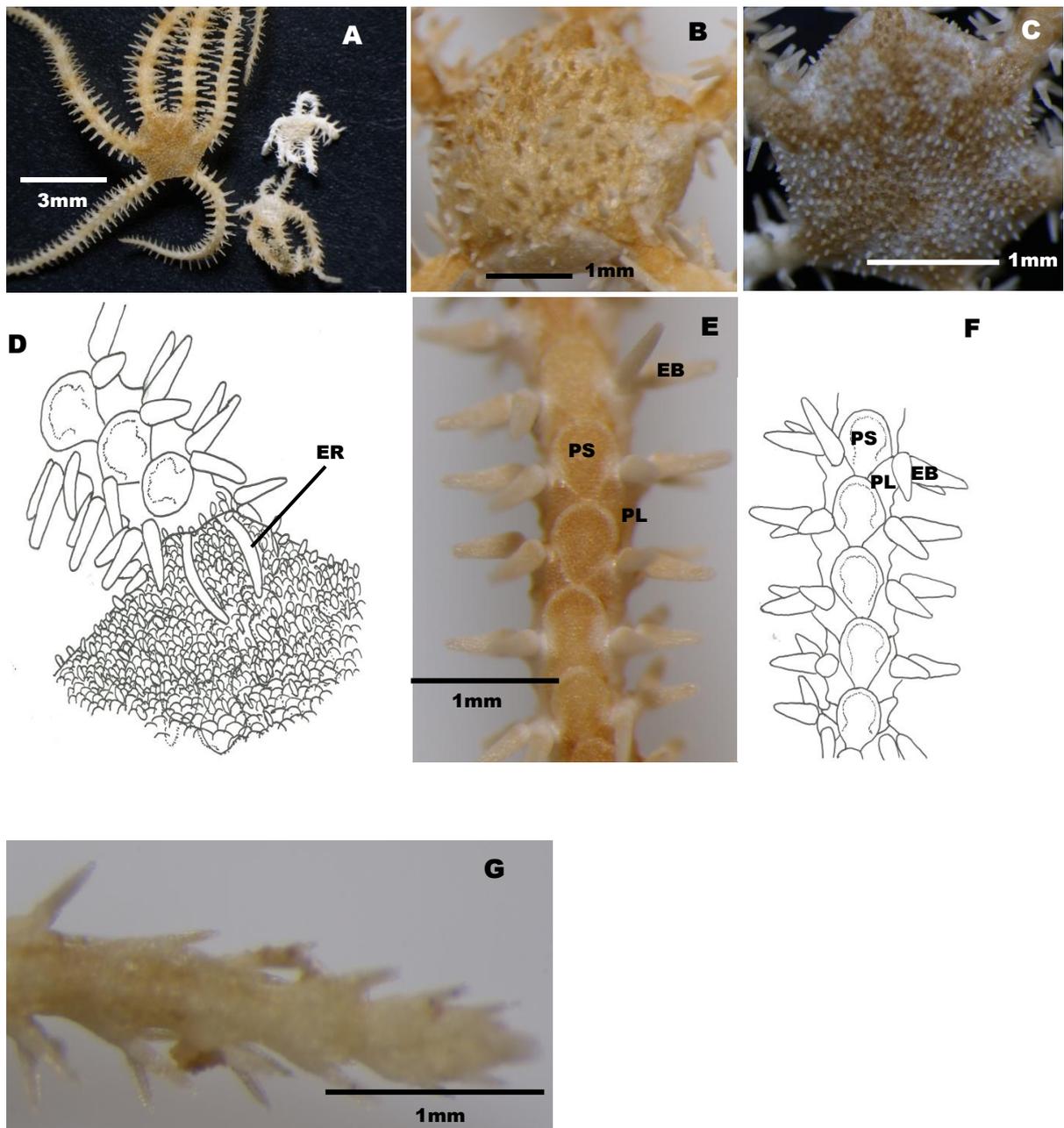


Figura 11: A) Visão geral de *Ophiocomella ophiactoides*. B) Região aboral do disco evidenciando papilas espiniformes espaçadas no disco. C) Região aboral do disco evidenciando grânulos em maior número e mais concentrados quando comparados às papilas da figura anterior. D) Desenho esquemático ilustrando os escudos radiais [ER]. E/F) Foto/ desenho esquemático de um braço visto pela região aboral, mostrando as placas superiores dos braços [PS], parte das placas laterais [PL] e espinhos braquiais [EB]. G) Últimos segmentos de um braço intacto mostrando a redução do tamanho das placas superiores e fusão das placas laterais.

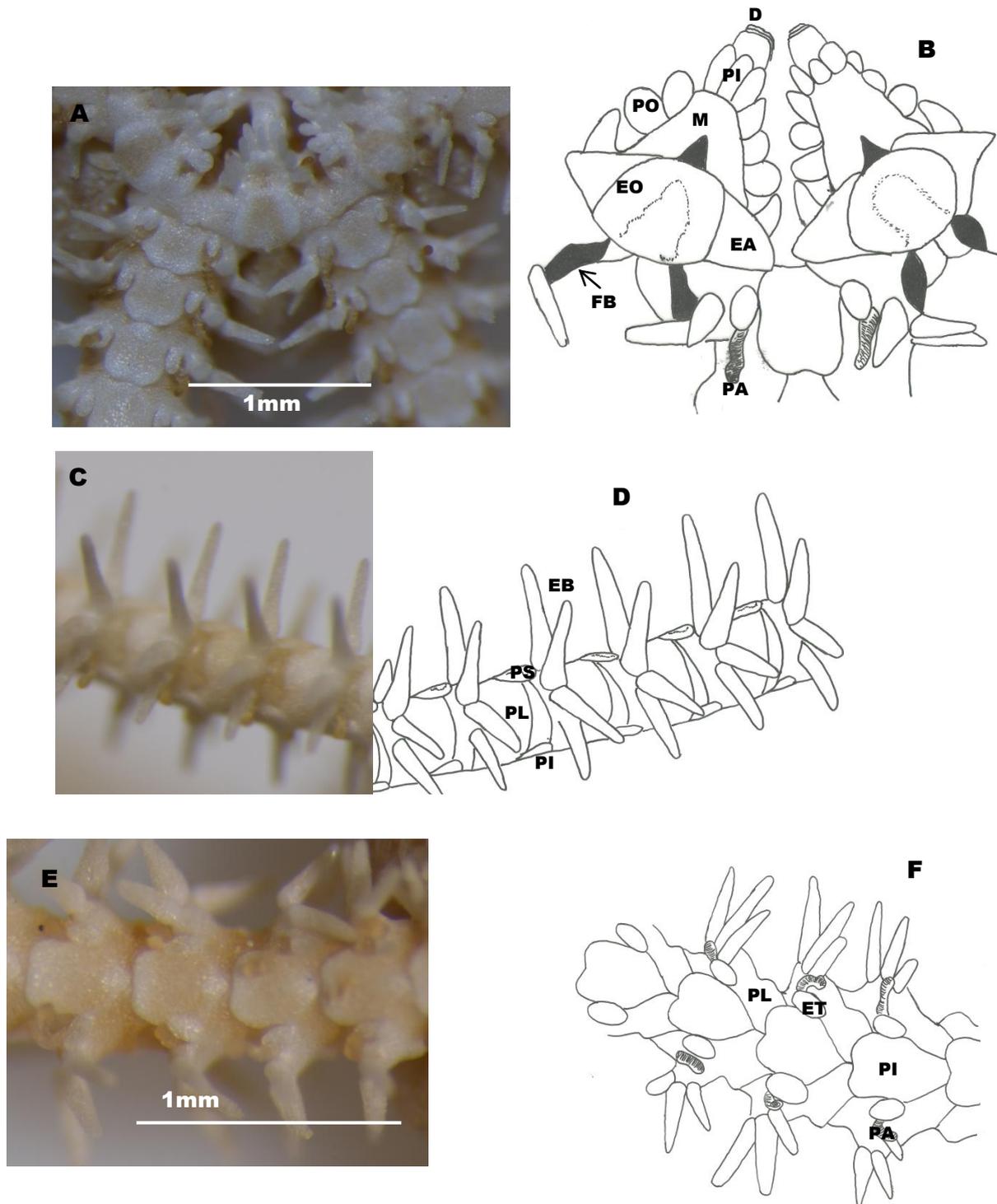


Figura 12: A) Região oral de *Ophiocomella ophiactoides*. B) Desenho esquemático das estruturas da região oral: D= dentes, PI = papilas infradentais, PO= papilas orais, M= mandíbula, EO= escudo oral, EA= escudo adoral, FB= fenda bursal, PA= pé ambulacral. C) Vista lateral de um braço com espinhos braquiais. D) Desenho esquemático de um braço, destacando os espinhos braquiais (EB), placas superiores do braço (PS), placas laterais do braço (PL) e placas inferiores do braço (PI). E) Vista oral de um braço. F) Desenho esquemático de um braço visto pela região oral, ilustrando as placas inferiores (PI), placas laterais (PL), escamas tentaculares (ET) e pés ambulacrais (PA).

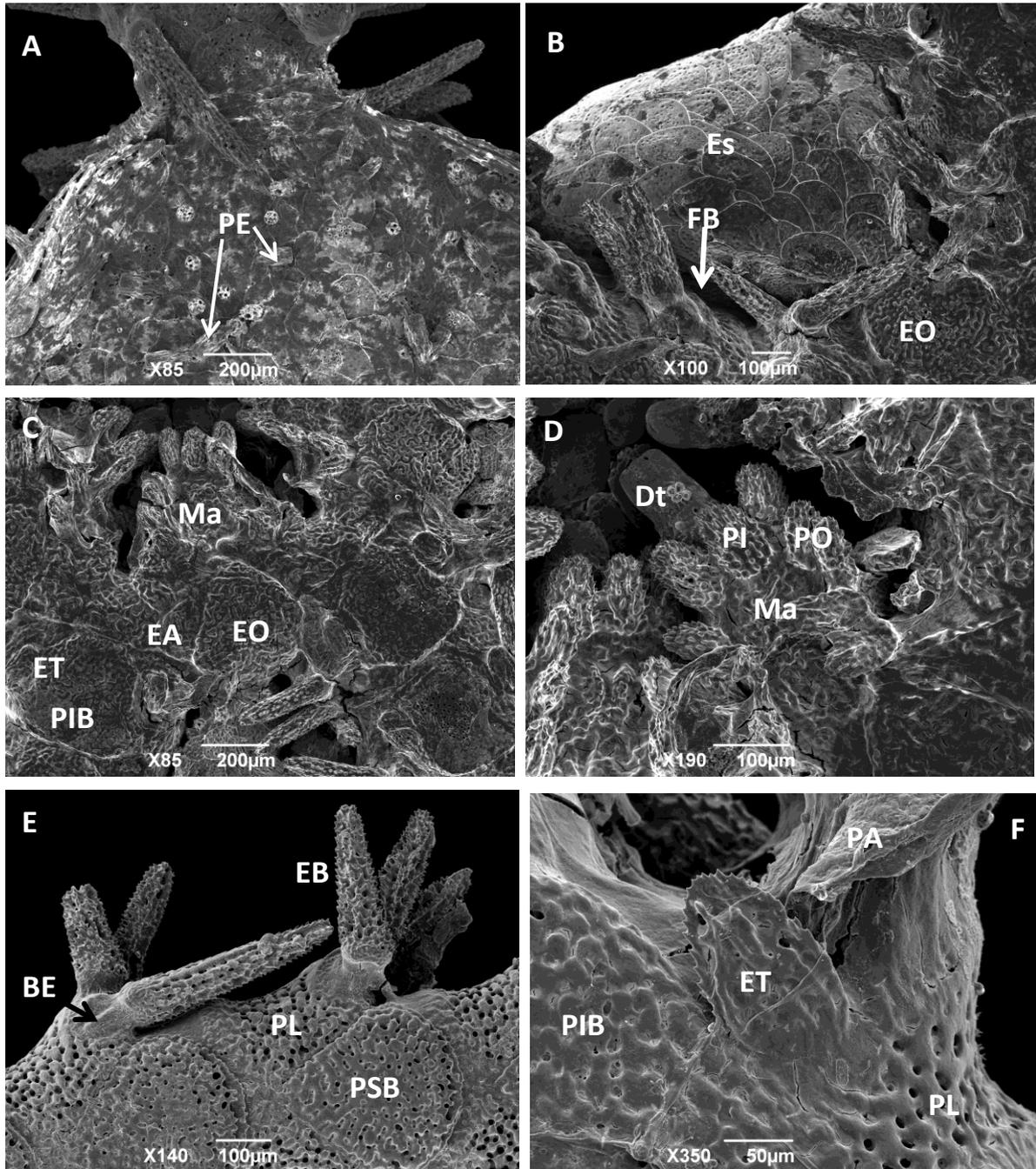


Figura 13: Estruturas morfológicas de *Ophiocomella ophiactoides* vistas através de microscopia eletrônica de varredura (MEV). A) Região aboral do disco. B) Região oral interradianal do disco. C) Região oral evidenciando estruturas do disco e dos braços. D) Detalhes das papilas orais, papilas infradentais e dentes. E) Braço visto pela região aboral, evidenciando as placas superiores dos braços, placas laterais e espinhos braquiais. F) Detalhe de um segmento do braço, visto pela região oral, evidenciando detalhes de uma escama tentacular. Legenda: Es = escamas do disco, PE = papilas espiniformes do disco, PSB= placas superiores dos braços, PIB =placas inferiores dos braços, PL = placas laterais dos braços, EB= espinhos braquiais, BE= base do espinho braquial, Dt= dentes, PI = papilas infradentais, PO= papilas orais, Ma= mandíbula, EO= escudo oral, EA= escudo adoral, FB= fenda bursal, PA= pé ambulacral, ET= escama tentacular.

3.4 Distribuições geográfica e ecológica de *Ophiocomella ophiactoides*

Espécie tipicamente tropical, ocorrendo exclusivamente no Oceano Atlântico, no Hemisfério Norte, na Província Biogeográfica Caribenha (proposta por MACPHERSON, 2003) em Belize, Mar do Caribe, Cuba, Republica Dominicana, Golfo do México, Jamaica, Pequenas Antilhas, México, Panamá, Porto Rico, Trindade e Tobago, Venezuela (dados compilados de STÖRH, 2011) e no Hemisfério Sul, no nordeste Brasileiro, na Província Biogeográfica Corrente da Guiana (MACPHERSON, 2003) (Figura 14 A e B).

No estado da Bahia a espécie foi registrada em Praia do Forte (Mata de São João), Itacimirim, Guarajuba (Camaçari), Ipitanga (Lauro de Freitas), Itapuã, Ondina (Salvador), Taipus de Fora (Maraú), Coroa Vermelha (Santa Cruz de Cabrália), Recife de Fora (Porto Seguro), Abrolhos. Na costa brasileira, até o presente a espécie foi registrada, além da Bahia, no litoral de Maceió, Alagoas (Figura 14 B).

A espécie ocorre associada principalmente a fitais de algas calcárias (*Halimeda*, *Amphiroa*, *Jania*, *Galaxaura*) e em fundos de coral, do mesolitoral à profundidade de cerca de 18m, podendo atingir profundidades de até 52 metros (ALBUQUERQUE; GUILÉ, 1991, HENDLER, *et al.* 1995).

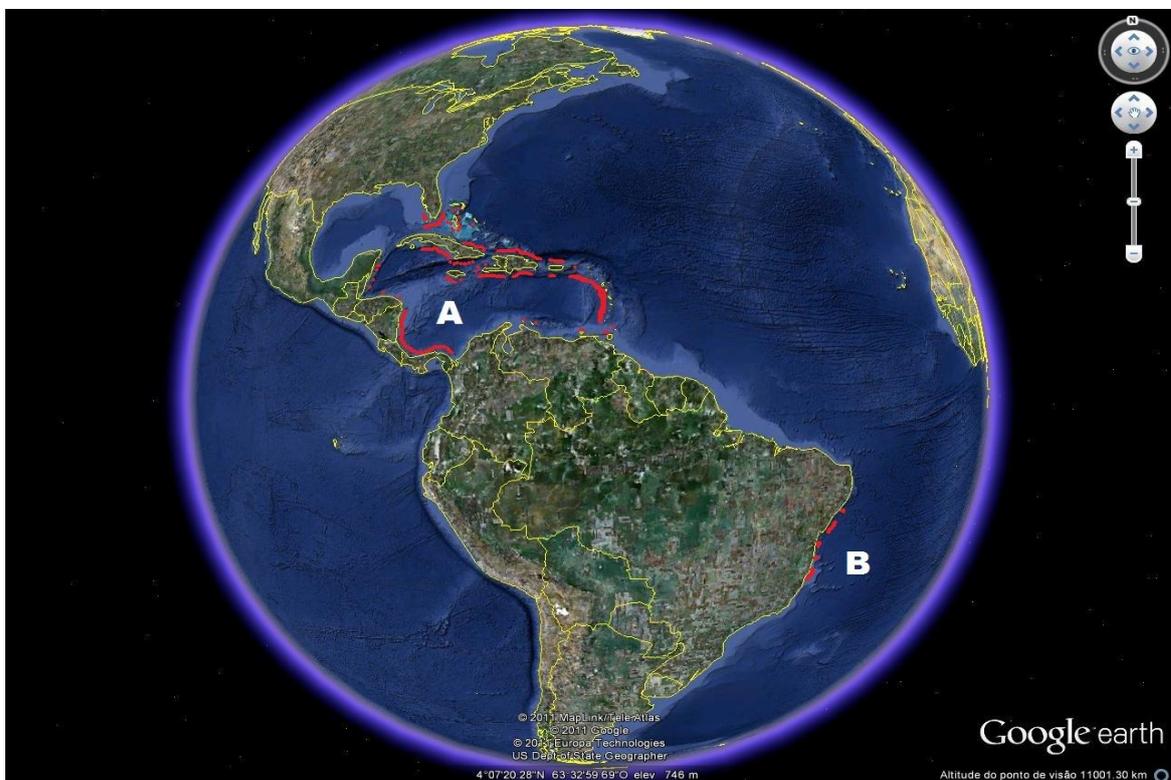


Figura 14: Distribuição geográfica (em vermelho) de *Ophiocomella ophiactoides* nas Províncias Biogeográficas Marinhas propostas por MacPherson (2003): (A) Província Caribenha, (B) parte sul da Província Corrente Costeira da Guiana (distribuição ratificada no presente estudo) (Fonte da imagem: Google Earth).

3.5 Distribuição bioestratigráfica da família Ophiocomidae

Não foram encontrados na literatura registros para fósseis da espécie *Ophiocomella ophiactoides* nem para o gênero *Ophiocomella*. A distribuição da família Ophiocomidae disponibilizada em mapas no portal da Paleobiology Database mostra que os primeiros registros desta família de ofiuroides, após a grande extinção da Era Paleozóica, datam do Mesozoico - Período Jurássico, quando a América do Norte começa a se separar da Europa e da África e a América do Sul começa a se separar da África (Figura 15 A) a aproximadamente 199 milhões e 600 mil e 145 milhões e 500 mil anos antes do presente. A família Ophiocomidae apresenta maior registro de fósseis também no Mesozoico, no Período Cretáceo, com os fósseis mais concentrados no lado Europeu do que no Americano (Figura 15 B). Da Era Mesozoica para a Cenozoica observou-se um declínio na ocorrência de fósseis de Ophiocomidae, sendo os últimos e mais recentes fósseis datados da época Paleocênica do período Paleogeno, entre 65 e 55 milhões de anos antes do presente, com fósseis de Ophiocomidae registrados na Europa e na costa Norte Atlântica dos Estados Unidos (Figura 15 C). Tal registro fóssil sugere que a origem da família Ophiocomidae deu-se no hemisfério norte, onde hoje se encontra o continente europeu, e a dispersão da mesma ocorreu de Leste para oeste, acompanhando a deriva continental, e nas Américas, posteriormente, a família se dispersou de Norte para Sul chegando à região Caribenha. Contudo, o pequeno registro fóssil para esta família de ofiuroides não nos permite comprovar este raciocínio, permanecendo o mesmo no campo hipotético.

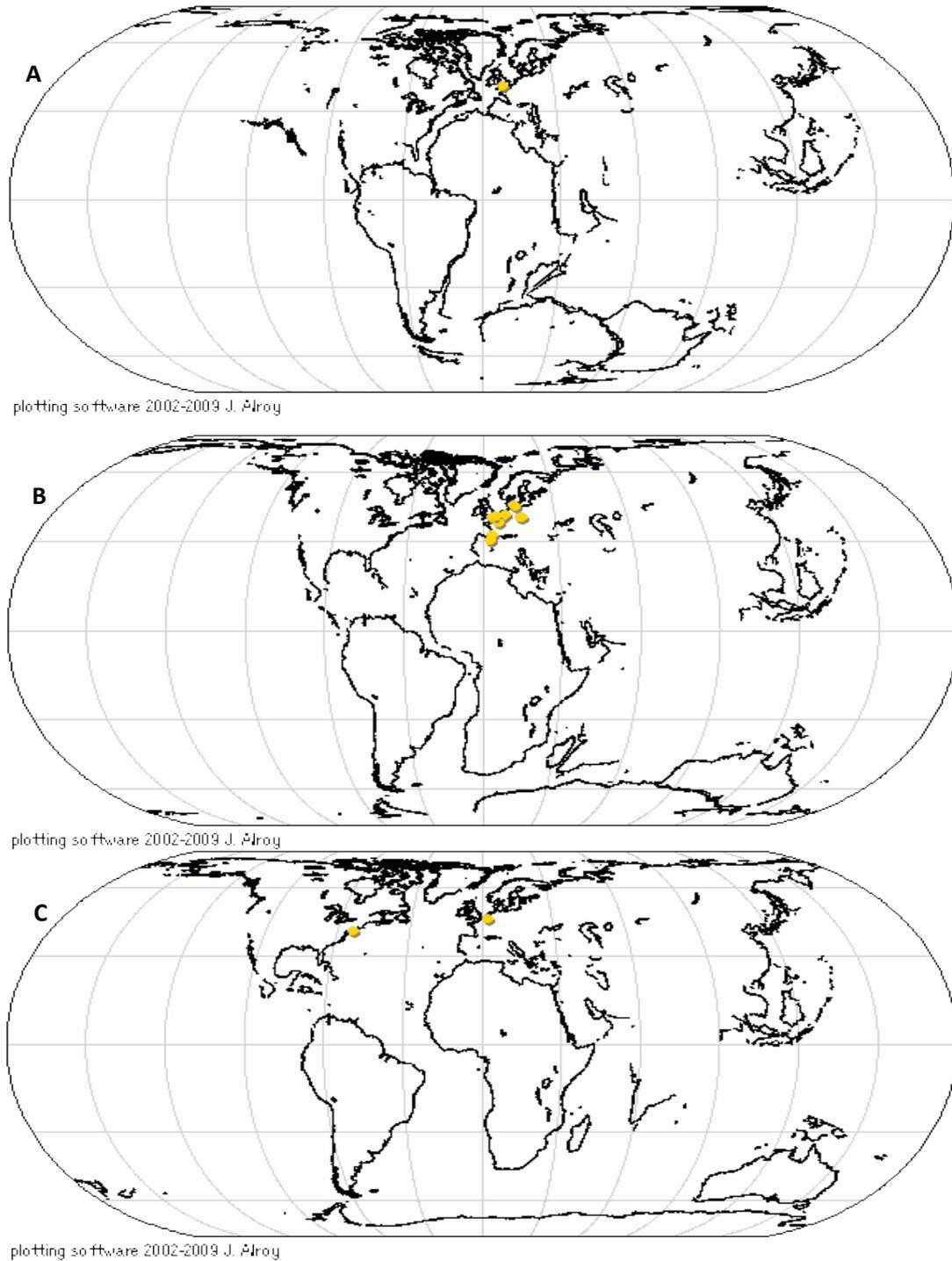


Figura 15: Distribuição bioestratigráfica da Família Ophiocomidae de acordo com os registros fósseis disponíveis. A) Jurássico, B) Cretáceo, C) Paleoceno. Fonte: Paleobiology Database <<http://paleodb.org/cgi-bin/bridge.pl?a=home>>.

4 DISCUSSÃO

O gênero *Ophiocomella* é muito similar à seção do gênero *Ophiocoma* denominada grupo *Pumila* (DEVANEY, 1970), que inclui as espécies *Ophiocoma pumila* Lütken, 1856, dos mares do Caribe e regiões tropicais da África Ocidental, *Ophiocoma valenciae* Müller & Troschel, 1842, da região tropical do Leste da África e região ocidental do Oceano Índico e *Ophiocoma alexandri* Lyman, 1860, das regiões tropicais do leste do Oceano Pacífico (A. H. CLARK, 1939, DEVANEY, 1970). Acredita-se que H. L. Clark (1921, 1933) confundiu *Ophiocomella ophiactoides* com jovens de *Ophiocoma pumila*, ao dizer que os jovens de *O. pumila* apresentam autotomia e frequentemente 6 braços e coloração verde, e que ao crescerem a cor verde dá lugar a cor castanha típica de *O. pumila*, sendo tal informação apresentada também no trabalho de Tommasi (1970), tal confusão talvez tenha se dado, em parte, em função de jovens de *O. pumila* e *O. ophiactoides* compartilharem habitats similares (DEVANEY, 1970). Estudos posteriores realizados com a reprodução, metamorfose e ontogenia de *O. pumila* comprovam que esta espécie é exclusivamente pentâmera e não se reproduz assexuadamente (MLADENOV, 1985). Devaney (1970) apresenta como caracteres distintivos entre *Ophiocomella* e *Ophiocoma* o número de braços (6 em *Ophiocomella* e 5 em *Ophiocoma*), a sequência do número de espinhos nos três segmentos proximais dos braços, a qual é variável em *Ophiocomella*, podendo se encontrar a sequência 2-2-3, 3-3-3, 2-3-4 e 2-2-4, enquanto para *Ophiocoma* o grupo é bem mais consistente neste aspecto, sendo a sequência dos espinhos nos 3 segmentos proximais com configuração 3-3-4, independente do tamanho da amostra. Outra diferença contrastante entre os dois gêneros encontra-se na placa oral (mandíbula), que em *Ophiocomella* consiste numa abertura perto do centro da cicatriz do músculo adradial, o que não é observado em nenhuma espécie do gênero *Ophiocoma* (DEVANEY, 1970). Apesar destas diferenças, estudos genéticos realizados com *Ophiocomella ophiactoides* e *Ophiocoma pumila* revelaram uma forte similaridade genética entre ambas, sendo consideradas por Mladenov e Emson (1990) como espécies irmãs.

O gênero *Ophiocomella* encontra-se distribuído no leste Oceano Pacífico nos hemisférios Norte (Ilha de Clipperton) e Sul (Ilhas Galápagos), Oeste do Oceano Pacífico (Estreito de Torres), Indo-Pacífico, Atlântico Norte (Caribe) e Atlântico Sul (Brasil) sendo um gênero comum de águas rasas, não sendo encontrado na literatura consultada a ocorrência desta espécie em profundidades superiores a 55m, sendo a maioria das espécies do gênero

registradas em profundidades que vão de águas rasas do litoral até cerca de 25 metros de profundidade (STÖHR, 2011).

As espécies *Ophiocomella clippertoni* A. H. Clark, 1939, *Ophiocomella schultzi* A. H. Clark, 1941, *Ophiocoma parva* H. L. Clark, 1915, considerada por A. H. Clark (1939) como *Ophiocomella parva* (H. L. Clark, 1915) são sinônimas de *Ophiocomella sexradia* (Duncan, 1887) (A. H. CLARK, 1939, STÖHR, 2011). Parslow e Clark (1963) consideram *Ophiocomella caribbaea* sinônima de *Ophiocomella ophiactoides*, ao contrario de Stöhr (2011) que considera *O. caribbaea* uma espécie válida. No presente trabalho considera-se válida a sinonímia proposta por Parslow e Clark (*op. cit.*), já que consultando-se vários estudos recentes não foi verificado nenhum trabalho mencionando *O. caribbea*, mas sim *O. ophiactoides*. Desta forma, propõe-se nesta tese que o gênero *Ophiocomella* possui três espécies válidas, sendo *Ophiocomella caribbea* a espécie tipo do gênero por designação, o que não faz desta espécie uma espécie válida, já que seria sinônima de *Ophiocomella ophiactoides*.

Taxonomicamente, espécie pode ser considerada como um grupo de indivíduos (espécimes) que apresentam, em maior ou menor grau, variabilidade intrapopulacional sempre presente, o que se enquadra no conceito morfológico de espécie proposto por Du Reitz (1930); para isso, o conhecimento do polimorfismo é fundamental para a circunscrição da espécie, sendo esta a principal missão do taxonomista: conhecer a variabilidade morfológica e separá-la em intra e interpopulacional (BICUDO, 2004). Para que uma espécie seja bem descrita taxonomicamente, a descrição deve apresentar o maior detalhamento possível dos caracteres morfológicos, pois descrições muito genéricas podem levar a identificações errôneas.

As descrições originais, especialmente as antigas, omitem muitas vezes caracteres que atualmente são importantes para o reconhecimento ou classificação dos táxons, sendo as redescrições, nestes casos, fortemente recomendadas, no sentido de incluírem informações suplementares (PAPAVERO, 1994). Embora Parslow e Clark (1963) tenham proposto a nova combinação para *Ophiocomella ophiactoides*, as autoras não redescreveram a espécie, restringindo-se a fazer os comentários pertinentes do exame feito aos holótipos de *Ophiacantha ophiactoides* e *O. oligacantha* e apresentar desenhos mais detalhados do holótipo de *Ophiocomella caribbaea* (= *Ophiocomella ophiactoides*). Apesar de alguns trabalhos mais recentes como o de Hendler *et al.* (1995) apresentarem diagnoses com base em observação de exemplares do Caribe, diagnoses estas rerepresentadas em trabalhos realizados no Brasil como o de Lima (2011), constatamos que aspectos relevantes da morfologia da

espécie, como determinadas particularidades das mandíbulas, espinhos braquiais e placas dos braços careciam de uma descrição mais clara do ponto de vista taxonômico. Baseado no exposto, a redescrição de *Ophiocomella ophiactoides*, proposta neste trabalho, tornou-se necessária no sentido de apresentar informações morfológicas importantes para melhor caracterização da espécie, inexistentes na descrição original (feita somente com um exemplar) do seu sinônimo sênior *Ophiacantha ophiactoides* H. L. Clark 1901.

Através da leitura da bibliografia contendo as descrições originais das espécies *Ophiocomella sexradia* (Duncan, 1887) e *Ophiocomella schmitti* A.H. Clark, 1939, consideradas no presente estudo como espécies válidas, não conseguimos detectar diferenças morfológicas que separem estas espécies de *Ophiocomella ophiactoides*, em função das descrições originais de *O. sexradia* realizada por Duncan (1887) e da descrição feita para *O. schmitti* por A. H. Clark (1939) serem bastante sucintas e incompletas, e as características consideradas por estes autores para caracterizarem as espécies, com quantidade de grânulos no disco não serem um carácter confiável para distinguir as espécies do gênero *Ophiocomella*. Além disso, as ilustrações apresentadas nestes trabalhos também não colaboram para verificar reais diferenças entre as 3 espécies aqui discutidas. O que separa *O. ophiactoides*, *O. sexradia* e *O. schmitti* é a sua distribuição geográfica: Oceano Atlântico para *O. ophiactoides*, Indo-Pacífico para *O. sexradia* e Oceano Pacífico para *O. schmitti* (endêmica das Ilhas Galápagos e Clipperton).

De acordo com Stöhr (2011) *Ophiocomella ophiactoides* (H. L. Clark, 1901) é sinônima de *Ophiacantha ophiactoides* H. L. Clark 1900 e de *Ophiacantha oligacantha* H. L. Clark 1918, sendo esta última transferida para o gênero *Ophiocomella* por Parslow e Clark (1963) formando uma nova combinação, como já discutido quando da caracterização do gênero *Ophiocomella*. Consultando a literatura e outras bases de dados, foram detectados diversos problemas apresentados com o ano de publicação da espécie, apresentados a seguir.

O primeiro erro foi detectado ao se checar a referência de H. L. Clark apresentada por Stör (2011), que consta como: “Clark, H. L. 1900. The Echinoderms of Porto Rico. Bulletin of the U.S. Fisheries Commission, 20(2), 232-263”. A primeira questão que surge é: se o sinônimo sênior foi descrito em 1900, como o sinônimo júnior pode datar de 1901? Partindo desta questão, consultamos a bibliografia original, onde também detectamos alguns erros de editoração que justificam a confusão: ao contrário dos periódicos atuais, o “*Bulletin of United States Fish Commission*” não apresenta os dados do ano de publicação ao longo do seu texto. No resumo, escrito pelo autor, consta a data de 15 de setembro de 1900, bem como este ano consta no cabeçalho das pranchas (H. L. CLARK, 1901, p. 263-264)(Anexo A - 1 e 2).

Apesar destas falsas evidências, o volume 20, parte 2, foi realmente publicado no dia 04 de outubro de 1901, conforme consta no sumário das publicações do “*Bulletin of United States Fish Commission*” relacionadas à expedição de Porto Rico (Anexo A - 3).

O erro constatado com o conflito de datas de publicação infringe o Artigo 21 do ICZN (1999) e suas recomendações (ver legislação no Anexo B), trazendo como consequência o ano da espécie errado em diversos artigos e bases de dados, tais como o “Catalogue of Life: 2009 annual checklist – ITIS” (<http://www.catalogueoflife.org/details/species/id/5995148> [acesso 26 jul. 11]) e a base de dados nacional CRIA (coleção ZUEC-OPH) (http://www.cria.org.br/~marino/splink/web/dc/check_dics?system=&setlang=pt&cod_col=ZUEC-OPH&let=O [acesso 26 jul. 11]), que utilizaram informações do WoRMS como referência. No ITIs ainda observa-se outro erro, ao se misturar o autor (H.L. Clark) com o ano da nova combinação proposta por Parslow e Clark (1963), constando o nome da espécie, erroneamente, como *Ophiocomella ophiactoides* (H. L. Clark, 1963) e ainda *O. ophiactoides* (Parslow & Clark, 1963).

Dados sobre a distribuição geográfica de *Ophiocomella ophiactoides* colhidos em diversas fontes bibliográficas e bases de dados internacionais historiam esta espécie exclusivamente para a Província Biogeográfica Marinha Caribenha, delimitada entre as latitudes 35°N – 10°N, de acordo com a proposta de MacPherson (2003), registrando-se a ocorrência de *O. ophiactoides* para Belize, mar do Caribe, Cuba, República Dominicana, Golfo do México, Jamaica, Panamá, Porto Rico, Trinidad, Tobago e Venezuela (Figura 06 A). Mladenov e Emson (1990) comentam na introdução de seu artigo que aborda a genética de *O. ophiactoides* que essa espécie é conhecida das Antilhas e do Brasil, citando como referência Parslow e Clark (1963), contudo, ao consultarmos esta fonte, as autoras não mencionam esta espécie para a costa brasileira. Stöhr (2011) cita esta espécie apenas para a região do Caribe, baseada tão-somente no trabalho de Miloslavich *et al.* (2010). Contudo, a própria Stöhr (2011) indica um link para a coleção do Museu Smithsonian <<http://collections.mnh.si.edu/search/iz/?qn=Ophiocomella+ophiactoides>> na qual dois exemplares de *O. ophiactoides*, catalogados no lote de número 33996, são procedentes do Brasil, da região de Abrolhos, identificados inicialmente como *Ophiocoma pumila* e posteriormente como *Ophiocomella ophiactoides* em 28 de dezembro de 2006. De maneira geral, a literatura estrangeira que aborda a distribuição geográfica de *O. ophiactoides* ignora, até o momento, a ocorrência desta espécie no Atlântico Sul. Creditamos tal desconhecimento internacional acerca da ocorrência de *O. ophiactoides* na costa brasileira às fontes de publicação das informações: periódicos não indexados ou de pouca circulação, resumos de

congresso e dissertações não publicadas, ou publicadas em veículos de pouco impacto internacional. Em função disso, o conhecimento acerca da real distribuição geográfica desta espécie fica comprometido.

A espécie *Ophiocomella ophiactoides* foi registrada pela primeira vez na costa brasileira por Albuquerque e Guile (1991), no Banco de Vitória (ES), em substrato coralino, entre 48 e 52 metros de profundidade. Cerqueira (2002) registrou a espécie associada a algas das espécies *Amphiroa fragilissima* e *Halimeda opuntia* no Recife de Fora (Porto Seguro, BA), enquanto Moraes e Correia (2004) e Lima (2011) registraram sua associação aos fitais de *Amphiroa fragilissima*, *Dictyota cervicornis* e de *Caulerpa racemosa* no Recife da Ponta Verde (Maceió, AL). Trabalhos recentes conduzidos na costa baiana (CERQUEIRA; COUTO, 2008; MAGALHÃES *et al.* 2007; MARTINS *et al.* 2007; SANTANA, 2008; SOUTO, 2008) têm mostrado a ocorrência desta espécie no litoral norte da Bahia (Lauro de Freitas), nas praias de Salvador e no litoral sul do estado (Coroa Vermelha). Nestes estudos os substratos preferidos foram *A. fragilissima* e *H. opuntia*, no litoral norte e Salvador e *Jania* spp no litoral sul. Com base nestas informações, ratificamos que *Ophiocomella ophiactoides* distribui-se não só na Província Caribenha, mas também na Província Biogeográfica Marinha Corrente Costeira da Guiana, delimitada entre as latitudes de 10°N – 25°S (MACPHERSON, 2003), sendo seu limite Sul, até o presente, a latitude de 20°, no estado do Espírito Santo (ALBUQUERQUE; GUILLE, 1991) (ver Figura 14 A, B).

Em função de *Ophiocomella ophiactoides* ser uma espécie de ambientes recifais associada preferencialmente a algas coralinas, como será apresentado e discutido nos capítulos 3 e 4, acreditamos que os padrões de dispersão geográfica desta espécie se deu juntamente com a distribuição dos corais e das algas coralíneas no sentido Norte-Sul a partir da Província Caribenha, que possui seu limite sul limítrofe à Província da Corrente Costeira da Guiana (10°N), caracterizando uma área de transição entre estas províncias e facilitando o fluxo de algumas espécies em direção ao Sul. Embora o endemismo de oito espécies de coral brasileiras sugiram um processo de especiação dos corais em função de um possível isolamento geográfico proporcionado pelo Rio Amazonas, a presença 12 espécies de corais comuns ao Caribe e ao Brasil (MAIDA; PADOVANI-FERREIRA, 1997), além de muitas espécies de algas comuns em ambas as províncias, a exemplo de *Hamlieda opuntia*, e *Amphiroa fragilissima* (MLADENOV; EMSON, 1988), reforçam que existe, ou que existiu em um passado recente, uma conexão entre a fauna marinha do Atlântico Ocidental Norte e Sul.

Rocha (2003) revendo diversos trabalhos que discutem a questão do Rio Amazonas como barreira vicariante, corrobora que a quantidade de água expelida pelo Amazonas é tão grande que ela não se mistura imediatamente à água do mar, mas forma uma camada superficial que se estende por dezenas de quilômetros mar adentro e que abaixo da camada superficial encontra-se água marinha com salinidade normal e uma rica comunidade de organismos marinhos, incluindo organismos recifais como esponjas, demonstrando neste caso a ineficácia do Rio Amazonas como uma barreira biogeográfica para alguns organismos marinhos bentônicos, sendo possível então ocorrer fluxo de algumas espécies entre a Província Caribenha e a da Corrente Costeira da Guiana.

O registro de fósseis de Ophiuroidea, de uma maneira geral, é muito mais fragmentado e incompleto quando comparado ao de Asteroidea e, principalmente, de Echinoidea, atribuindo-se a escassez de fósseis de Ophiuroidea nas coleções paleontológicas, em parte, ao método de coleta de muitos paleontologistas do passado, que tinham a tendência de coletar exemplares mais completos e bem preservados (KROH, 2007), além do padrão esquelético dos ofiuroides que é totalmente diferenciado, dificultando muitas vezes a preservação de suas placas esqueléticas, principalmente das espécies de pequeno porte. Não foram encontradas informações na literatura sobre fósseis do gênero *Ophiocomella*, e, conseqüentemente, sobre sua bioestratigrafia, o que pode ser atribuído ao pequeno tamanho das espécies e fácil desarticulação das placas braquiais e do disco do animal, dificultando a sua fossilização, ou em função deste gênero ser novo no tempo geológico e em função disso não possuir fósseis, hipótese que acreditamos ser a mais provável e que será discutida com mais profundidade no capítulo 5. Sabe-se que todos os gêneros de Ophiuroidea foram extintos no Paleozoico, no final do período Permiano, na grande extinção em massa que dizimou muitas espécies de animais bentônicos (CHEN; MACNAMARA, 2006). Informações bioestratigráficas para a família Ophiocomidae, subfamília Ophiocominae e para o gênero *Ophiocoma* são divergentes segundo a escassa bibliografia sobre o tema para estes táxons de Ophiuroidea (HESS, 1960, 1964, SMITH *et al.* 1995). Hess (1960) registrou fósseis de *Ophiocoma rasmusseni* para o Cretáceo, na idade Cenomaniana, a cerca de 94 milhões de anos antes do presente, e Hess (1964) registrou *Ophiocoma nereida* (nova combinação de *Ophiurella nereida*) para o Jurássico, na idade Oxifordiana a 156 milhões de anos antes do presente. Smith *et al.* (1995) apresenta um cladograma cronoestratigráfico no qual a subfamília Ophiocominae (onde *Ophiocomella* está inclusa) aparece incerta no Jurássico superior e tem registros confirmados a partir do Cretáceo Superior até o presente.

5 CONCLUSÕES

As descrições de espécies novas baseadas apenas em um holótipo, como era comum no passado, constitui um dos principais fatores responsáveis pelas diversas sinonímias observadas para as espécies, como as detectadas para *Ophiocomella ophiactoides*.

As diversas sinonímias encontradas para *Ophiocomella ophiactoides* são oriundas de informações erradas contidas na bibliografia técnico-científica, que vão desde a grafia de alguns termos técnicos a problemas de editoração contribuíram de forma negativa com a construção do conhecimento científico perpetuando erros sobre esta espécie.

A ausência de registro fóssil do gênero *Ophiocomella* impossibilita se conhecer a história bioestratigráfica de suas espécies, não sendo possível ter a certeza de se tratar de um gênero antigo não preservado em fósseis, ou de realmente ser um gênero novo no tempo geológico e sem tempo necessário para fossilização. As informações referentes à família Ophiocomidae indicam que os ancestrais de *Ophiocomella* provavelmente surgiram no Jurássico e tiveram um apogeu no Cretáceo.

Possivelmente o Ophiocomidae que originou a espécie *Ophiocomella ophiactoides* surgiu no Cretáceo na Europa e teria migrado para o litoral Norte Atlântico dos Estados Unidos ou então surgido independentemente nesta região, migrando posteriormente para a região do Caribe na época do Plioceno.

Capítulo 2

Substratos preferenciais do ofiuroide

Ophiocomella ophiactoides (H. L. Clark, 1901)

em condições de campo e de laboratório

1 INTRODUÇÃO

Algas e esponjas são bastante utilizadas como habitats temporários ou permanentes por diversos animais, por oferecerem não só abrigo e alimentação, mas também por proporcionarem microambientes muitas vezes bem diferenciados do meio circundante, podendo tais organismos ser considerados como verdadeiros engenheiros ecossistêmicos (GOUVÊA; LEITE, 1980, HENKEL; PAWLIK 2006, KELAHER; CASTILLA, 2005, MASUNARI, 1983, NUGUES; SZMANT, 2006; FRASCHETTI *et al.* 2008).

Embora estudos pretéritos sinalizem que *Ophiocomella ophiactoides* distribui-se preferencialmente nas algas coralinas vermelhas, como *Amphiroa fragilissima* e *Jania* sp, algas calcárias verdes, como *Halimeda opuntia* e algas pardas como *Acanthopohora* spp (HENDLER; LITTMAN, 1986, MLADENOV; EMSON, 1988; MLADENOV *et al.* 1983), até o presente, não se sabe se esta espécie realmente prefere tais habitats ou se ocorreu nos mesmos em função destes serem mais abundantes nos ambientes onde os trabalhos foram realizados.

O fato de observar um animal em determinado habitat não quer dizer que ele tenha preferência pelo mesmo, sendo o uso do termo inadequado neste caso (CROWE; UNDERWOOD, 1998). Segundo Olabarría *et al.* (2002) para se afirmar que um animal prefere ou não determinado habitat é sempre necessário se testar o modelo experimental utilizado e fornecer evidências que dêem suporte para afirmar se o comportamento do animal descreve ou não um padrão de preferência. Antes de decidir se um animal apresenta “preferência” ou “escolha” de habitats, é necessário definir o porque da sua escolha, o que está relacionado a diversos fatores físicos e biológicos. Neste contexto, desenhos experimentais podem distinguir padrões de preferência entre habitats, inclusive a não preferência (OLABARRÍA *et al.*, 2002).

Mladenov e Emson (1988) levantam algumas hipóteses que explicariam a ocorrência e preferência de ofiuróides fissíparos como *Ophiactis savignyi* e *Ophiocomella ophiactoides* em algas e esponjas. Contudo, os autores não testaram tais hipóteses, e indicaram, nas considerações finais do artigo, a necessidade da realização de pesquisas que envolvessem experimentos manipulativos dos habitats e densidades populacionais para testar as hipóteses por eles levantadas. Até o momento, nenhum estudo realizou experimentos manipulativos em laboratório com ofiuróides no sentido de verificar se eles preferem ou não determinado tipo de habitat.

Para testar a hipótese que *Ophiocomella ophiactoides* prefere determinados habitats em detrimento de outros, este capítulo teve como objetivos: 1) verificar a ocorrência e densidade desta espécie em diferentes tipos de algas e esponjas em ambientes com características distintas e 2) confirmar a preferência e/ou rejeição deste ofiuroide pelos substratos onde ocorreram e não ocorreram em campo através da realização de experimentos manipulativos em laboratório.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para verificar a presença/ ausência e variações na densidade de *Ophiocomella ophiactoides* em diferentes habitats em campo, foram coletadas algas das espécies *Halimeda opuntia*, *Amphiroa fragilissima*, *Jania* sp, *Acanthopora* sp, *Sargassum cymosum* e a esponja do gênero *Tedania*, cuja ocorrência já havia sido relatada na literatura (HENDLER; LITTMAN, 1986, MLADENOV; EMSON, 1988; MLADENOV *et al.* 1983, SPRINGER, TURNER, 2001). Além destas, foram coletadas algas com outras morfologias de talo e outros gêneros de esponjas para os quais não foram encontrados registros de ocorrência de *Ophiocomella ophiactoides*: *Ulva fasciata* e *Caulerpa* sp (Chlorophyta), *Padina* sp (Phaeophyta), *Haliclona* sp e *Disydea* sp (Demospongiae).

Os trabalhos de campo foram realizados em julho de 2008, como parte dos experimentos piloto para ajustes do projeto da tese. As coletas foram realizadas em ambientes protegidos da Praia do Forte (Mata de São João) e de Itapuã (Salvador), situados a 12°S, e em um ambiente batido de Barra Grande (Ilha de Itaparica) a 13°S (Figura 16). Em cada localidade os 11 tipos de substratos definidos anteriormente foram coletados em triplicata com auxílio de um tubo de PVC de 10x10cm, totalizando 33 amostras em cada localidade (99 no total). As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos contendo água do mar e conduzidas ao laboratório, onde o biovolume das algas e esponjas foi estimado através do método do deslocamento (MLADENOV; EMSON, 1988). Posteriormente o material foi triado e os ofiuroides separados e contados para os cálculos de densidade (ind/ 100 mL).

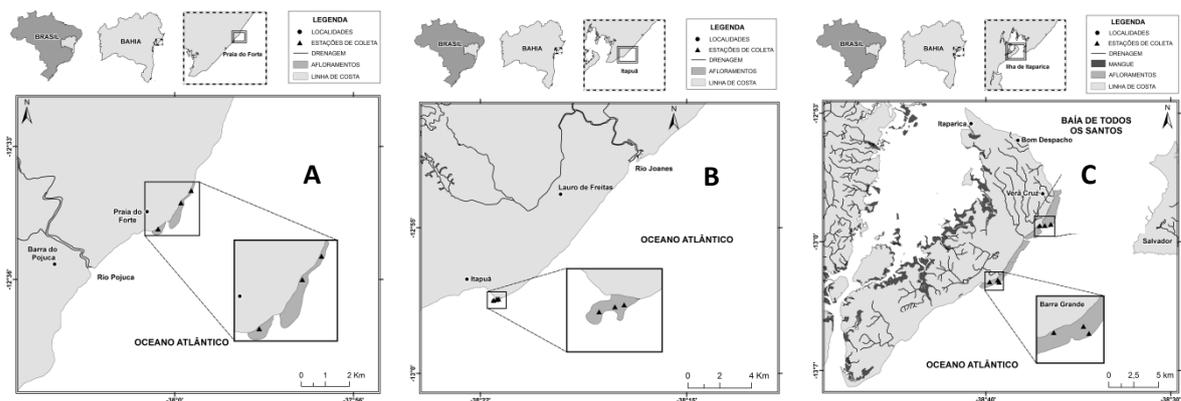


Figura 16: Localização dos pontos de coleta dos diferentes habitats-substrato biológicos. A) Praia do Forte, B), Itapuã e C) Barra Grande.

Para testar a preferência do ofiuroide pelos diferentes tipos de substratos foram realizados experimentos manipulativos em laboratório em dezembro de 2008. Inicialmente foram coletados 30 litros de água do mar, que foi conduzida ao laboratório. A água foi filtrada em papel de filtro, sendo metade colocada em um recipiente aerado e outra parte reservada para os experimentos posteriores.

Amostras das algas *Halimeda opuntia*, *Amphiroa fragilissima*, *Jania* sp, *Acanthopora* sp, *Padina* sp, *Sargassum cymosum*, *Caulerpa* sp, *Ulva fasciata* e das esponjas *Tedania ignis*, *Haliclona* sp e *Dysidea* sp foram coletadas na localidade de Salvador. Em laboratório, tanto as algas quanto às esponjas foram lavadas com água do mar para retirada de impurezas do campo, alguns organismos e possíveis substâncias que pudessem atrair *Ophiocomella ophiactoides*. Após a lavagem, se realizou uma triagem grossa para retirada de simbiontes e de possíveis exemplares de *Ophiocomella ophiactoides* existentes nestes substratos. Em seguida este material foi enxaguado em água do mar autoclavada e reservado neste meio em aquário aerado equipado com filtro biológico.

Os exemplares de *Ophiocomella ophiactoides* utilizados nos experimentos foram coletados em fitais de *Halimeda opuntia* e *Amphiroa fragilissima* na Praia de Itapuã (Salvador). Os animais coletados foram acondicionados em recipientes de plástico com água do mar e conduzidos ao laboratório. Antes dos experimentos, os exemplares passaram por um período de aclimação em laboratório, sendo mantidos apenas em contato com água do mar durante 24h, em aquário com bomba de ar e coberto com pano, mantido em um ambiente escuro, monitorando-se a temperatura, salinidade e pH. Tal medida foi adotada com intuito de eliminar possíveis substâncias que pudessem fazer os animais se locomover durante os experimentos para as algas em que foram coletados em campo. Após o período de aclimação foram realizados os seguintes experimentos no intuito de verificar a preferência ou não do ofiuroide por determinado tipo de habitat-substrato:

Experimento 1: Em três recipientes independentes (réplicas) contendo 5 litros de água do mar, foram colocados 30 mL de cada um dos seguintes substratos: *H. opuntia*, *A. fragilissima*, *Jania* sp, *Acanthopora* sp, *S. cymosum*, *Padina* sp, *Caulerpa* sp, *U. fasciata*, *T. ignis*, *Haliclona* sp e *Dysidea* sp, equidistantes um do outro cerca de 5 cm e alternando os substratos preferenciais observados no campo e na literatura daqueles onde a espécie não foi observada e/ou citada em trabalhos anteriores. Foram colocados em cima de cada um desses substratos 5 exemplares de *Ophiocomella ophiactoides* (n=55 indivíduos, proporção equitativa de 0,9% em cada substrato). Após 48 horas os substratos foram retirados dos aquários, triados e a quantidade dos ofiuróides em cada um foi contada.

Hipóteses: H0 – os ofiuroides apresentaram a mesma proporção média em todos os substratos após 48h, revelando não haver preferência entre os habitats oferecidos,

H1 – os ofiuroides se concentraram mais em determinados tipos de substratos quando comparado a outros após 48h, sendo a proporção média maior e estatisticamente significativa em determinados substratos, revelando a preferência do ofiuroide por estes.

Experimento 2: Os habitats preferenciais do 1º experimento tiveram o volume mantido (30mL) e os demais habitats tiveram a oferta dobrada (60 mL cada), com o objetivo de verificar se uma maior oferta de substrato não preferido no primeiro experimento poderia influenciar a dispersão do ofiuroide. Colocou-se sobre cada um desses substratos 5 exemplares de *Ophiocomella ophiactoides* (n=55, proporção equitativa de 0,9%), como feito no primeiro experimento. Após 48h foi adotado o mesmo procedimento do experimento 1.

Hipóteses: H0 – aumentando a oferta dos habitats não preferidos no primeiro experimento os ofiuroides apresentaram a mesma proporção média em todos os substratos após 48h, revelando não haver preferência entre os habitats oferecidos, sendo o fator determinante a quantidade de substrato oferecido,

H1 – mesmo aumentando a oferta dos habitats não preferidos no primeiro experimento os ofiuroides continuaram se concentraram mais em determinados tipos de substratos do que em outros após 48h, sendo a proporção média maior e estatisticamente significativa em determinados substratos, revelando a preferência do ofiuroide por estes, independente da maior oferta de outros tipos de substratos.

Experimento 3: Foram retirados os habitats preferenciais observados nos experimentos 1 e 2. Em cima de cada substrato restante (vol. 60mL) foram colocados 5 exemplares (n=40, proporção equitativa de 0,12 em cada substrato), sendo os demais procedimentos semelhantes aos dos experimentos anteriores.

Hipóteses: H0 – com a retirada dos habitats preferencias os ofiuroides apresentaram a mesma proporção média em todos os substratos após 48h, revelando não haver preferência entre os habitats oferecidos, quando da ausência dos preferencias;

H1 – com a retirada dos habitats preferenciais os ofiuroides se concentraram mais em determinados tipos de substratos disponíveis do que em outros após 48h, com proporções médias maiores e estatisticamente significativas, revelando a preferência por habitats preferenciais secundários na ausência dos principais.

Experimento 4: Foram oferecidos apenas os substratos preferenciais observados nos experimentos 1 a 3, com o mesmo volume (60 mL), para verificar se entre estes existe um mais apreciado pela espécie. Sobre cada substrato foram colocados 5 exemplares ($n=25$, proporção equitativa de 0,20%), sendo os demais procedimentos semelhantes aos dos experimentos anteriores.

Hipóteses: H0 – os ofiuroides apresentaram a mesma proporção média em todos os substratos após 48h, revelando não haver preferência entre os habitats oferecidos,

H1 – os ofiuroides se concentraram mais em determinados tipos de substratos do que em outros após 48h, com proporções médias maiores e estatisticamente significativas, revelando que, dentre os substratos preferenciais, existe primazia por determinados habitats.

Os dados referentes às proporções de *Ophiocomella ophiactoides* em cada substrato no início de cada experimento (T0) foram plotadas em gráficos juntamente com as proporções observadas após 48 horas em cada substrato (T1), sendo as proporções finais ranqueadas em ordem crescente de frequência de ocorrência em cada substrato, no sentido de verificar uma dispersão crescente de um substrato não preferencial para um preferencial. Após a análise de cada réplica em cada experimento, foi calculada a média e desvios das proporções finais (T2), a fim de verificar a ocorrência de proporções médias maiores e estatisticamente significativas, confirmando ou não a preferência do ofiuoide por determinados tipos de habitats.

Para verificar a existência de diferenças estatísticas significativas entre as médias das densidades de *Ophiocomella ophiactoides* nos diferentes tipos de substratos coletados em campo e entre as 3 localidades estudadas, bem como para testar as diferenças significativas entre as médias das proporções do ofiuoide em cada substrato nos experimentos de laboratório, foi testada a normalidade dos dados através do teste de Lilliefors e feitas, quando necessário, as devidas transformações para que fosse utilizada a análise de variância ANOVA unifatorial, e existindo diferenças entre as médias, a diferença entre estas foi comparada através do teste *a posteriori* de Bonferroni, com significância mínima de $\alpha < 0,05$. Concordando e seguindo a sugestão de Reis e Ribeiro-Jr (2007), adotou-se os testes paramétricos mesmo no caso de uma ou duas médias, após as transformações, ainda permanecerem não paramétricas, pois estes autores demonstraram através de seu trabalho que os testes paramétricos se mostram mais consistentes que os testes não paramétricos, mesmo para amostras que não apresentem distribuição normal, o que minimizaria a ocorrência dos erros tanto do tipo 1 quanto do tipo 2.

3 RESULTADOS

Das três localidades investigadas, *O. ophiactoides* não ocorreu apenas na Praia de Barra Grande (Ilha de Itaparica) em locais onde o ambiente foi mais batido (Figura 17). As densidades médias do ofiuróide nas localidades de Praia do Forte e Salvador apresentaram diferenças estatísticas significativas de acordo com o Teste de Bonferroni (Dif= 2.6844, B= 1.7748, $p < 0,05$). Nestas localidades, o ofiuróide apresentou clara preferência pela alga calcária verde *H. opuntia* e pelas algas coralinas vermelhas *A. fragilissima* e *Jania* sp, sendo ausente nos demais substratos investigados (Figura 18). Não existiram diferenças estatísticas significativas entre as médias das densidades do ofiuroide entre as algas *H. opuntia* e *A. fragilissima* (Dif= 0.1883, B= 0.6664, $p = ns$) nem entre *A. fragilissima* e *Jania* sp (Dif=0.5296, B= 0.6664, $p = ns$), mas comparando a densidade de *H. opuntia* com *Jania* sp observou-se que a densidade em *H. opuntia* foi maior e estatisticamente significativa (Dif=0.7179, B=0.6664, $p < 0.001$)

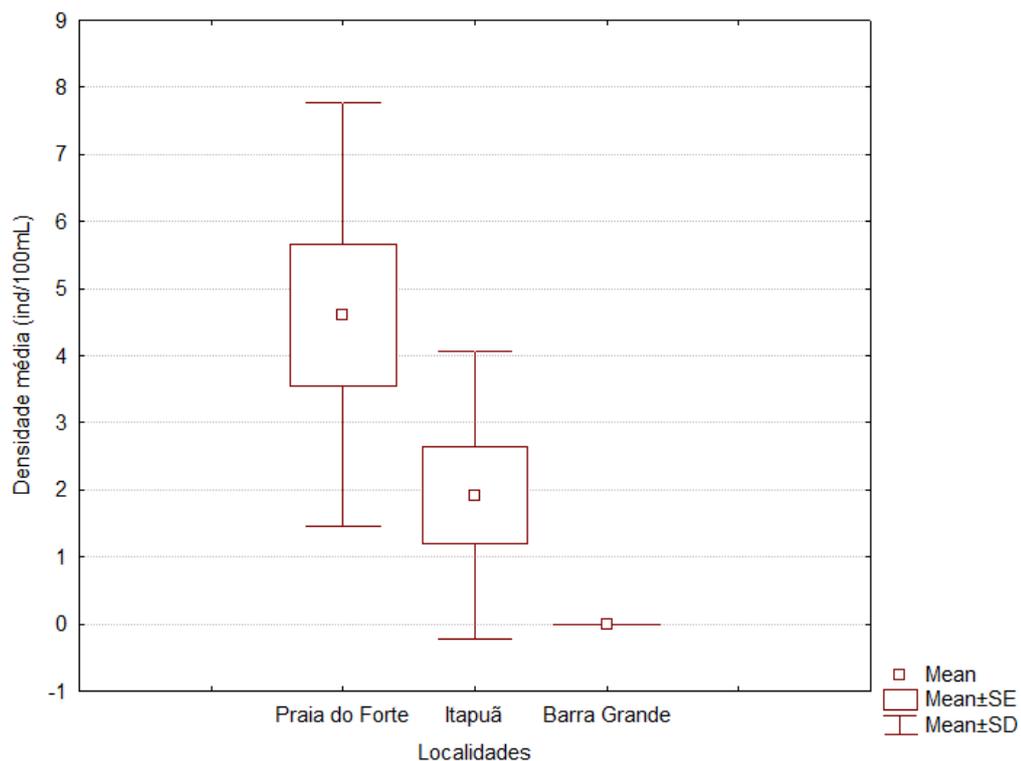


Figura 17: Média, erro e desvio padrão da densidade de *Ophiocomella ophiactoides* nas localidades de Praia do Forte, Itapuã e Barra Grande, em julho de 2008.

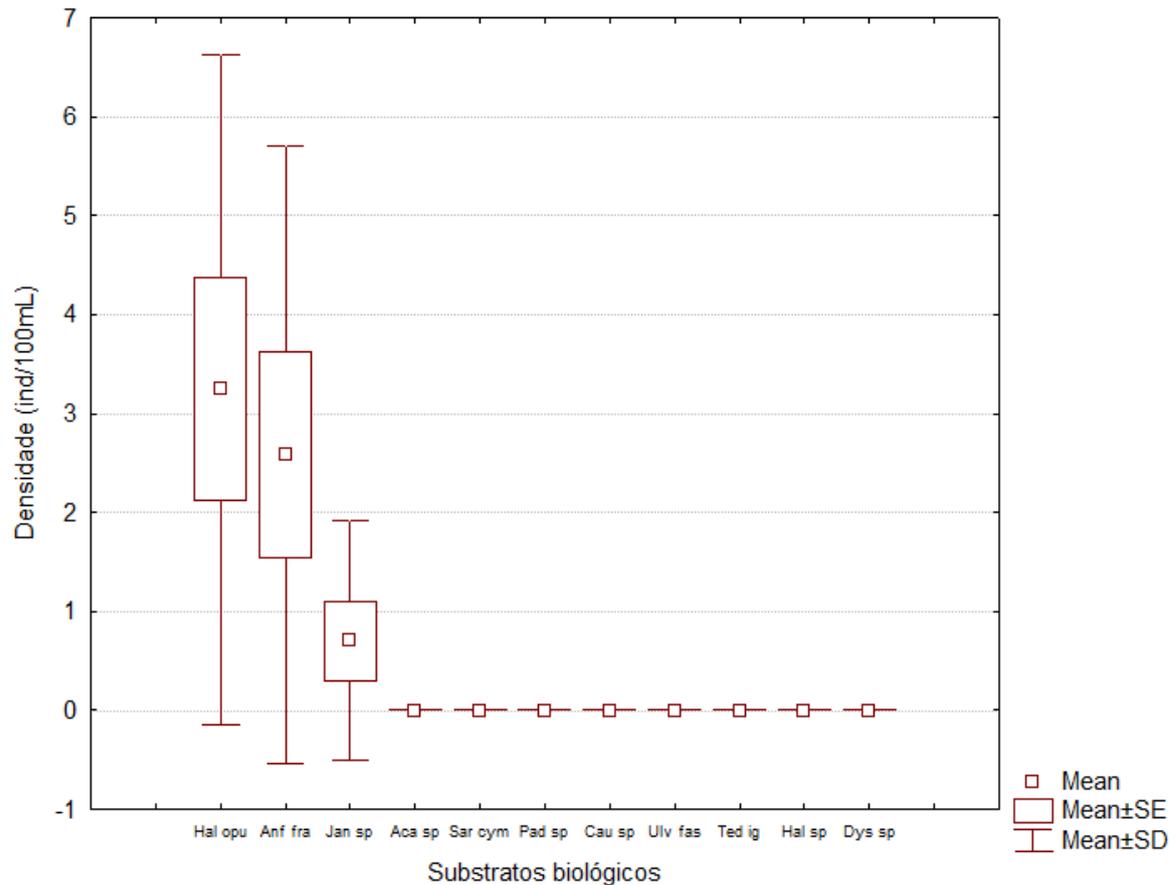


Figura 18: Média, erro e desvio padrão da densidade de *Ophiocomella ophiactoides* nos diferentes tipos de substratos coletados na Praia do Forte, Itapuã e Barra Grande, em julho de 2008. Hal opu = *Halimeda opuntia*, Anf fra = *Amphiroa fragilissima*, Jan sp = *Jania* sp, Aca sp = *Acanthophora* sp, Sar cym = *Sargassum cymosum*, Padin sp = *Padina* sp, Cau sp = *Caulerpa* sp, Ulv fas = *Ulva fasciata*, Ted ig = *Tedania ignis*, Hal sp = *Haliclona* sp, Dys sp = *Dysidea* sp.

Ao se calcular a média das proporções de *O. ophiactoides* em cada substrato no tempo final do experimento 1 (Figura 19), foi verificada a existência de diferenças estatísticas significativas através da análise de variância ANOVA unifatorial ($F= 25.3551$, $p = 0.0000007$). Aplicando-se o teste a posteriori de Bonferroni não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre as proporções médias de *Ophiocomella ophiactoides* nas algas *Halimeda opuntia* e *Amphiroa fragilissima* e entre *A. fragilissima* e *Jania* sp. A proporção de *Ophiocomella ophiactoides* na alga *H. opuntia* foi maior e estatisticamente significativa quando comparada à observada na alga *Jania* sp (Dif= 17.6667, B= 13.7519, $p < 0.001$ – Anexo 05). As proporções médias de *O. ophiactoides* não diferiram entre os seguintes substratos: *Acanthophora* sp, *Sargassum cymosum*, *Padina* sp e *Haliclona* sp, mas as proporções médias de *O. ophiactoides* nestes substratos foram menores e diferiram estatisticamente ($p < 0.001$) quando comparadas às observadas em *H. opuntia*, *A. fragilissima*

e *Jania* sp, sendo aceita, para este experimento, a hipótese que o ofiuroide prefere determinados tipos de substrato, neste caso, as algas calcárias verdes e vermelhas.

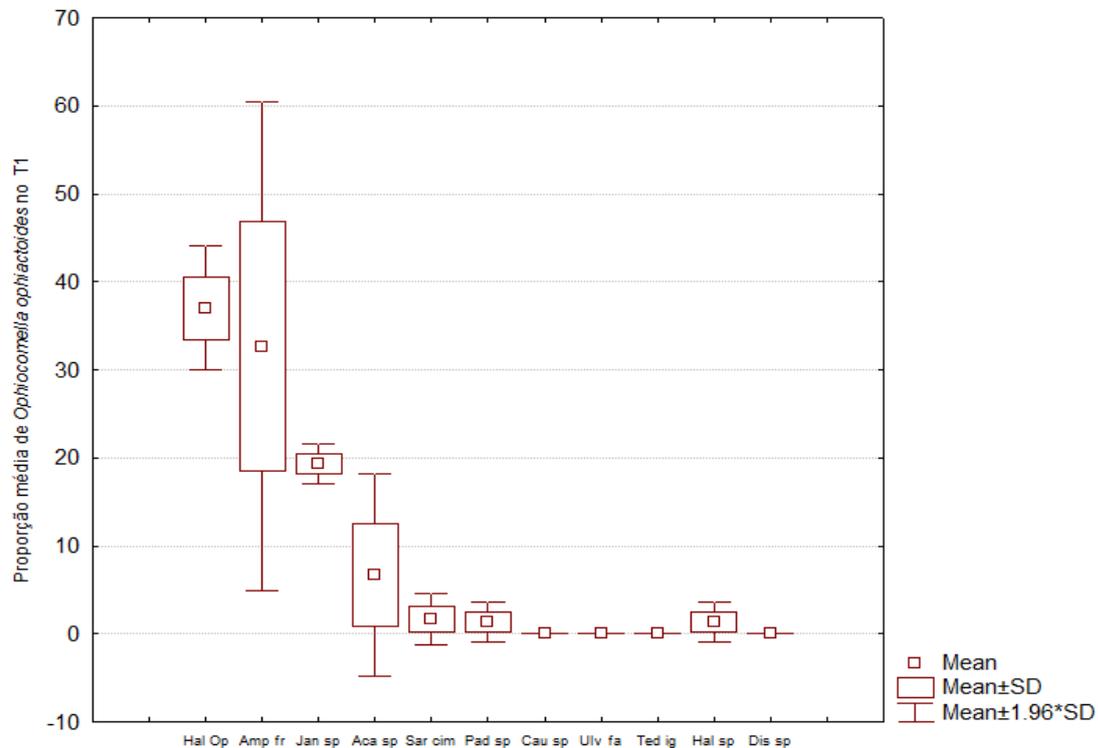


Figura 19: Experimento 1 – Proporções médias de *Ophiocomella ophiactoides* nos diferentes tipos de substratos com mesmo volume (30mL) após um período de 48h. Hal opu = *Halimeda opuntia*, Anp fr= *Amphiroa fragilissima*, Jan sp= *Jania* sp, Aca sp = *Acanthophora* sp, Sar cym = *Sargassum cymosum*, Padin sp = *Padina* sp, Caul sp = *Caulerpa* sp, Ulv fas= *Ulva fasciata*, Ted ig = *Tedania ignis*, Hal sp = *Haliclona* sp, Dys sp = *Dysidea* sp.

Ao se calcular a média das proporções de *O. ophiactoides* em cada substrato no tempo final do experimento 2 (Figura 20), também foi verificada existência de diferenças estatísticas significativas através da análise de variância ($F=73.3669$, $p = 0.0000001$). Aplicando-se o teste a posteriori de Bonferroni não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre as proporções médias de *Ophiocomella ophiactoides* nas algas *Halimeda opuntia* e *Amphiroa fragilissima*, assim como observado no primeiro experimento, contudo, neste experimento a proporção de *Ophiocomella ophiactoides* observada em *A. fragilissima* foi maior e estatisticamente significativa quando comparada à proporção o ofiuroide observada na alga *Jania* sp. (Dif= 8.6667, B= 6.7023, $p < 0,001$). A proporção média de *O. ophiactoides* observada em *Acanthophora* sp continuou sendo menor e estatisticamente significativa quando comparada às algas *Halimeda*, *Amphiroa* e *Jania*, contudo, foi maior e estatisticamente significativa quando comparada aos outros substratos. A proporção média do ofiuroide em *Sargassum*, apesar de ligeiramente maior que em outros substratos, não diferiu

significativamente destes, mas foi menor e estatisticamente significativa a diferença quando comparada às proporções observadas na alga *Acanthophora*. Também neste experimento aceita-se a hipótese em que *Ophiocomella ophiactoides* prefere as algas calcárias verdes e vermelhas como habitats preferenciais.

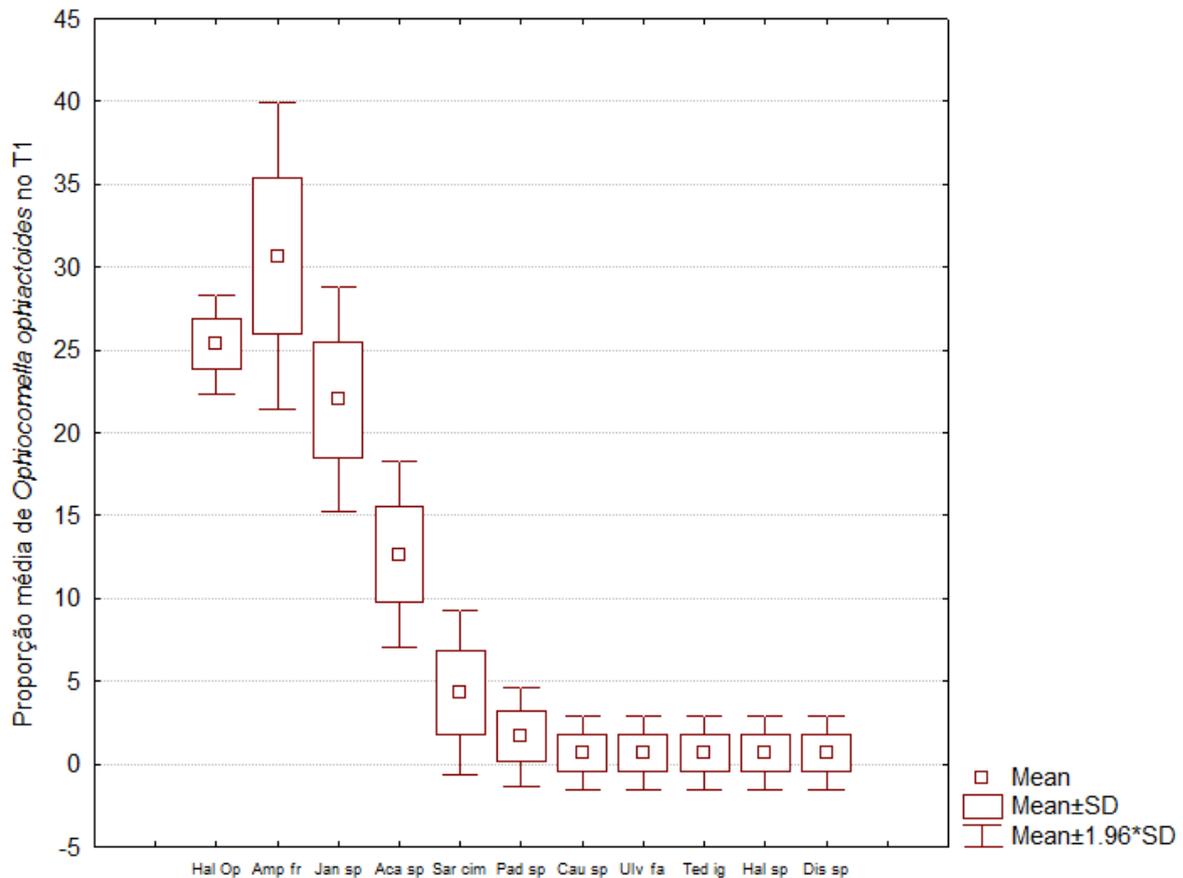


Figura 20: Experimento 2 – Proporções médias de *Ophiocomella ophiactoides* nos diferentes tipos de substratos após um período de 48h, mantendo-se o volume de *Halimeda opuntia*, *Anphiroa fragilissima* e *Jania* sp (30mL) e dobrando-se o volume dos demais substratos (60mL). Hal opu = *Halimeda opuntia*, Anp fr= *Anphiroa fragilissima*, Jan sp= *Jania* sp, Aca sp = *Acanthophora* sp, Sar cym = *Sargassum cymosum*, Padin sp = *Padina* sp, Caul sp = *Caulerpa* sp, Ulv fas= *Ulva fasciata*, Ted ig = *Tedania ignis*, Hal sp = *Haliclona* sp, Dys sp = *Dysidea* sp.

Como nos experimentos anteriores foi observada diferença estatística em pelo menos uma das médias das proporções de *Ophiocomella ophiactoides* nos diferentes substratos ($F=35.0887$, $p=0.0000026$). Aplicando-se o teste a priori de Bonferroni constatou-se que a proporção de *Ophiocomella ophiactoides* após 48h na alga *Acanthophora* sp foi maior (Figura 21) e estatisticamente significativa quando comparada às encontradas em *Sargassum*

cymosum (Dif=16.000, B=14.1871, $p < 0,0025$), *Padina* sp (Dif= 40.6667, B= 14.1871, $p < 0,0025$), *Caulerpa* sp (Dif=44.3333, B=14.1871, $p < 0,0025$) e demais substratos onde a proporção foi zero ou pouco expressiva no tempo final. Neste experimento, aceita-se a hipótese de que, na ausência de substratos preferenciais, a espécie tende a se concentrar em substratos preferenciais secundários.

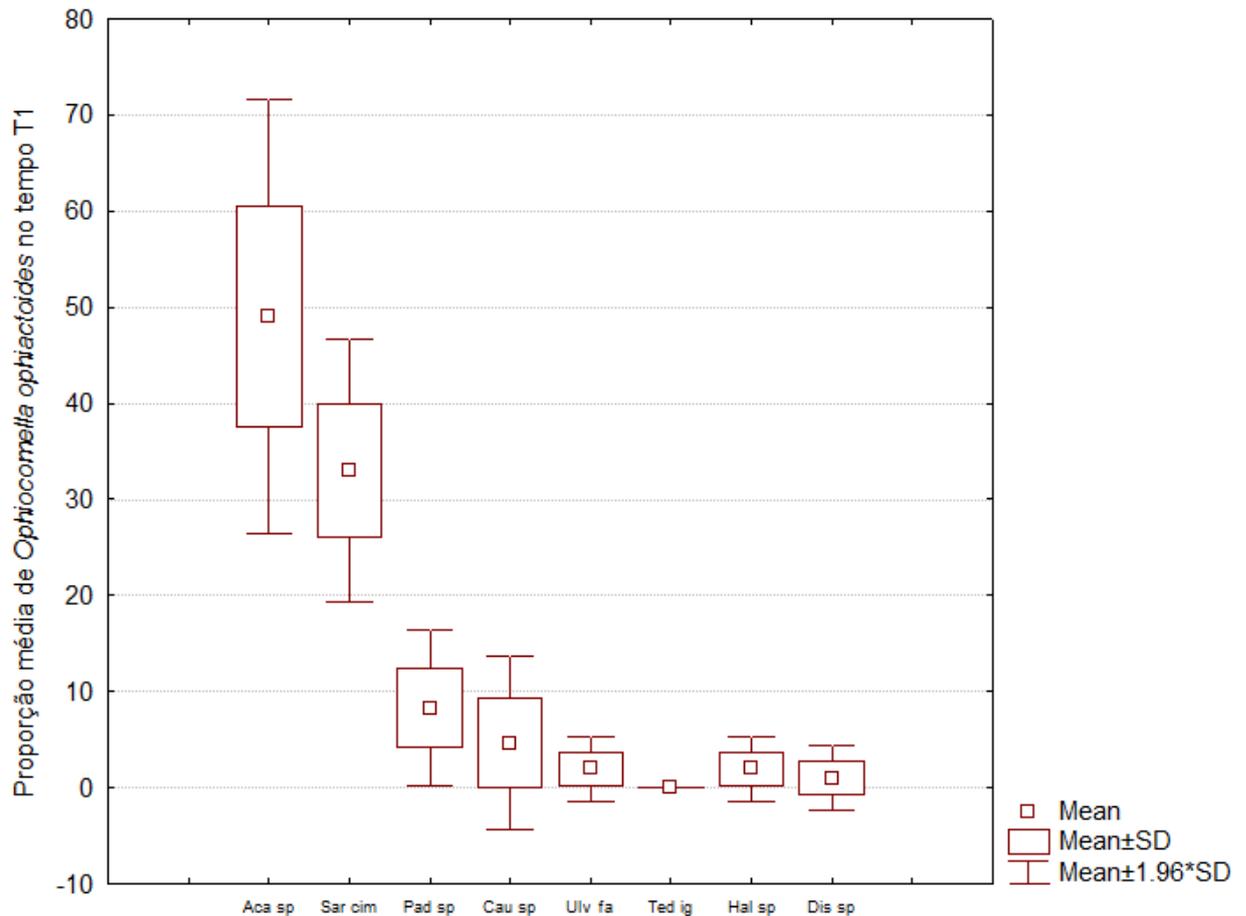


Figura 21: Experimento 3 – Proporções médias de *Ophiocomella ophiactoides* nos substratos após um período de 48h, com a retirada dos substratos preferencias dos experimentos anteriores (*Halimeda opuntia*, *Anphiroa fragilissima* e *Jania*). Aca sp = *Acanthophora* sp, Sar cym = *Sargassum cymosum*, Padin sp = *Padina* sp, Caul sp = *Caulerpa* sp, Ulv fas= *Ulva fasciata*, Ted ig = *Tedania ignis*, Hal sp = *Haliclona* sp, Dys sp = *Dysidea* sp.

A análise de variância revelou a existência de diferença estatística significativa em pelo menos uma das médias da proporção de *O. ophiactoides* nos diferentes tipos de substrato expostos à esse experimento ($F=39.3269$, $p= 0.0000432$). O teste a posteriori de Bonferroni mostra que não existe diferença estatística significativa entre as proporções médias de *Ophiocomella ophiactoides* encontradas em *Halimeda opuntia* e *Amphiroa fragilissima* (Dif=4.000, B= 13.6263, $p=ns$), mas que estas são maiores e diferem estatisticamente das

proporções médias de *Jania* sp (Dif 18.6667 e 22.6667 respectivamente, B= 13.6263 e $p < 0,005$ em ambos os casos). Não foi observada diferença estatística significativa entre as proporções de *O. ophiactoides* encontradas nas algas *Acanthophora* sp e *Sargassum cymosum*, mas estas foram menores e diferiram significativamente ($p < 0.005$) das proporções encontradas nas algas calcárias (Figura 22).

Tanto no trabalho de campo quanto em todos os experimentos realizados em laboratório foi demonstrado que a espécie *Ophiocomella ophiactoides* tem preferência por habitats compostos por algas calcárias verdes e vermelhas.

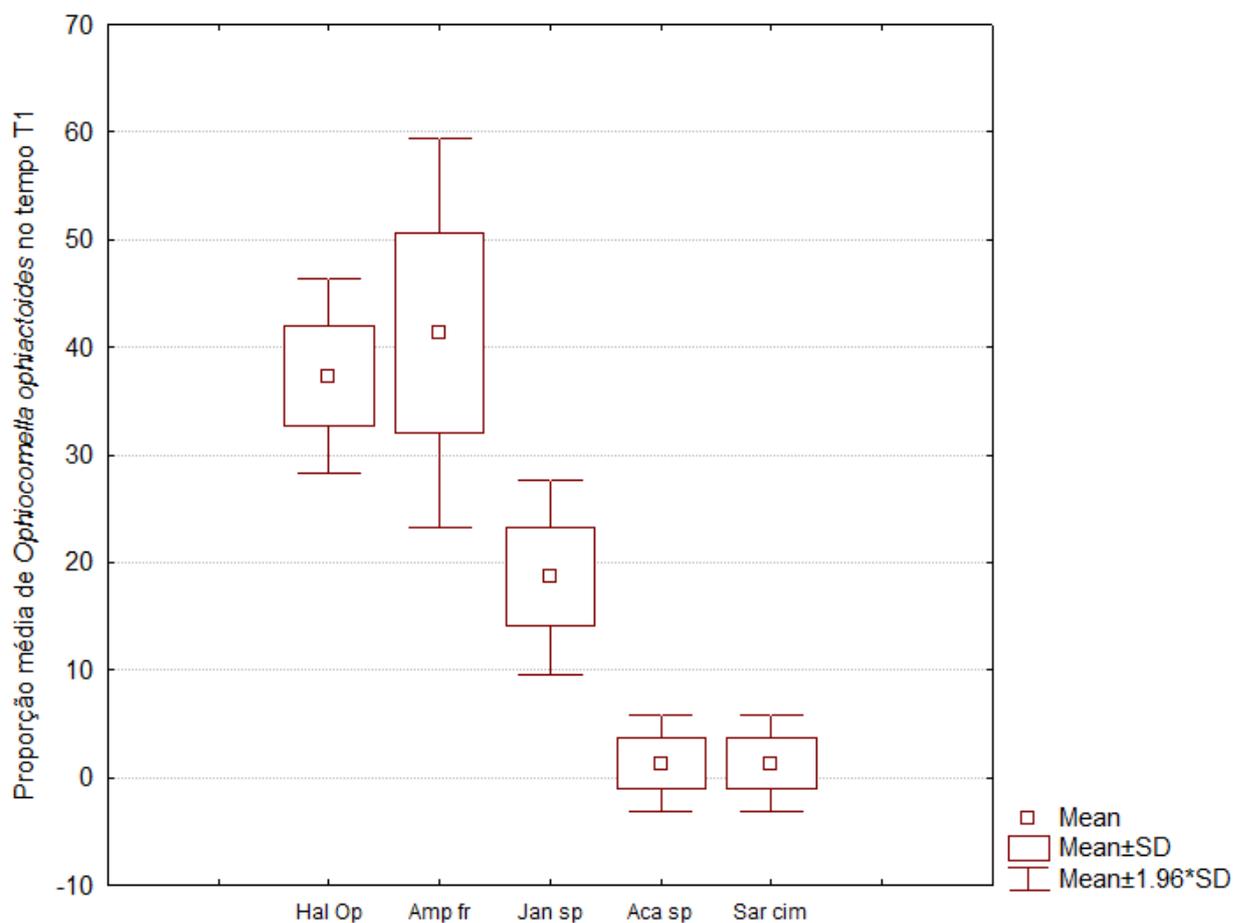


Figura 22: Experimento 4 – Proporções médias de *Ophiocomella ophiactoides* nos substratos após um período de 48h, com a retirada dos substratos não preferências dos experimentos anteriores (*Padina* sp, *Caulerpa* sp, *Ulva fasciata*, *Tedania ignis*, *Haliclona* sp e *Dysidea* sp). Hal opu= *Halimeda opuntia*, Amp fra= *Anphiroa fragilissima*, Jan sp= *Jania* sp, Aca sp = *Acanthophora* sp, Sar cym = *Sargassum cymosum*.

4 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo comprovaram que *O. ophiactoides* prefere as algas coralinas vermelhas (*Amphiroa fragilissima* e *Jania* sp) e algas calcárias verdes (*Halimeda opuntia*) como habitat preferencial em detrimento de outros como algas não calcárias e esponjas, apresentando o mesmo padrão observado em campo de estudos realizados em regiões tropicais no hemisfério Norte (HENDLER; LITTMAN, 1986, MLADENOV; EMSON, 1988, MLADENOV *et al.*,1983). Apesar das críticas e ponderações apresentadas por diversos autores no que concerne aos experimentos manipulativos em laboratório para estudos de preferência de habitats, e da precaução que deve ser tomada para afirmar se um animal prefere alguns habitats em detrimento de outros (CHAPMAN 2000, COWIE, 1985, DELLA SANTINA; NAYLOR, 1994, JOHNS; MANN, 1987, OLABARRÍA *et al.* 2002), acredita-se que o padrão verificado neste trabalho, associando resultados obtidos em campo com os dados experimentais em laboratório, realmente descrevem a preferência de *O. ophiactoides* pelos habitats mencionados.

A variação da densidade do ofiuróide nas algas da mesma espécie coletadas em diferentes recifes (presença nos recifes de Salvador e Praia do Forte e ausência no recife de Barra Grande na Ilha de Itaparica), tem relação direta com o grau de exposição ou proteção das algas nos ambientes recifais, já que as algas coletadas em Salvador e Praia do Forte estavam em áreas protegidas dos recifes, enquanto que na Ilha de Itaparica as algas estudadas foram coletadas em locais de maior hidrodinâmica, tendo este fato se refletido inclusive na morfologia de *H. opuntia*, que apresentou os segmentos reniformes achatados em forma de almofada, formato apresentado por esta espécie em superfícies rochosas que sofrem forte impacto das ondas (KOOINSTRA; VERBRUGGEN, 2005). Mladenov e Emson (1988) observaram padrão similar no Atlântico Norte, onde *O. ophiactoides* apresentou densidades de moderadas a altas em enseadas protegidas da Jamaica e densidades muito baixas em áreas de cristas recifais de Belize.

Nos experimentos realizados em laboratório, verificou-se que a maior disponibilidade de outros substratos como algas não calcárias e esponjas não influenciam na preferência da espécie pelas algas calcárias. Na ausência de *Amphiroa fragilissima*, *Jania* sp e *Halimeda opuntia*, os habitats preferenciais ainda continuam sendo as algas, com destaque para *Acanthophora* sp e *Sargassum cymosum*. *Ophiocomella ophiactoides* já foi registrado em campo associado a *Acanthophora* por Mladenov *et al.* (1983) em paredões rochosos calcários de Maze Cove e Clone Cove (Antilhas), onde o ofiuroide também foi encontrado nas algas

Amphiroa fragilissima, *Amphiroa rigida*, *Gracillaria* e *Ceramium*, contudo, estes trabalhos não informaram quais as quantidades das mesmas em campo. Todas estas algas têm como característica apresentar a morfologia do talo formando emaranhados, o que facilitaria a ancoragem de *O. ophiactoides* nas estruturas das algas com seus braços e espinhos braquiais.

As algas *Halimeda opuntia* e *Amphiroa fragilissima* caracterizam-se pelo rápido crescimento do talo, ciclo de vida curto e por serem habitats extremamente instáveis e de transição por estarem sujeitos a diversos distúrbios (MLADENOV; EMSON, 1984, 1988), já que muitos de seus fragmentos são arrancados freqüentemente do substrato pela ação das ondas e transportados pelas correntes, o que, se por um lado pode facilitar a dispersão dos organismos associados, por outro, pode provocar uma grande mortalidade de indivíduos. Apesar disso, as algas em questão são ocupadas por muitas espécies de ofiuroides fissiparos, dentre eles *O. ophiactoides* (MLADENOV; EMSON, 1984, 1988, HENDLER; LITTMAN, 1986). Quais seriam, então, as vantagens que algas coralinas vermelhas e algas calcárias verdes oferecem a *O. ophiactoides* para que ele as colonize, além do abrigo e proteção que estas algas oferecem a diversos organismos bentônicos (GOUVÊA; LEITE, 1980; MASUNARI, 1983)?

O fato das algas coralinas vermelhas e algas calcárias verdes formarem habitats naturalmente estressados tem forte relação com as características dos ofiuróides que nelas vivem, os quais investem muita energia na reprodução para garantir a sobrevivência neste tipo de habitat e conseqüentemente não investem muita energia em tamanho corpóreo, estando *O. ophiactoides* inserido neste contexto (LAWRENCE, 1991, MLADENOV; EMSON, 1984). De qualquer forma, a aquisição de energia para investir no processo reprodutivo e no crescimento é fundamental. Nesta perspectiva, os habitats preferenciais de *O. ophiactoides* possuem algumas características que os outros habitats pesquisados no presente estudo não apresentam, a exemplo da concentração de carbonato de cálcio nestas algas que é muito maior que nos outros substratos (FREILE, 2004). Tal característica está fortemente associada à aquisição de carbonato por *O. ophiactoides*. Este ofiuróide, assim como outros de pequeno tamanho, provavelmente se alimenta de detritos e material orgânico contido nos sedimentos (AUSTIN; HADFIELD, 1980, LAWRENCE, 1991).

Tanto em *Halimeda* quanto em *Amphiroa* e *Jania* existe uma rica fauna de organismos associados, que liberam muco e detritos que se aderem aos grãos finos, criando um biofilme em torno dos grãos (LAWRENCE, 1991, NUGUES; SZMANT, 2006, WEBSTER *et al.* 2004), inclusive de grãos carbonáticos oriundos do esqueleto das algas, que pode ser utilizado por *O. ophiactoides* como recurso alimentar e energético. Da mesma forma, as partículas de

carbonato oriundas das próprias algas através de processos de dissolução (PERRY; TAYLOR, 2006), geram grãos finos que podem ser ingeridos e absorvidos pelos ofiuróides, garantindo em parte o sucesso da reprodução assexuada por fissão, que exige uma grande quantidade de carbonato de cálcio para regeneração dos clones formados. Wilkie *et al.* (1984), estudando os aspectos morfológicos e mecânicos da fissão de *O. ophiactoides*, sugerem que os íons de Ca⁺ poderiam atuar diretamente no compartimento extracelular da derme deste ofiuróide, talvez na formação de pontes cruzadas entre as macromoléculas adjacentes de substâncias de ligação interfibrilares.

Os habitats rejeitados por *O. ophiactoides* foram *Ulva fasciata* (tanto em campo quanto em laboratório) e as esponjas *Tedania ignis*, *Haliclona* sp e *Disydea* sp. Em nenhum dos trabalhos realizados com *O. ophiactoides* foi relatada sua ocorrência em *U. fasciata* ou em *Padina*, sugerindo que estes habitats e outros a eles similares não oferecem condições mínimas para a colonização e estabelecimento das populações deste ofiuroide. Dentre as principais causas relacionadas à ausência de *O. ophiactoides* nestas algas com certeza podemos destacar a morfologia do talo e arquitetura algal. Estudos realizados por Chamello e Millazzo (2002) demonstraram que algas com arquitetura menos complexa (assim como *U. fasciata* e *Padina* no presente trabalho), possuem menores densidades, abundâncias e diversidades de organismos associados quando comparadas a algas com arquitetura mais complexa. Nossas observações em campo permitem afirmar que a morfologia do talo de *U. fasciata* e de *Padina* não permitem que os ofiuróides se ancorem nelas com auxílio de seus braços e espinhos braquiais, como visto nos substratos preferenciais, com isto, o mais simples aumento na hidrodinâmica do ambiente poderia retirá-los com facilidade da alga. *Ophiocomella ophiactoides* foi relatado numa recente dissertação de mestrado para fitais de *Caulerpa racemosa* no recife no recife da Ponta Verde, em Maceió (AL) (LIMA, 2011), contudo, segundo a autora, a ocorrência desta espécie foi ocasional a rara neste tipo de fital, o que justifica não termos observado este ofiuroide nos fitais de *Caulerpa* sp em nosso trabalho de campo, e da mesma também ter sido ocasional em uma das réplicas dos experimentos de laboratório.

Já a ocorrência em esponjas foi referenciada apenas em uma comunicação de congresso (SPRINGER; TURNER, 2000) em manguezais do Atlântico Norte, mais precisamente na Flórida, para as espécies *Tedania ignis*, *Chondrilla núcula*, *Clathrina coriacea*, *Haliclona hogarthi*, *Ircinia strombilina* e *Lissodendorix isodictialis*. No Atlântico Sul, até o momento, *O. ophiactoides* não foi registrada neste tipo de habitat e nem em ambientes de manguezal, embora as espécies de esponjas citadas por Springer e Turner (2000)

sejam comuns em manguezais de ambientes tropicais do Atlântico Sul (Brasil), onde este trabalho foi realizado (HECHTEL, 1976; MOTHEs *et al.*, 2000).

Muitas espécies de esponjas, como *T. ignis*, produzem metabólitos secundários (muitas vezes tóxicos) para deter peixes predadores e os ofiuróides que habitam esponjas podem ganhar uma defesa química contra estes predadores (HENKEL; PAWLIK, 2005, KENNEDY; HOOPER, 2000), além disso, as esponjas são hábitats mais estáveis que tufos de algas em águas rasas (MLADENOV; EMSON, 1988) e produzem substâncias alelopáticas que influenciam no recrutamento de muitos invertebrados (BINGHAM; YOUNG, 1991). Portanto, era de se esperar que *O. ophiactoides* fosse registrado a mais tempo neste tipo de habitat, e que suas densidades fossem maiores que as encontradas em algas coralinas ou calcárias de ambientes recifais protegidos; então, por que isso não é observado nem em campo nem nos experimentos de laboratório? Uma das explicações pode ser justamente o que já foi discutido anteriormente com relação à disponibilidade de carbonato de cálcio e quantidade e tamanho de grãos retidos nas algas calcárias, já que as esponjas apresentam mecanismos de retirada de grãos de seu interior para evitar entupimento dos canais (RUPPERT; BARNES, 1996) e a constituição das espículas das mesmas é de sílica, que não é utilizada pelo ofiuróide na formação de seu esqueleto.

Finalizando, para se conhecer mais profundamente os motivos da afinidade e, principalmente, da falta de afinidade de *O. ophiactoides* pelos hábitats estudados no presente trabalho, além do que já foi discutido, seriam necessárias pesquisas envolvendo testes com os metabólitos produzidos pelas algas e esponjas que compõem estes hábitats.

5 CONCLUSÕES

A espécie *Ophiocomella ophiactoides* prefere algas calcárias verdes e vermelhas em função da arquitetura e morfologia mais complexa que as espécies destes grupos apresentam.

Algas de arquitetura moderadamente complexa, como algumas algas pardas, também são utilizadas por *O. ophiactoides* quando são ofertadas em maior quantidade ou quando as algas calcárias verdes e vermelhas não estão disponíveis, o que explica a ocorrência deste ofiuroide neste tipo de habitat.

Capítulo 3

*Densidade e distribuição espaço-temporal
de *Ophiocomella ophiactoides* (H. L. Clark,
1901) em ambientes recifais e afloramentos
rochosos situados em diferentes faixas
latitudinais do litoral do estado da Bahia*

1 INTRODUÇÃO

A densidade, expressa em número de indivíduos por unidade de área ou volume, é um dos principais atributos de uma população, já que o tamanho populacional pode ser determinado por fatores dependentes da densidade, como a natalidade, mortalidade, imigração e emigração (KREBS, 2009). A densidade populacional também varia, aumentando ou diminuindo, em resposta a fatores independentes da densidade, como clima (temperatura e precipitação) e eventos catastróficos como enchentes, furacões e tsunamis (CAIN, *et al.* 2011), sendo o estudo da densidade, desta forma, fundamental para se conhecer a dinâmica das populações.

Além da densidade, as populações têm mais dois atributos importantes: a distribuição e a dispersão, que vão determinar a sua estrutura espacial. A distribuição de uma população descreve a sua abrangência geográfica e ecológica, a qual é determinada primordialmente pela presença ou ausência de habitat adequado, enquanto a dispersão caracteriza o espaçamento dos indivíduos entre si, formando padrões que variam da compacta agregação até dispersões homogêneas ou uniformes, e entre esses extremos encontra-se a dispersão aleatória ou randômica, sendo que todas estas estão relacionadas à distribuição espacial de uma espécie (RICKLEFS, 1996). A densidade populacional, a distribuição espacial e a dispersão podem variar em resposta à oferta de alimento, predação, recrutamento, condições climáticas e outros fatores ecológicos dentro do habitat, e se estes e outros fatores ecológicos importantes apresentarem ciclos ao longo do tempo, a exemplo do clima, podem influenciar na flutuação temporal das populações (CAIN, *et al.* 2011, RICKLEFS, 1996).

Os ofiuroides são frequentemente dominantes em comunidades bênticas de plataforma e talude continental, podendo apresentar também densidades elevadas em determinados habitats de águas rasas, com sua distribuição correlacionada à temperatura, tipo de substrato, modo de reprodução e interações interespecíficas, e em função de sua abundância, hábitos alimentares e altos níveis de atividade, têm um significativo impacto no balanço energético e na ecologia de comunidades marinhas, sendo um dos principais elos entre cadeias alimentares locais (BORGES, 2006, CERQUEIRA, 2002). Um número crescente de estudos tem mostrado que reprodução assexuada contribui significativamente para a estrutura da população de muitos invertebrados marinhos, como observado em diferentes espécies de ofiuroides fissíparos de regiões tropicais e subtropicais (McGOVERN, 2002a), que tem como características apresentar altas densidades em habitats favoráveis, hábitos epifíticos ou

epizóicos e adultos apresentando tamanho pequeno (disco < 7mm de diâmetro), a exemplo de *Ophiocomella ophiactoides* (HENDLER; LITTMAN, 1986, MLADENOV; EMSON, 1988).

Como visto no capítulo 2, o litoral do Estado da Bahia apresenta algumas semelhanças e diferenças do ponto de vista físico, biológico e geomorfológico ao longo de sua costa, bem como diferenças latitudinais no que concerne ao clima, tanto em aspectos históricos quanto em dados de curta escala, como os observados nos anos de 2009 (considerado de El-Niño moderado) e 2010 (que começou com influência do El-Niño e terminou com influência de La-Niña). As semelhanças observadas nos ambientes podem determinar a presença das espécies na região estudada, e as diferenças determinar particularidades na distribuição espacial, dispersão e flutuações sazonais das espécies que habitam estes locais.

Com base no exposto, os objetivos deste capítulo são: 1) estimar a densidade populacional de *Ophiocomella ophiactoides* em fitais de ambientes consolidados, situados em diferentes faixas latitudinais da costa do estado da Bahia; 2) observar se existe um padrão sazonal na flutuação da densidade nas diferentes populações nos anos de 2009 e 2010; 3) detectar padrões de distribuição espacial e dispersão das populações em diferentes latitudes, e, 4) averiguar a existência de correlações ecologicamente coerentes entre as flutuações da densidade de *O. ophiactoides* com as variáveis climáticas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados em meso-escala (1:50 km) referentes à temperatura da superfície do mar e de suas anomalias para os meses e anos de coleta, bem como os referentes às oscilações dos fenômenos El Niño e La Niña foram obtidos no portal da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (N O A A) <http://www.osdpd.noaa.gov/ml/ocean/sst/sst_50km.html>, enquanto os dados referentes à precipitação acumulada, precipitação média histórica, desvios, médias máximas e mínimas e extremos de temperatura do ar foram obtidos no portal da Somar Meteorologia <<http://www.somarmeteorologia.com.br/index.html>>.

Foram realizadas coletas trimestrais de março de 2009 a dezembro de 2010 entre as latitudes de 12 e 16°, nos recifes coralo-algais de Praia do Forte, Penha, Barra Grande, Taipus de Fora e Coroa Vermelha, e nos afloramentos rochosos das praias de Itapuã e Back Door. Nos recifes e afloramentos rochosos, foram selecionadas 3 áreas de acordo com o tempo de exposição durante a baixamar, através da observação do tempo de emersão e do tempo de submersão através de visualização direta em cada local no momento da enchente da maré, sendo os pontos definidos durante a amostragem piloto realizada no ano de 2008 para ajustes metodológicos do projeto. A área A é a que fica menos tempo exposta durante a baixa-mar (cerca de 30 minutos); a Área B a segunda a submergir no processo de preamar (cerca de 90 minutos) e a área C a última a submergir (cerca de 180 minutos). Além das variações no tempo de exposição, outro critério para seleção das áreas foi a presença dos substratos preferenciais, discutidos no capítulo 2.

Em cada área A, B e C foram coletadas 10 amostras dos substratos preferenciais descritos no capítulo 3, com o auxílio de um tubo de PVC de 20 cm de diâmetro x 10 cm de altura totalizando 30 amostras por localidade e 210 amostras em todos os ambientes investigados a cada trimestre, perfazendo 810 amostras ao final de um ano e 1680 amostras no final do estudo. No momento da coleta das unidades amostrais, foram aferidas a temperatura, a salinidade e o pH da água que preenchia os espaços internos dos tufos das algas-substrato, utilizando termômetro, refratômetro e pHmetro, respectivamente, totalizando 10 mensurações por área e 30 por localidade para cada uma dessas variáveis. Para fins estatísticos que serão apresentados mais adiante, onde são necessários valores médios dos dados, cada uma das 10 unidades amostrais das áreas A, B e C foi considerada como réplicas dessas áreas.

As algas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos etiquetados e conduzidas ao laboratório, onde o volume de cada amostra foi mensurado pelo método do deslocamento da coluna d'água, utilizando provetas graduadas. Após mensuração do biovolume, as

amostras foram fixadas em formol a 4% para posterior triagem. As amostras foram triadas sob microscópio estereoscópico, separando-se e quantificando-se todos os espécimes de *O. ophiactoides* encontrados. Durante o processo de triagem, cada exemplar foi observado na lupa para verificar a presença ou não de copépodos parasitas, já relatados para esta espécie em estudos realizados no Atlântico Norte. Em seguida, os exemplares foram armazenados, por lotes, em frascos etiquetados para serem posteriormente tombados na coleção de Echinodermata da Divisão de Invertebrados Aquáticos do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana sob o código MZUEFS-IA-EQ.

A normalidade dos dados referentes ao biovolume das algas e à densidade de *Ophiocomella ophiactoides* foi testada através do teste de Lilliefors. Detectando-se a falta de normalidade, foram tentadas várias estratégias para a normalização dos mesmos. Se após todas as tentativas de transformação alguns dados ainda permanecessem não paramétricos, mesmo assim optamos pela análise de variância paramétrica ANOVA unifatorial, seguindo a recomendação de Reis e Ribeiro-Jr (2007), para adoção dos testes paramétricos, que se revelam mais consistentes quando comparados à estatística não paramétrica, mesmo com os dados sendo não paramétricos. No caso de detecção de diferença entre as médias dos volumes das algas e das densidades de *Ophiocomella ophiactoides* entre as localidades estudadas ou entre os anos de 2009 e 2010, aplicou-se, após a análise de variância, o teste *a posteriori* de Bonferroni, com significância mínima de $\alpha < 0,05$. Os gráficos foram gerados no software Estatística 7.0 e os testes estatísticos foram rodados no software Bioestat 5.0. Para associar a densidade de *Ophiocomella ophiactoides* com as variáveis de temperatura máxima do ar, pluviosidade acumulada, dias com chuva e El Niño, os dados foram montados numa única matriz e transformados para escala de 0 a 1, para igualar as diferentes grandezas a fim de comparação. Após este procedimento, as localidades foram ordenadas através de análise de agrupamento (cluster) e ordenação multidimensional (MDS) com auxílio do software Primer 6.0. Além da transformação dos dados para escala de zero a um, os dados foram transformados em $\log x + 1$ quando solicitado pelo software utilizado.

3 RESULTADOS

O ano de 2008, que precedeu o início deste estudo, foi caracterizado pela presença do evento La Niña, com anomalias negativas acima de 1°C na água do mar nos meses de janeiro a maio, intercalado por um período de normalidade de junho a setembro, e um novo período de La Niña de outubro a dezembro, se estendendo pelo ano de 2009 até o mês de fevereiro. A temperatura no Oceano Pacífico entre as Coordenadas 5°N - 5°S continuou a subir de março a maio e em junho já se observa temperatura anômala acima de 1 grau, o que caracteriza a ocorrência de El Niño, temperatura esta que continuou a subir até dezembro de 2009, atingindo um pico de anomalia de $1,8^{\circ}\text{C}$ (Figura 23). O período de El Niño se estendeu até abril de 2010, sendo observado um decréscimo na temperatura até o mês de dezembro, estando a temperatura do oceano no limite de normalidade entre maio e junho e a partir de julho até dezembro foram registradas temperaturas abaixo do normal, o que caracteriza o evento La Niña. Assim sendo, os anos de 2009 e 2010 foram dissimilares no que concerne a condições climáticas globais.

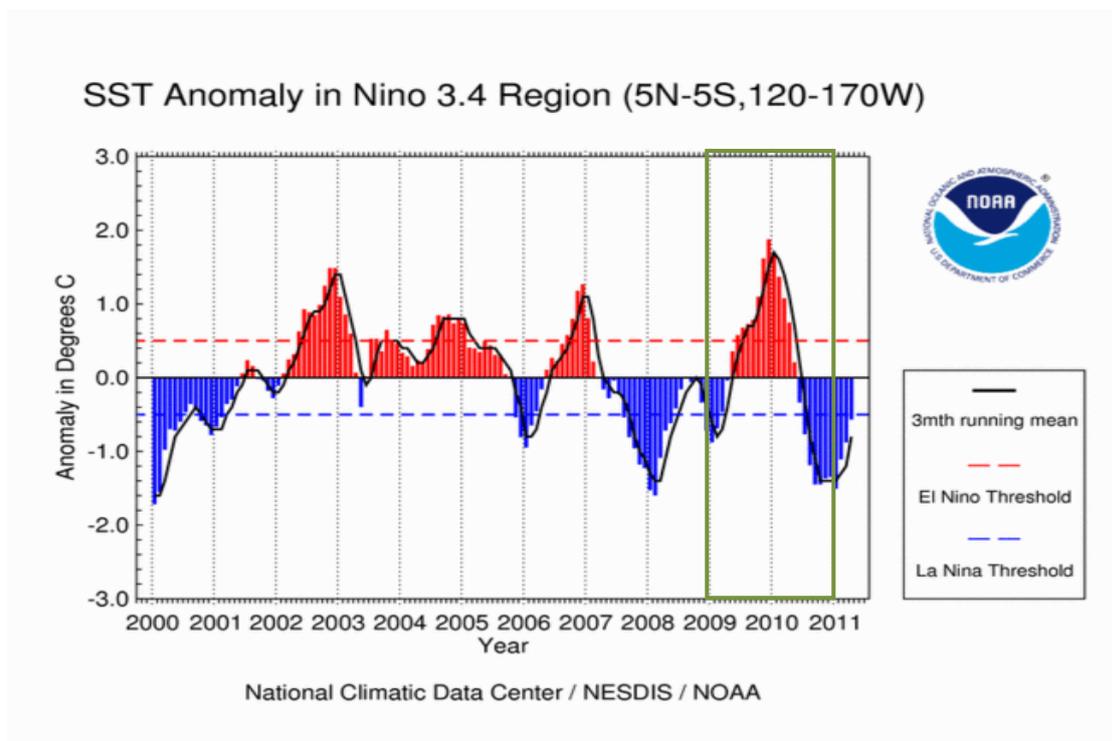


Figura 23: Ocorrência dos eventos El Niño e La Niña dos anos de 2000 a 2011, destacando-se os anos de 2009 e 2010 (em verde). Fonte: NOAA<<http://www.esrl.noaa.gov/psd/map/>>

A temperatura da superfície do Oceano Atlântico nos anos de 2009 e 2010 foi mais quente nos meses de março (em torno de 29 a 30°C) e mais fria nos meses de setembro (entre

20 e 26°C). Constatase que o mês de março de 2010 apresentou a temperatura da superfície do oceano mais quente que março de 2009, e o mês de dezembro de 2009 apresentou a temperatura da superfície do oceano mais quente que dezembro de 2010 (Figura 24).

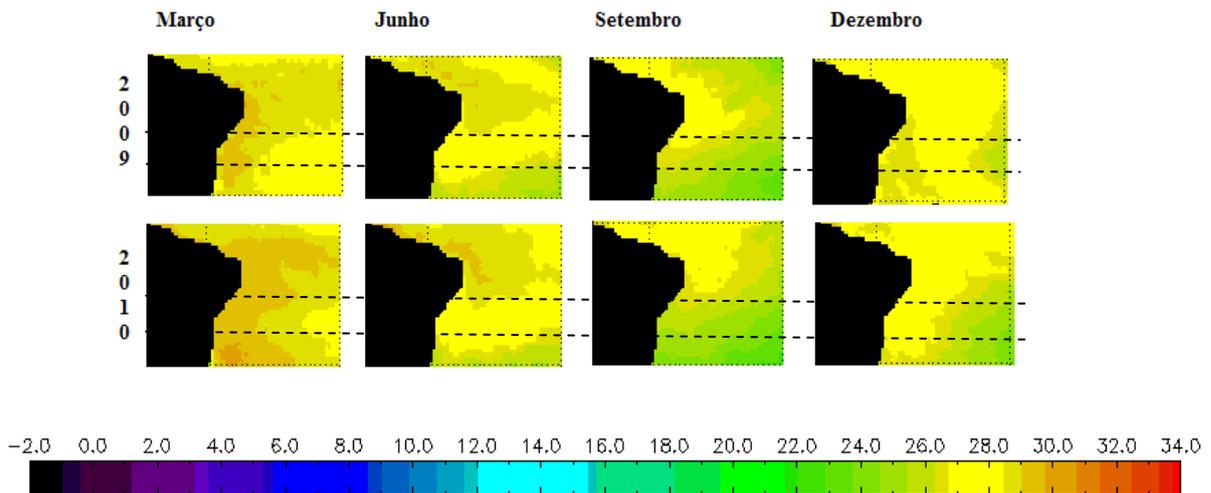


Figura 24: Temperatura das águas superficiais oceânicas obtidas de imagens orbitais, para os anos de 2009 e 2010, nos meses de coleta das amostras no litoral do estado da Bahia, entre as latitudes de 12 e 16° S (delimitadas pelas linhas pontilhadas). Fonte: NOAA <http://www.osdpd.noaa.gov/ml/ocean/sst/sst_50km.html>

A temperatura da superfície oceânica no sul do Atlântico, entre as coordenadas de 12 e 16°, apresentou anomalias negativas em pontos isolados afastados da costa nos meses de março de 2009 e setembro de 2010. Na região costeira a temperatura do oceano esteve dentro dos limites de normalidade nos meses em questão. Anomalias térmicas positivas foram observadas nos meses de setembro e dezembro de 2009 e março, junho e dezembro de 2010, sendo que nos meses de junho de 2010 as anomalias térmicas na região costeira ocorreram ao norte, nas latitudes de 12 e 13°, enquanto em dezembro de 2010 as anomalias térmicas se concentraram na região mais central da costa, estando a área de Praia do Forte e Coroa Vermelha dentro dos limites de normalidade térmica, embora as anomalias térmicas tenham dominado a maior parte do Atlântico Sul nestes períodos (Figura 25)

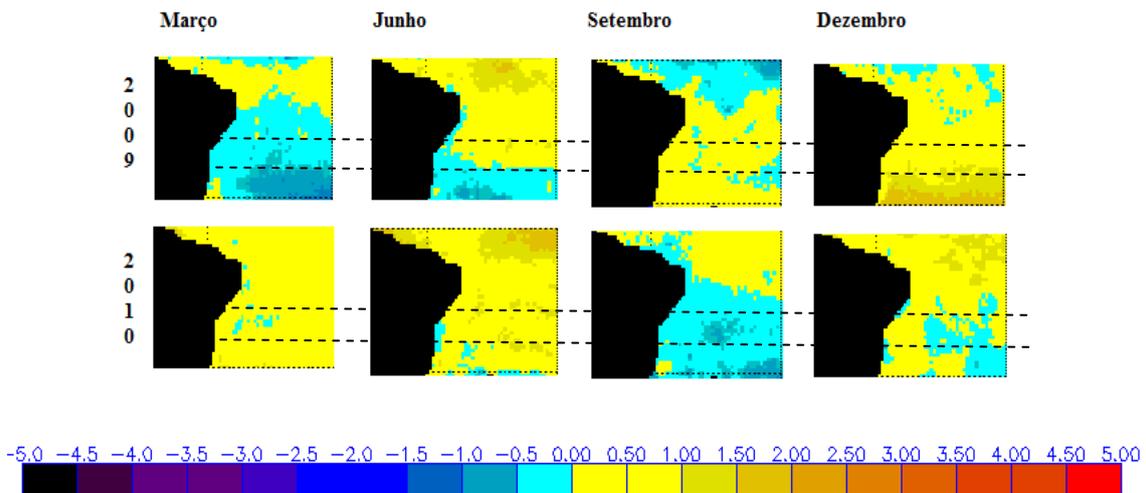


Figura 25: Anomalias da temperatura das águas superficiais oceânicas obtidas de imagens orbitais, para os anos de 2009 e 2010, nos meses de coleta das amostras no litoral do estado da Bahia, entre as latitudes de 12 e 16° S (delimitadas pelas linhas pontilhadas). Fonte: NOAA <<http://www.osdpd.noaa.gov/ml/ocean/sst/anomaly.html>>.

As temperaturas máximas e mínimas do ar apresentaram um padrão sazonal nos anos de 2009 e 2010, sendo março e dezembro os meses mais quentes e junho e setembro os meses mais frios em todos os pontos de coleta. As temperaturas médias e extremas máximas foram similares em toda a área de estudo, oscilando entre 26 e 35°C, enquanto as temperaturas médias e, principalmente, as temperaturas extremas mínimas revelaram que as áreas situadas mais ao sul são mais frias, registrando-se extrema mínima de 13,6°C em Coroa Vermelha e 15,3°C em Taipus de Fora, ambas no mês de setembro de 2010, sendo que nas áreas mais ao norte não foram registrados extremos mínimos inferiores a 18°C. Observando as curvas de temperatura, particularmente a das temperaturas mínimas, observa-se um padrão que assemelha as áreas mais ao Norte (Praia do Forte a Itaparica) e as áreas mais ao sul (Taipus de Fora a Coroa Vermelha), revelando um padrão latitudinal diferenciado no parâmetro temperatura do ar (Figura 26).

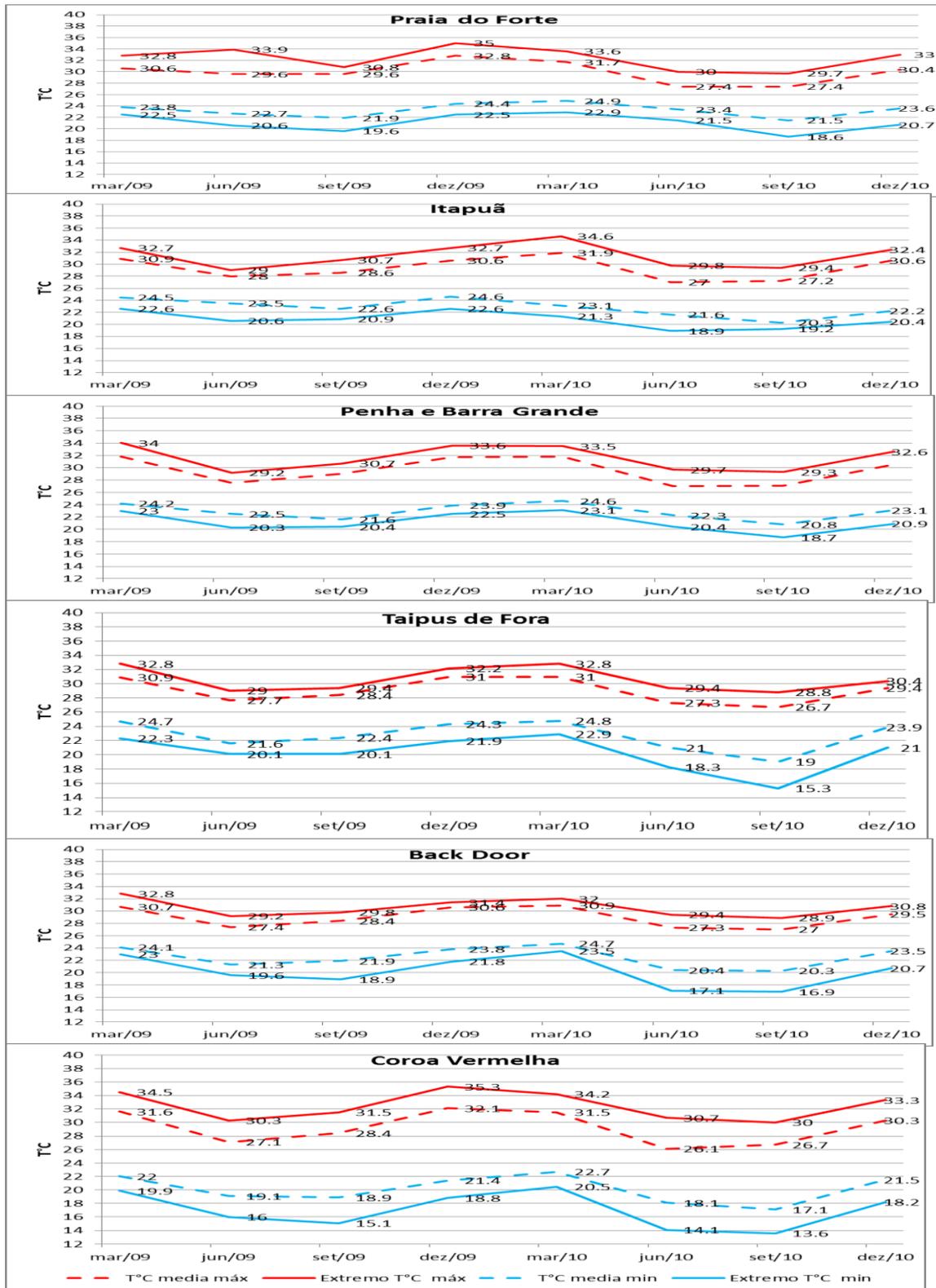


Figura 26: Médias e extremos das temperaturas máximas e mínimas do ar dos meses de março, junho, setembro e dezembro dos anos de 2009 e 2010. Fonte dos dados: Somar Meteorologia (<http://www.somarmeteorologia.com.br/index.html>), acessado em 14/07/2011.

Os valores médios históricos de pluviosidade para as diferentes localidades mostram que os meses de março e junho são tipicamente mais chuvosos que os de setembro e dezembro nas latitudes mais ao norte (12 e 13°) enquanto nas latitudes mais ao sul (14 e 16°) mês de setembro costuma ser o mais seco e a pluviosidade em março, junho e dezembro tende a ser similar, evidenciando uma diferença latitudinal no regime de pluviosidade média (Figura 27).

Comparando a pluviosidade acumulada de cada localidade com a pluviosidade média histórica constatam-se anomalias significativas em todas as localidades, seja para chuvas muito abaixo da média, como observado em março de 2009 para as localidades situadas entre 12 e 13° e em dezembro de 2009 para todas as localidades. Também foram observadas pluviosidades acumuladas bem acima da média nas latitudes mais ao sul, como verificado em março e setembro de 2010 em Taipus de Fora e março de 2010 em Coroa Vermelha (Figura 27). No geral a precipitação acumulada foi maior nas latitudes mais ao sul entre Taipus de Fora e Coroa Vermelha, sendo observados desvios acima da média tanto no ano de 2009 quanto no de 2010. Já nas latitudes mais ao norte foram registrados apenas desvios negativos comparados às médias históricas, indicando que nesses anos essas áreas foram as mais secas. Ainda com relação à precipitação acumulada, não foi observado um padrão sazonal entre os anos de 2009 e 2010, sendo o ano de 2009, sob maior influência do fenômeno El Niño, mais seco que o ano de 2010, que teve influência de El Niño no primeiro semestre e de La Niña no segundo semestre (ver Figuras 23 e 27).

O número de dias com chuva apresentou um padrão similar nas latitudes entre 12 e 13° (até Barra Grande em Itaparica) que diferenciou do padrão observado nas latitudes de 14 a 16°. Taipus de Fora, situado a 13° de latitude, teve um padrão de dias com chuva similar ao das localidades mais ao norte em 2009 e assemelhou-se ao padrão das localidades mais ao sul em 2010. Os padrões de dias com chuva ao norte caracterizaram-se pelo aumento de dias de chuva de março a setembro e decréscimo deste mês até dezembro em 2009, mantendo este padrão com pequenas oscilações em 2010, enquanto nas latitudes mais ao sul observou-se um decréscimo dos dias com chuva de março a dezembro de 2009 e oscilação dos dias com chuva nestes meses em 2010 (Figura 27).

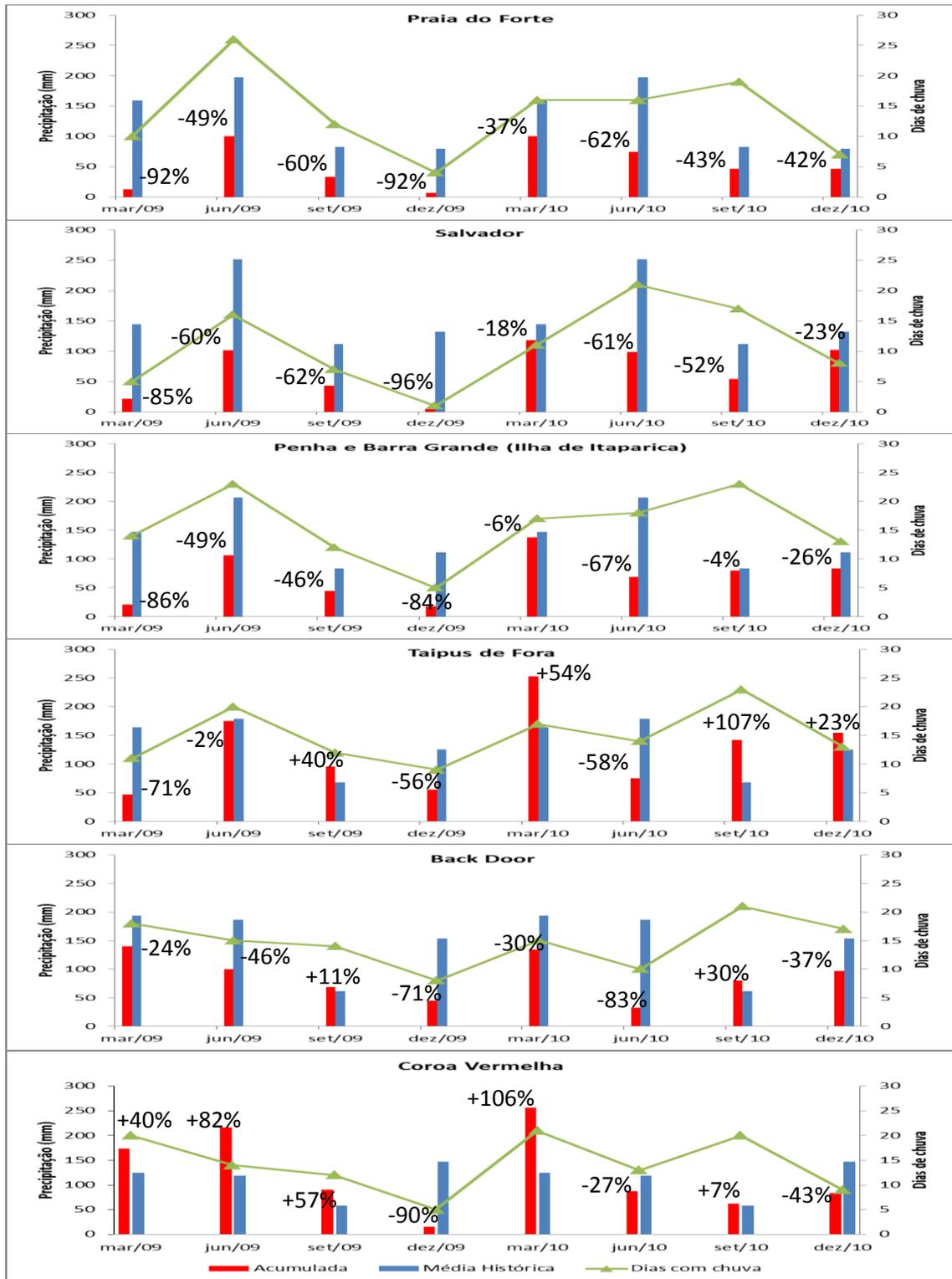


Figura 27: Pluviosidade acumulada, pluviosidade média histórica e total de dias com chuva, nos meses de março, junho, setembro e dezembro de 2009 e 2010. Os percentuais positivos e negativos são referentes aos desvios observados entre a pluviosidade acumulada comparada à pluviosidade média histórica dos respectivos meses. Fonte dos dados: Somar Meteorologia (<http://www.somarmeteorologia.com.br/index.html>), acessado em 14/07/2011.

As temperaturas médias da água intersticial dos substratos biológicos oscilaram entre 26 e 30°C em todos os ambientes estudados durante os anos de 2009 e 2010, com desvios de temperatura mínima em torno de 21°C e desvios máximos atingindo 36°C. Não foi observado para esta variável nenhum padrão sazonal ou latitudinal que agrupasse os pontos de coleta (Figura 28).

A salinidade média da água intersticial dos substratos biológicos flutuou entre 35 e 38 em todos os ambientes estudados, com desvios extremos variando de 34 a 39. A salinidade de cada localidade apresentou oscilações individuais, não sendo observado nenhum padrão sazonal ou relacionado a variações latitudinais (Figura 29).

O pH da água intersticial dos substratos biológicos apresentou pouca variação ao longo do período de estudo em todos os pontos de coleta, sendo os valores médios de pH em torno de 8,0, com desvios extremos oscilando entre 7,9 e 8,3 (Figura 30). Assim como observado para a temperatura e salinidade, não foi constatado nenhum padrão sazonal ou latitudinal relevante para as variações observadas no pH da água nas diferentes localidades.

O biovolume médio de substratos algais coletados nas diferentes localidades nos anos de 2009 e 2010 flutuou entre 45 e 85 mL, sendo as maiores médias observadas nos afloramentos rochoso de Itapuã e as menores nos afloramentos rochosos de Back Door (Figura 31). A análise de variância do biovolume médio algas das algas (dados transformados em $\log x+1$) revelou existir diferenças estatísticas significativas em pelo menos uma das médias ($F= 7.7022$, $p= 0.0000051$). O teste *a posteriori* de Bonferroni revelou que o biovolume algal médio da Praia do Forte foi maior e estatisticamente significativo quando comparado ao de Back Door, tanto em 2009 quanto em 2010 ($p < 0,001$). O biovolume das algas obtido em Itapuã no ano de 2009 foi maior do que o da praia da Penha em 2010 ($p < 0,001$), e o biovolume algal de Itapuã, tanto em 2009 quanto em 2010 foi maior e significativamente diferente dos observados em Taipus de Fora, Back Door e Coroa Vermelha ($p < 0,001$). Os volumes algais das praias da Penha e de Barra Grande do ano de 2009 foram maiores que os obtidos em Back Door ($p < 0,001$). Os biovolume algais colhidos nas latitudes mais ao Sul, de Taipus de Fora a Coroa Vermelha não diferiram significativamente no período estudado (Figura 31).

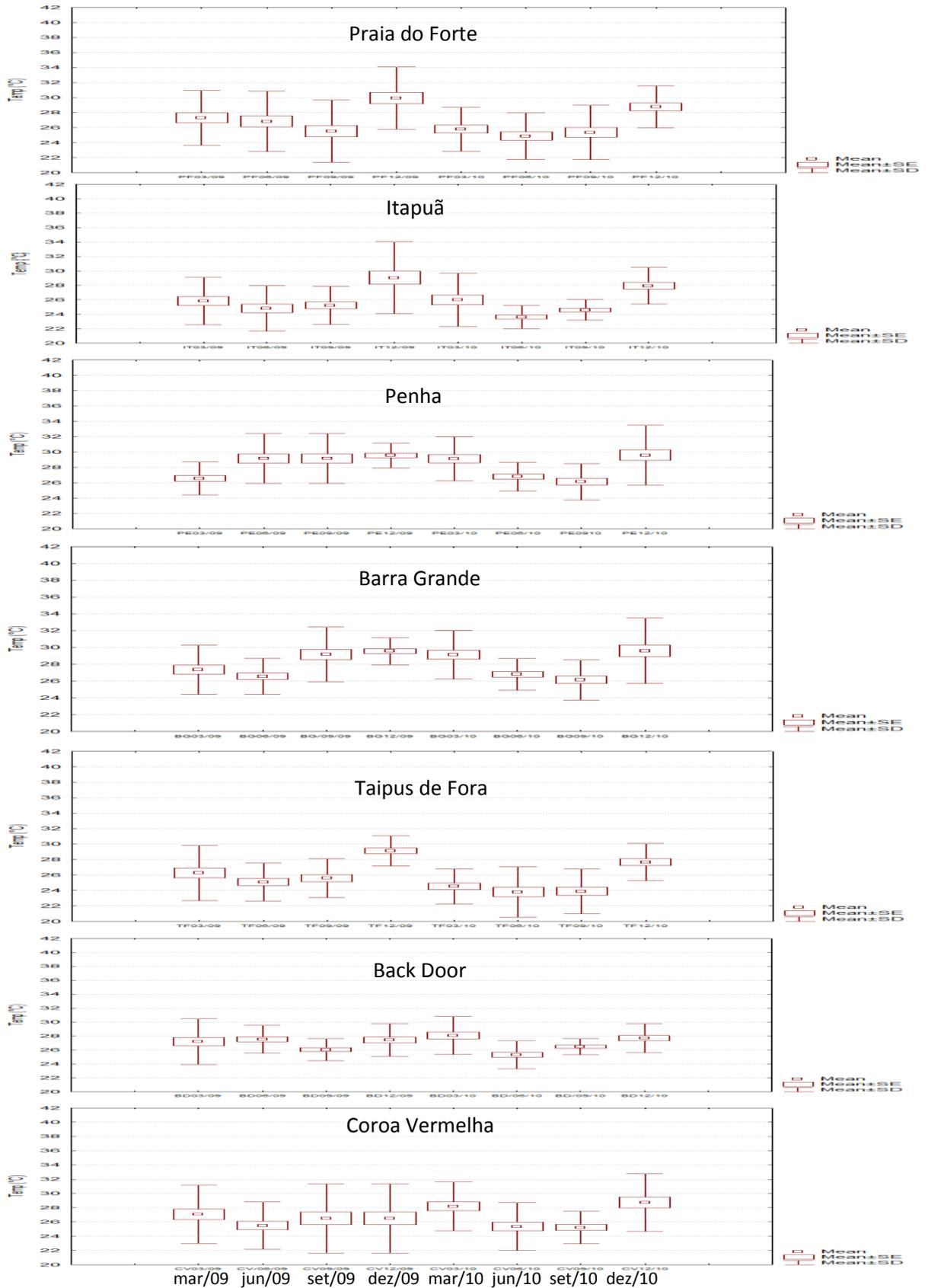


Figura 28: Temperatura da água intersticial dos substratos algais coletados nos ambientes recifais de Praia do Forte a Coroa Vermelha nos meses de março, junho, setembro e dezembro de 2009 e 2010.

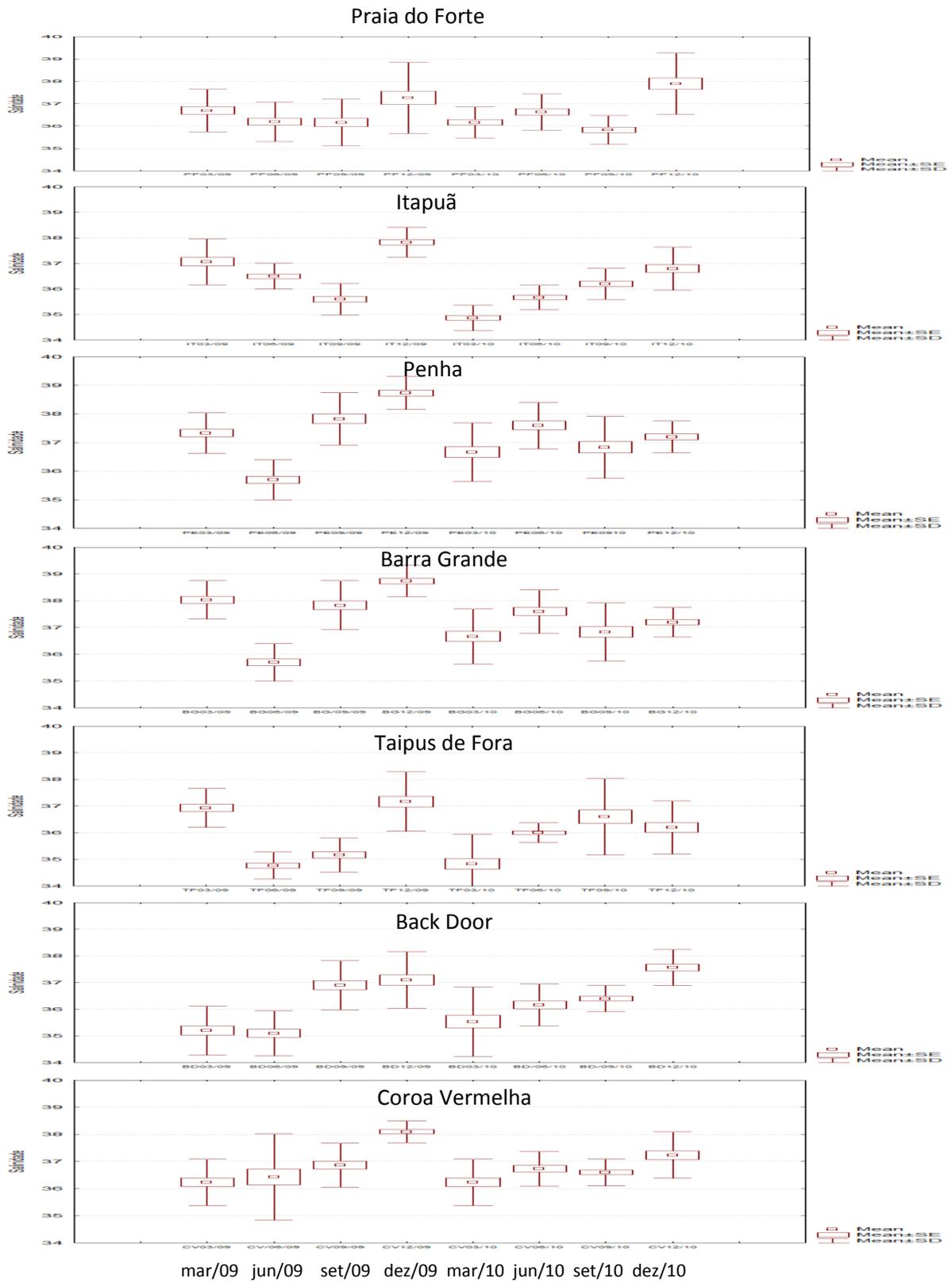


Figura 29: Salinidade da água intersticial dos substratos algais coletados nos ambientes recifais de Praia do Forte a Coroa Vermelha nos meses de março, junho, setembro e dezembro de 2009 e 2010.

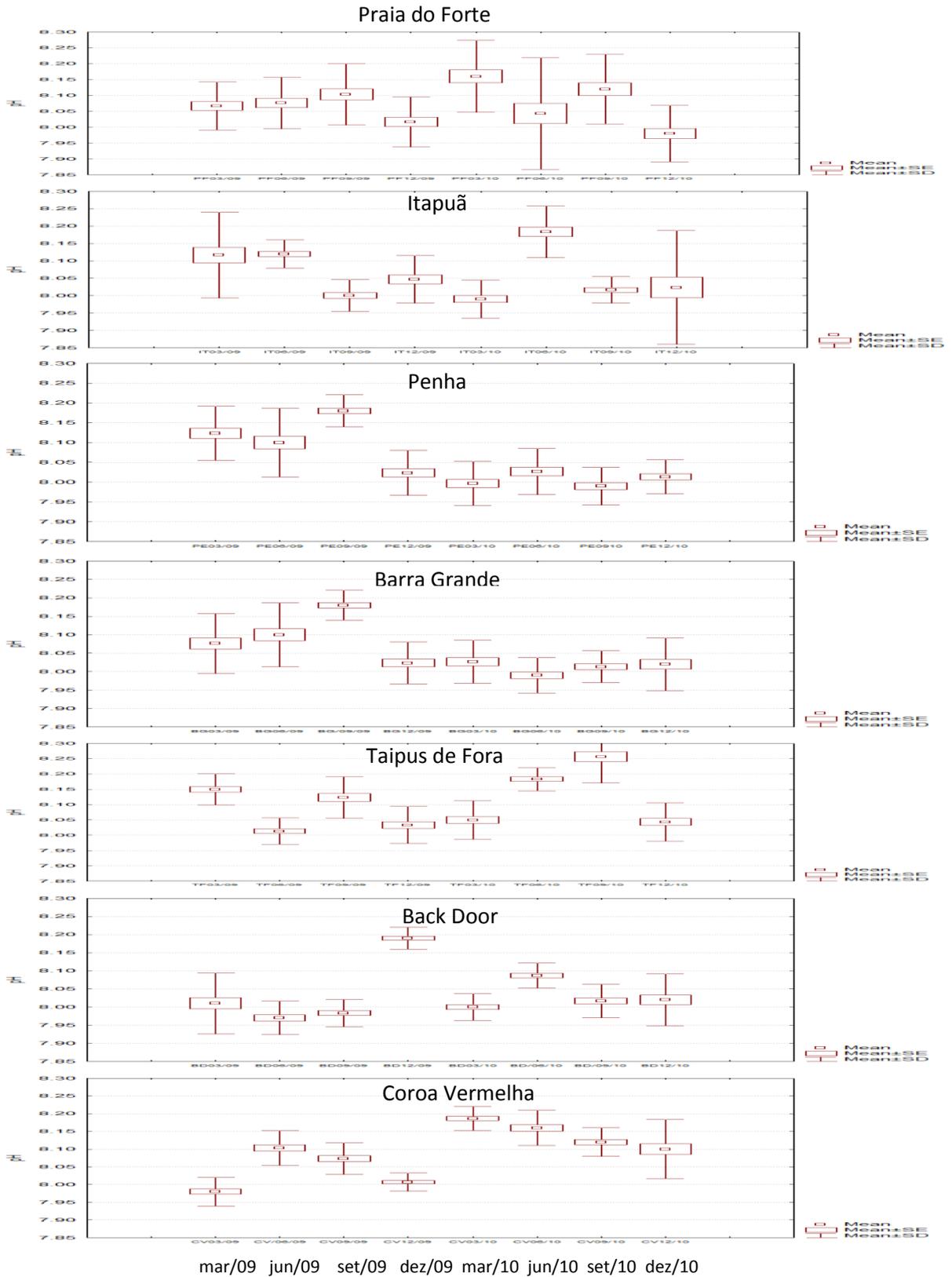


Figura 30: pH da água intersticial dos substratos algais coletados nos ambientes recifais de Praia do Forte a Coroa Vermelha nos meses de março, junho, setembro e dezembro de 2009 e 2010.

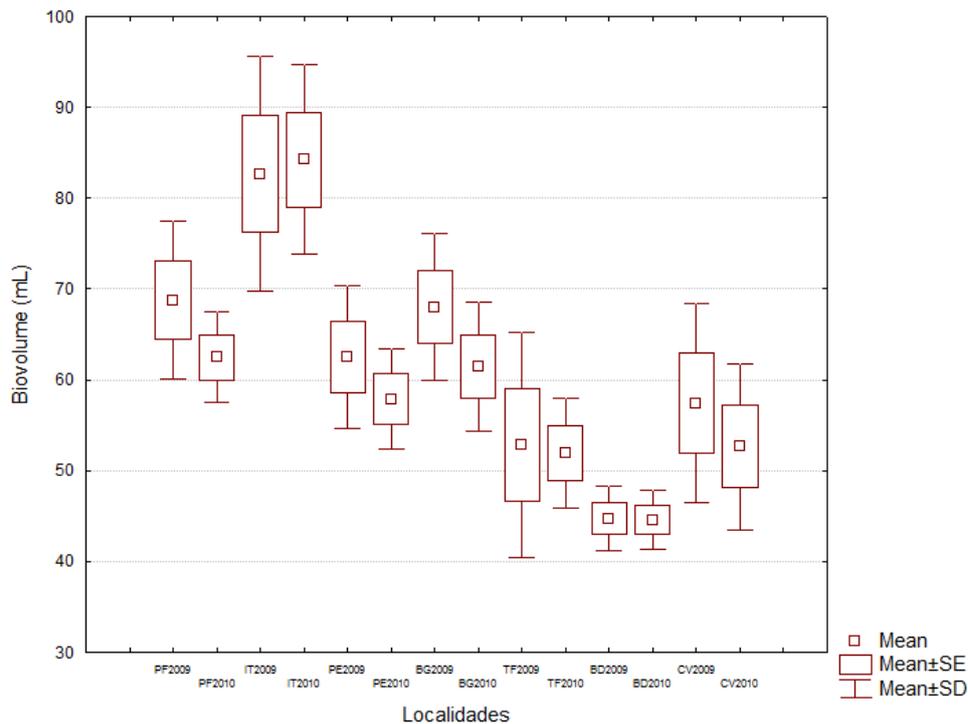


Figura 31: Médias, erros e desvios padrão do biovolume mensurado para cada localidade nos anos de 2009 e 2010. PF= Praia do Forte, IT= Itapuã, PE= Penha, BG= Barra Grande, TF= Taipus de Fora, BD= Back Door, CV=Coroa Vermelha.

O biovolume algal reuniu as diferentes localidades em 3 agrupamentos consistentes de acordo com o teste SIMPROF com 999 simulações. Os agrupamentos formados corroboram as informações apresentadas na Figura 32, onde o primeiro agrupamento é formado pelos volumes algais da praia de Itapuã, que se destacou das demais localidades, apesar do teste de Bonferroni não ter detectado diferenças significativas entre as médias dos biovolumes de Itapuã e Praia do Forte. O segundo agrupamento reuniu os recifes da Praia do Forte com os da Penha e de Barra Grande na Ilha de Itaparica, os quais, segundo a análise de variância, tiveram médias de volumes algais que não diferiram significativamente. E um terceiro grupo foi formado por Back Door, Taipus de Fora e o biovolume de Coroa Vermelha em 2010. O fato do volume de Coroa Vermelha em 2009 ter aparecido isolado, mas vinculado ao grupo onde se encontra a Praia do Forte possivelmente aconteceu em função do volume algal entre Praia do Forte e Coroa Vermelha não ter diferido significativamente de acordo com a análise de variância (Figura 32).

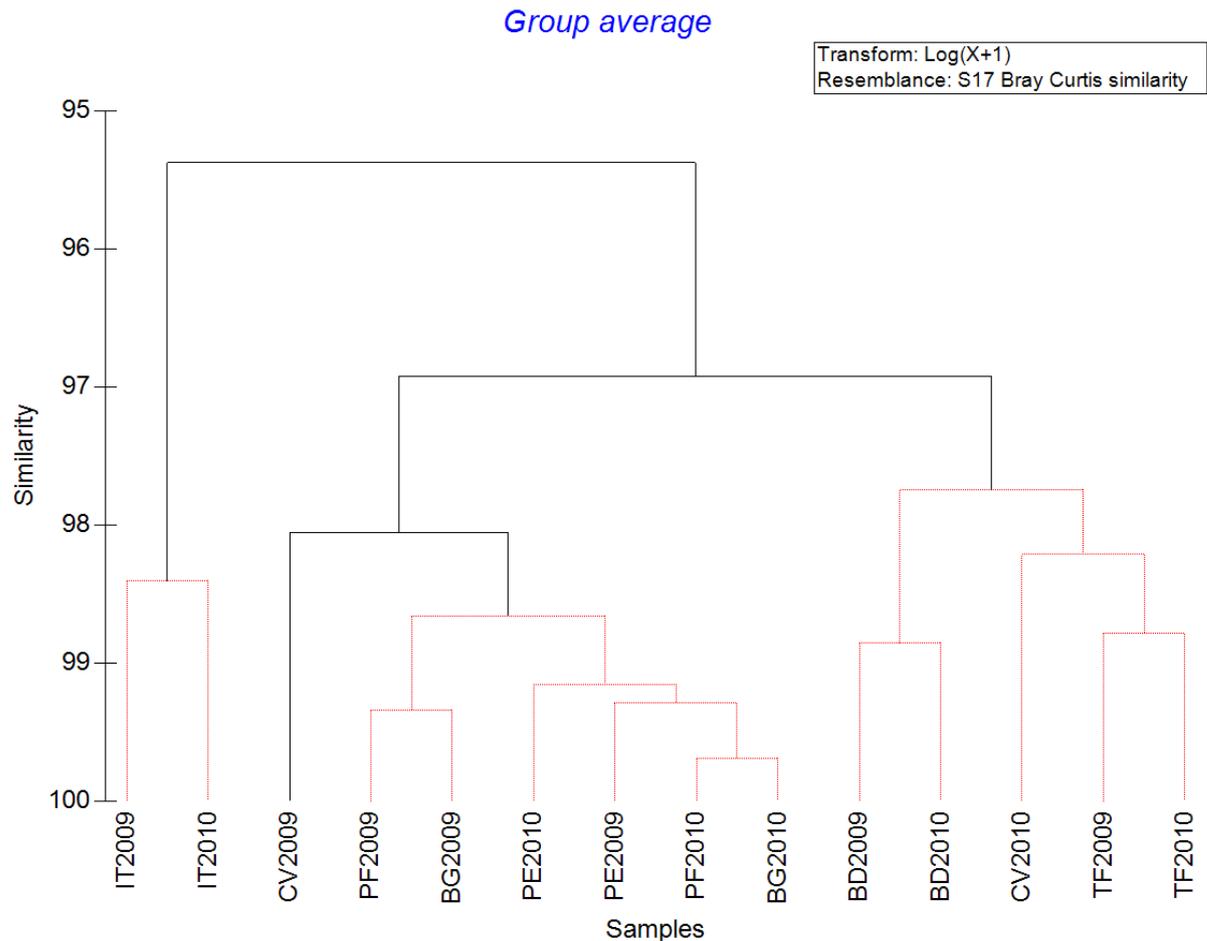


Figura 32: Análise de Cluster baseada no biovolume algal médio obtido em cada localidade nos anos de 2009 e 2010. Os agrupamentos destacados em vermelho são estatisticamente significativos de acordo com o teste de SIMPROF. PF= Praia do Forte, IT= Itapuã, PE= Penha, BG= Barra Grande, TF= Taipus de Fora, BD= Back Door, CV=Coroa Vermelha.

Durante o período de estudo não foram registrados indivíduos de *Ophiocomella ophiactoides* na Ilha de Itaparica (Penha e Barra Grande) nem em Olivença (Back Door). Nas demais localidades a média do número de indivíduos a cada 100 mL de algas variou muito, observando-se um padrão sazonal apenas na Praia do Forte, onde a população teve um incremento na densidade de março a setembro e um decréscimo de setembro a dezembro. Excetuando Praia do Forte e Taipus de Fora em 2009, não foi observado um padrão na flutuação da densidade entre os ambientes estudados (Figura 33). Um padrão comum para todas as áreas foi a queda brusca da densidade populacional no mês de dezembro de 2009, com exceção da observada no recife de Coroa Vermelha (Figura 33).

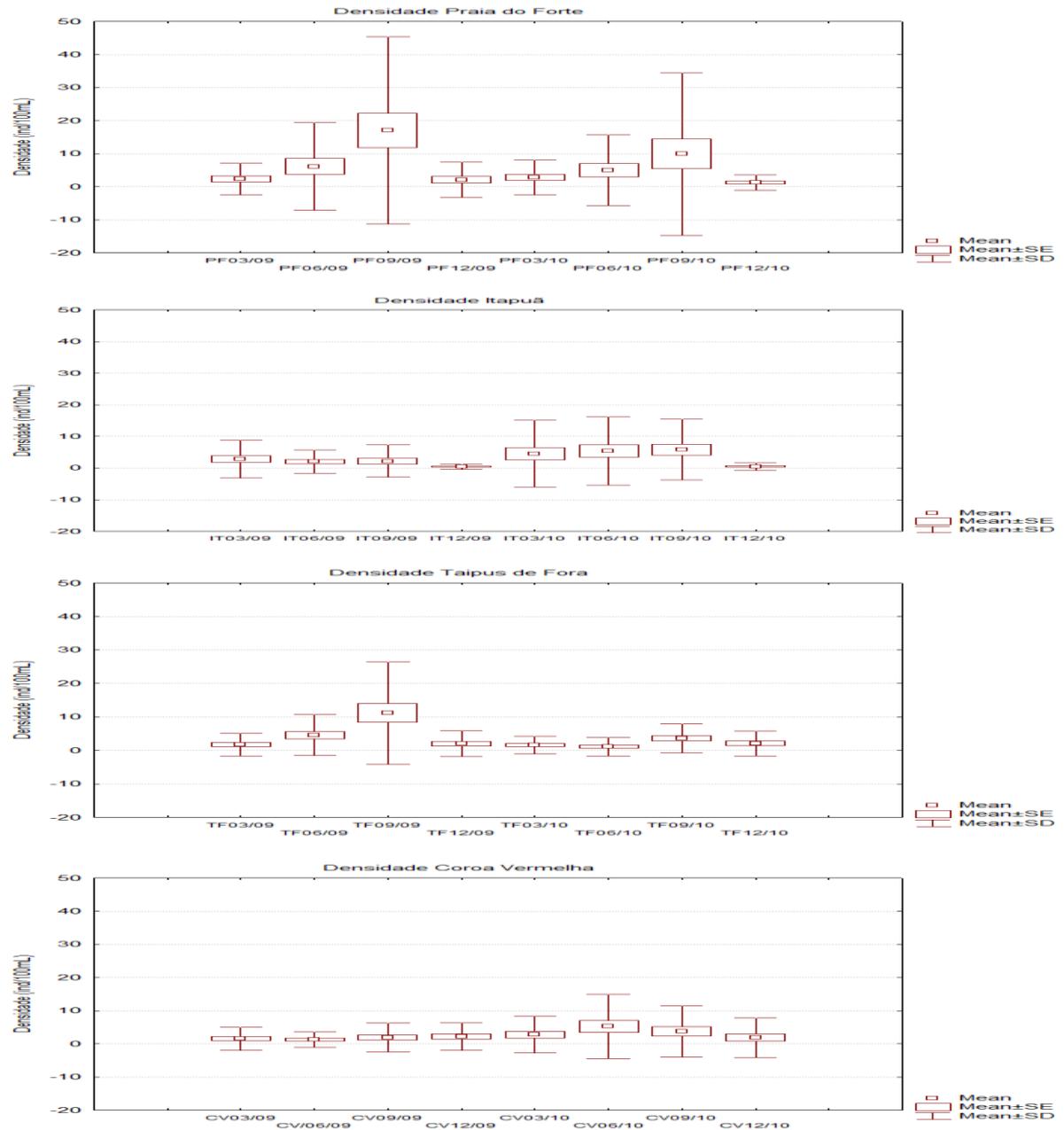


Figura 33: Médias, erros e desvios padrão da densidade mensurada para cada localidade nos anos de 2009 e 2010. PF= Praia do Forte, IT= Itapuã, TF= Taipus de Fora, CV=Coroa Vermelha.

Calculando-se a densidade média anual obtida em cada localidade para *Ophiocomella ophiactoides* verificou-se que a densidade não diferiu significativamente entre os anos de 2009 e 2010 dentro de cada localidade e as densidades médias entre os diferentes locais também não diferiram significativamente de acordo com a análise de variância para os dados transformados em \log_x+1 ($F=1.1239$, $p= 0.3810$) (Figura 34)

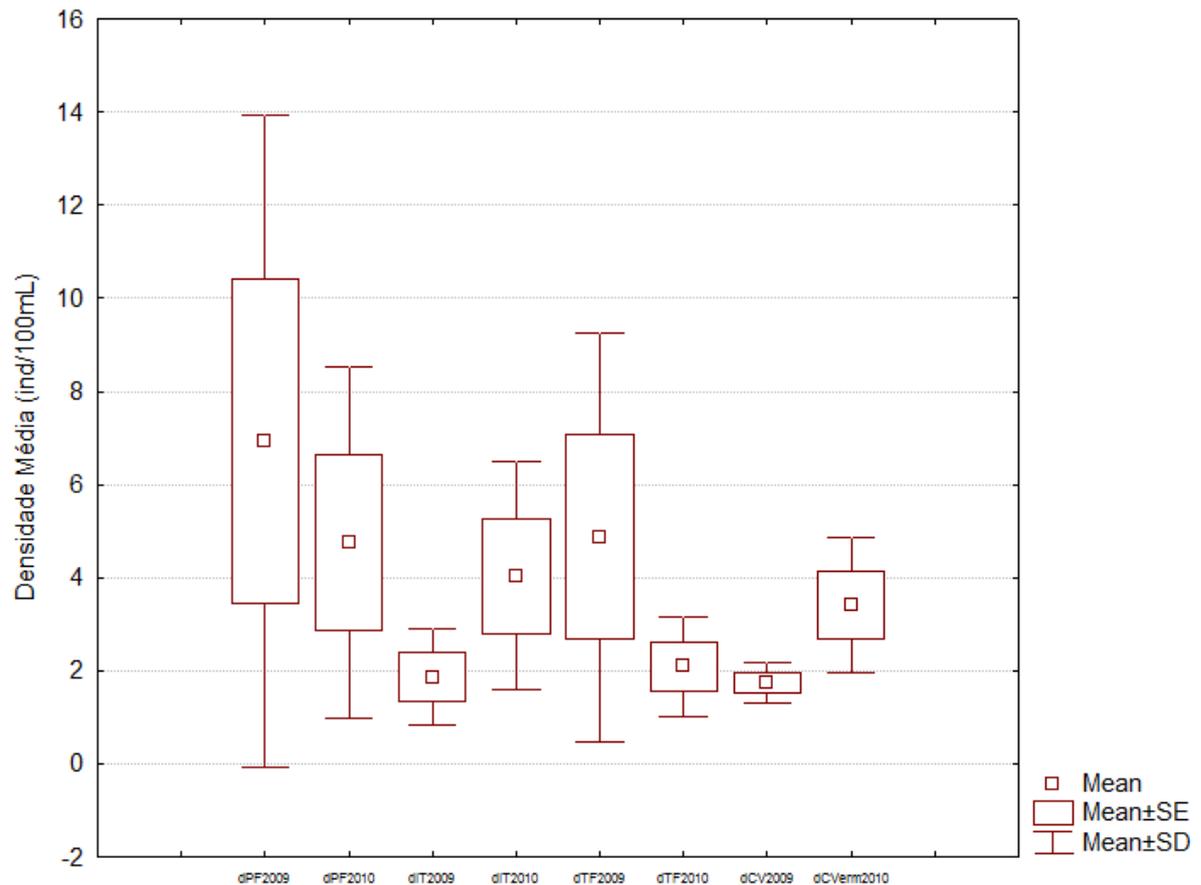


Figura 34: Médias, erros e desvios padrão da densidade anual de cada localidade. dPF= Praia do Forte, dIT= Itapuã, dTF= Taipus de Fora, dCV=Coroa Vermelha.

A distribuição espacial foi descontínua ao longo das faixas latitudinais, pois não foram encontradas populações em parte das latitudes de 12° (Penha), 13° (Barra Grande) e 14° (Back Door). A dispersão observada para todas as populações foi do tipo agregada ($S^2 > \bar{x}$), com exceção de Itapuã em dezembro de 2009 e 2010, que a dispersão foi do tipo randômica ($S^2 < \bar{x}$). As maiores densidades de *Ophiocomella ophiactoides* foram registradas exclusivamente ou expressivamente nas áreas de menor tempo de exposição (áreas A), padrão observado em todas as localidades estudadas (Figura 35).

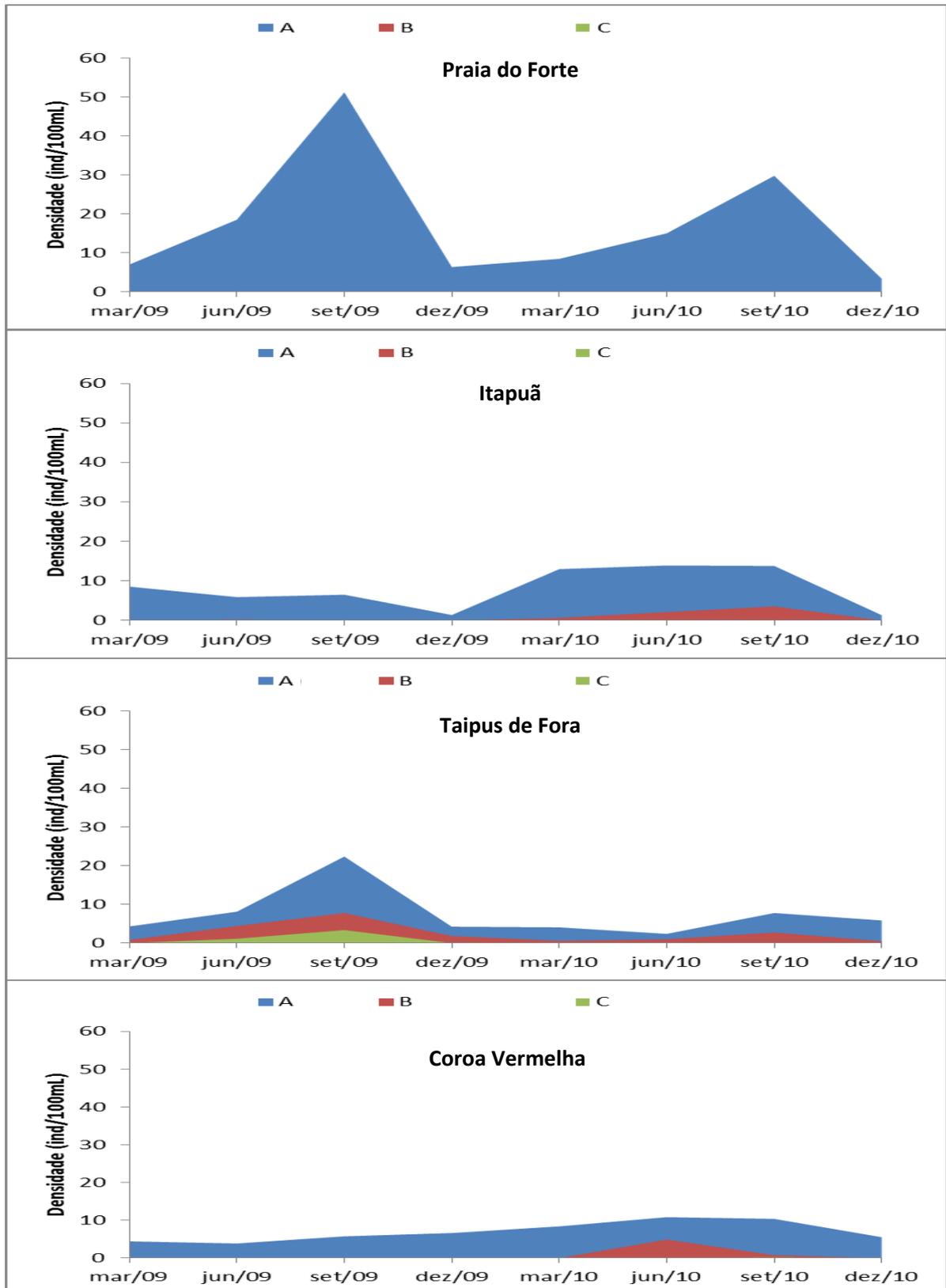


Figura 35: Distribuição espacial de *Ophiocomella ophiactoides* nos platôs recifais de Praia do Forte, Taipus de Fora e Coroa Vermelha e nos afloramentos rochosos da Praia de Itapuã. A (azul), B (vermelho) e C (verde) representam respectivamente as áreas de menor, intermediário e maior tempo de exposição durante as marés baixas de sizígia. Não ocorrerem indivíduos na Ilha de Itaparica nem em Back Door.

Associando os dados obtidos para a densidade populacional de *Ophiocomella ophiactoides* com as variáveis climáticas (temperatura máxima, pluviosidade acumulada, dias com chuva e El Niño) através da análise de ordenação multidimensional (MDS) observa-se um agrupamento das localidades em dezembro de 2009, período em que foram verificadas as menores densidades médias, menor pluviosidade acumulada, menor número de dias com chuva e pico de El Niño (Figura 36). As demais informações aparecem misturadas no diagrama, indicando não haver associação entre as variáveis climáticas e a densidade dos indivíduos em outros momentos.

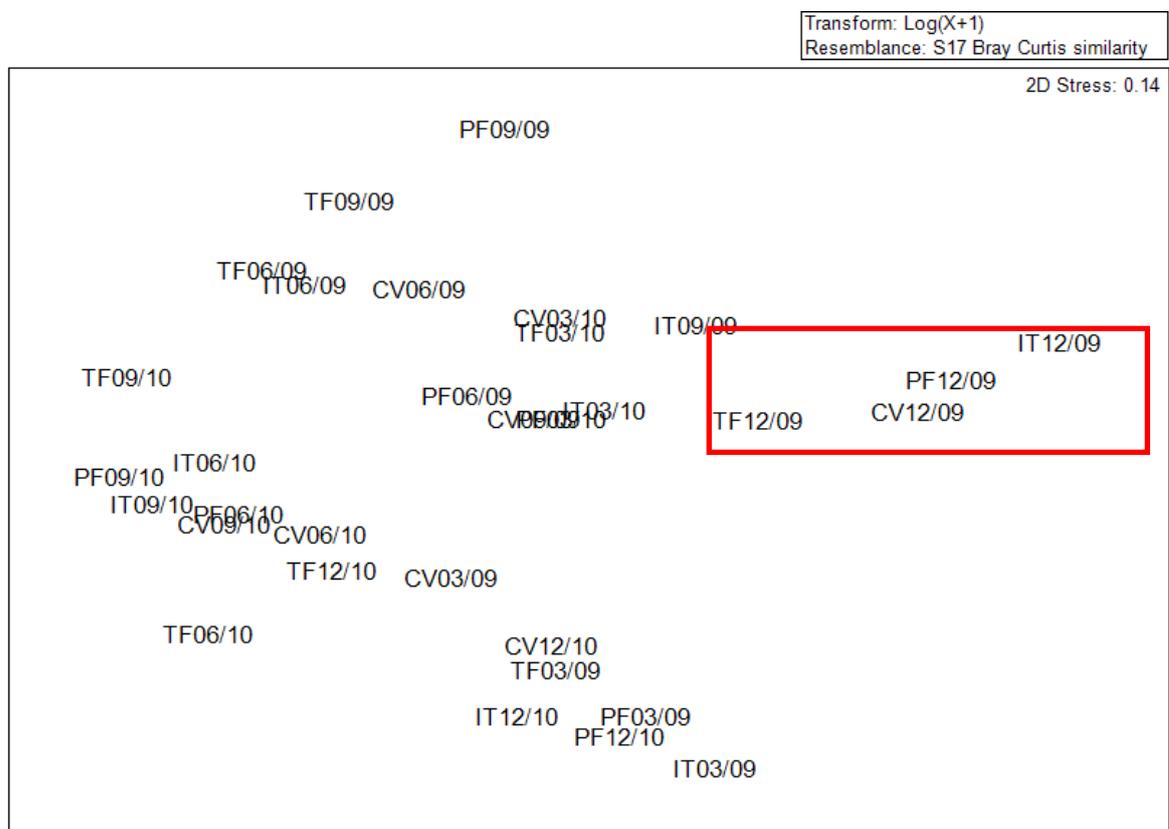


Figura 36: Ordenação multidimensional (MDS) baseada na densidade de *Ophiocomella ophiactoides* (ind/100 mL), temperatura máxima do ar, pluviosidade acumulada, número de dias com chuva e El Niño obtidos para cada localidade nos anos de 2009 e 2010. PF= Praia do Forte, IT= Itapuã, TF= Taipus de Fora, CV=Coroa Vermelha.

4 DISCUSSÃO

As anomalias térmicas da superfície do mar do Atlântico Tropical exercem importante papel nas convecções de inverno e de verão do nordeste brasileiro, estando a estação chuvosa desta região (março a maio segundo CHAVES, 2005) associada com o menor aquecimento desta bacia e consequente deslocamento meridional da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (CHAVES, 2005). Assim, as anomalias térmicas observadas na superfície do Oceano Atlântico Tropical desde dezembro de 2009 até março de 2010, certamente influenciaram no regime pluviométrico irregular observado no período da realização de nossa pesquisa. Além da influência sobre os padrões climáticos, o aquecimento anômalo das águas do Oceano Atlântico Tropical traz sérias consequências para os ambientes recifais, pois provocam o branqueamento dos corais, principais construtores dos recifes, promovendo desequilíbrios neste frágil ecossistema. Estudos realizados nos ambientes recifais ao longo da costa baiana (LEÃO, 1996, LEÃO *et al.*, 2008, 2010) tem comprovado o efeito do branqueamento de espécies chave construtoras de recifes com o aumento anômalo da temperatura no Atlântico Sul, onde foi constatado que anomalias positivas de 0,25 °C por mais de duas semanas já provocam o branqueamento de muitas espécies. Assim, as anomalias térmicas em torno de 0,50 observadas para a água superficial do Atlântico Sul entre as latitudes de 12 e 16° em setembro e dezembro de 2009 e em março, junho e dezembro de 2010, certamente ocasionaram processo de branqueamento em muitas espécies de coral. Durante nossos trabalhos de campo, observamos exemplares de *Siderastrea stellata* branqueados, principalmente nos recifes de Praia do Forte e de Coroa Vermelha.

A variabilidade climática do Nordeste brasileiro provém da combinação de vários sistemas meteorológicos e de variações na intensidade e posição das circulações Hadley e Walker. Os ramos ascendentes dessas circulações sobre a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) produzem ramos descendentes sobre a região nordeste, o que impede a formação de nuvens e precipitação (TANAJURA *et al.*, 2010). O regime de precipitação no Nordeste brasileiro é fortemente influenciada por variabilidade interanual, particularmente pelo El Niño/ Oscilação Sul (ENOS) e pelo dipolo do Atlântico, os quais são responsáveis pela redução da precipitação na estação chuvosa e prolongamento do período de estiagem (TANAJURA *et al.*, *op. cit.*). Estas informações estão de acordo com os padrões que observamos nos anos de 2009 e 2010 para a área de estudo, onde constatamos variabilidade interanual no regime de precipitação e observamos períodos de estiagem, particularmente em dezembro de 2009 onde existiu pico de El Niño com intensidade superior aos constatados em 2002 e 2007, coincidindo com o menor volume de precipitação acumulada na área de estudo.

Com base na discussão acima, os desvios padrão bruscos para mais ou para menos e falta de um padrão sazonal interanual verificado no presente estudo para os dados de precipitação acumulada e dias com chuva, observado para diferentes pontos de coleta ao longo das latitudes de 12 e 16°, podem ser atribuídos a ocorrência dos eventos El Niño e La Niña que sucederam nos anos de 2009 e 2010, eventos estes que provocam diversas anomalias no regime pluviométrico no nordeste do Brasil, em função de alterações na intensidade e frequência de frentes frias (ALVES *et al.*, 1997, MARIN *et al.*, 2000, GRIMM, 2003, 2004). O regime pluviométrico observado para o estado da Bahia nos anos de 2009 e 2010 sob a influência destes dois eventos, com períodos mais secos durante o El Niño e mais chuvoso durante o La Niña, são similares aos resultados encontrados em estudos realizados em Mossoró (RN) (PEREIRA *et al.*, 2011), onde os autores constataram uma tendência de diminuição da precipitação a partir de setembro, atingindo seu mínimo por volta de novembro e estendendo-se até dezembro (similar ao que observamos na Bahia em 2009), considerando o período de ocorrência de El Niño. Com base nestas informações, acreditamos que a ocorrência destes eventos nos anos de 2009 e 2010 pode ter reflexo nos padrões de abundância e distribuição da fauna de *Ophiocomella ophiactoides*, apresentadas e discutidas nos próximos capítulos, podendo ser levantada a hipótese que, se não existiu sazonalidade climática nos anos em questão, a fauna também não apresentará sazonalidade em seus padrões de abundância e densidade, em resposta às condições climáticas heterogêneas dos anos de 2009 e 2010.

Os valores de temperatura da água registrada no presente estudo foram similares aos de outros trabalhos realizados nos mesmos pontos de coleta ou em áreas adjacentes. Morais e Machado (2003) observaram temperaturas da água na Praia do Forte variando entre 27,71 e 31,68°C e Santa-Isabel (2001) e Poggio *et al.* (2009) encontraram temperaturas variando de 28,3 a 33,3 °C no recife de Guarajuba, situado a cerca de 5km ao norte do recife de Praia do Forte. Alves *et al.* (2004) registraram temperaturas superficiais da água entre 26 e 28°C para a Baía de Todos-os-Santos, onde situa-se a Ilha de Itaparica e os recifes da Praia da Penha e de Barra Grande. Longhini (2010) observou no platô recifal de Coroa Vermelha temperatura da água variando de 24,4 a 31,7 °C.

Os valores de salinidade da água registrada no presente estudo, assim como a temperatura da água, foram similares aos observados em outros estudos na área. Morais e Machado (2003) observaram salinidades na Praia do Forte variando de 36,07 a 37,71. Santa-Isabel (2001) e Poggio *et al.* (2009) encontraram salinidade variando de 34 a 38 no recife de Guarajuba. Alves *et al.* (2004) registraram salinidades mais baixas para a Baía de Todos-os-

Santos que as observadas em nosso estudo nos recifes da Praia da Penha e de Barra Grande, sendo a salinidade encontrada por Alves *et al.* (*op. cit.*) variando de 27 a 36, enquanto no presente estudo observamos desvios entre 34 e 39. A salinidade mais elevada na Ilha de Itaparica observada no presente estudo, quando comparada ao trabalho de Alves *et al.* (2004) pode estar relacionada ao fato de nosso trabalho ter sido realizado no mesolitoral e na maré baixa, onde as taxas de evaporação são maiores, enquanto o trabalho de Alves *et al.* (*op. cit.*) foi realizado no infralitoral, onde as condições são mais estáveis. Longhini (2010) observou no platô recifal de Coroa Vermelha salinidade variando de 32,1 a 36,7 ‰. A salinidade encontrada nas regiões litorâneas do presente estudo foi similar à encontrada nos oceanos, as quais variam entre 33 e 37, sendo que essa variação resulta da evaporação e da precipitação, bem como do congelamento e do derretimento do gelo marinho (CAIN, *et al.* 2011). Esperava-se encontrar salinidade mais baixa na praia de Back Door, em função da proximidade de rios e turbidez da água que revela a influência desses sobre o litoral em questão, mas a salinidade manteve-se dentro dos padrões de ambientes marinhos.

Os organismos são sensíveis à acidez de seu ambiente. Os valores de pH da água tem efeitos importantes sobre o funcionamento dos organismos, sendo que as variações nos valores de pH podem inibir diretamente a atividade metabólica. O pH da água também influencia nas propriedades químicas da água como um todo bem como na disponibilidade de nutrientes (CAIN, *et al.* 2011). A maioria dos trabalhos consultados para a área de abrangência que mensuraram as variáveis físico-químicas da água se detiveram em avaliar a temperatura, salinidade e alguns o oxigênio dissolvido e transparência da água (não mensurados no presente estudo). Dos estudos que mensuraram o pH da água, Poggio *et al.* (2009), encontraram valores médios máximos de pH de 8,6 para o recife de Guarajuba, valores superiores aos desvios máximos encontrados no presente estudo para o pH (até 8,3). Uma possível explicação para a diferença dos valores de pH entre o presente estudo e o realizado por Poggio *et al.* (*op. cit.*) talvez resida no fato do estudo feito por estes autores ter sido realizado em Guarajuba ter aferido o pH da água das poças, enquanto que em nosso trabalho mensuramos a água intersticial dos substratos, onde processos de decomposição gerando acidez podem ter contribuído com pH levemente mais ácido quando comparado com o de água circundante, sem interferência de processos de decomposição mais intensos. Longhini (2010) encontrou resultados de pH interessantes para o platô recifal exposto de Coroa Vermelha no que concerne à observações diurnas e noturnas. A autora observou pH mais alcalino durante o dia, com valores oscilando entre 8,19 e 8,54, similares ao de nossas observações feitas no platô recifal de Coroa Vermelha nos anos de 2009 e 2010 também em

coletas diurnas. Os valores aferidos para o pH durante a noite por Longhini (*op. cit*) foram mais ácidos, variando de 7,63 a 7,67.

A temperatura, salinidade, pH e concentração de oxigênio dissolvido são os principais fatores físico-químicos da água limitantes em ecossistemas marinhos, conhecimento já bastante difundido no âmbito da Ecologia e apresentado em literaturas clássicas a exemplo de Margalef (1989) e Odum (1988), dentre outros livros de Ecologia Geral, Oceanografia e Biologia Marinha. Sabe-se que os organismos podem ser mais ou menos tolerantes às variações de temperatura (euri ou estenotérmicos), salinidade (euri ou estenohalinos), etc, e que as variações de temperatura, salinidade e pH da água no ambiente, dentre outras variáveis físico-químicas, atuam sobre a biologia dos organismos (BROWN; McLACHLAN, 1988). Contudo, os resultados obtidos por Longhini (2010) para variações significativas no pH entre o dia e a noite nos leva às seguintes reflexões: 1) assim como observado para o pH, será que outras variáveis físico-químicas da água também não variam significativamente entre o dia e a noite, ou durante a preamar e baixamar, ou ainda, durante um ciclo de 24 horas? 2) até que ponto uma amostragem pontual de variáveis físico-químicas da água, ou amostragens semi-diurnas, podem ser correlacionadas e explicar variações de atributos ecológicos das populações bentônicas que vivem em ambientes litorâneos?

Ao contrário das regiões oceânicas onde as condições são mais estáveis, os ambientes litorâneos são extremamente dinâmicos e os organismos que aí vivem toleram variações de pressão em função da preamar e baixamar, exposição ao ar, à luz solar, chuvas em momentos de baixamar, etc. Acreditamos que as variáveis físico-químicas da água tem papel sobre a biologia das espécies bentônicas litorâneas, dentre elas *Ophiocomella ophiactoides*, contudo, para se conhecer a real correlação destas variáveis abióticas com as biológicas, seria necessário, com base nas reflexões levantadas, uma amostragem de 24 horas de variáveis físico-químicas da água, contemplando a baixamar e a preamar e o dia e a noite, para verificar toda a variabilidade existente em diferentes períodos, o que é inviável logisticamente. Uma alternativa para se conhecer a influência das variáveis físico-químicas da água sobre as espécies bentônicas, que já vem sendo adotada, é a realização de experimentos em laboratório, certamente mais eficaz para verificar a influência destas variáveis ambientais sobre a fisiologia dos organismos. Por fim, com base nesta discussão as variáveis físico-químicas da água intersticial dos substratos, aferidas no momento da coleta do presente estudo, são utilizadas neste trabalho para caracterizar o momento pontual de como tais variáveis se encontravam antes da coleta e fixação dos substratos e da fauna a eles associada, o que não significa, necessariamente, que os valores mensurados tenham correlação direta

com os atributos populacionais de *O. ophiactoides*, uma vez que tais valores não refletem toda a variação que possa ter ocorrido nas 24 h que precederam a coleta.

A variação observada no biovolume algal coletado nas diferentes localidades não é responsável por maiores ou menores densidades observadas para *Ophiocomella ophiactoides*, já que o biovolume algal de localidades onde o ofiuroide ocorreu em altas densidades não diferiu significativamente do biovolume de localidades onde o ofiuroide não foi encontrado, a exemplo do que foi observado entre os recifes de Praia do Forte e Penha, mais ao norte, e entre Taipus de Fora, Back Door e Coroa Vermelha, mais ao sul.

A distribuição descontínua observada para *Ophiocomella ophiactoides* ao longo da costa da Bahia não pode ser atribuída à falta de coletas sistematizadas nos locais onde ela não ocorreu, como sucede para algumas espécies de animais marinhos na costa brasileira, a exemplo dos poríferos (LERNER *et al.*, 2005). A explicação para a ausência desta espécie na região de Olivença pode ser atribuída, principalmente, à baixa ocorrência de habitats preferenciais vistos no capítulo 3, já que na praia de Back Door foi encontrado um volume muito baixo de *Jania* sp e não ocorreram outros substratos preferenciais da espécie, como *Halimeda opuntia* e *Amphiroa fragilissima*, tendo sido coletados em Back Door substratos preferenciais secundários, como *Acanthophora* e *Sargassum*, substratos que apesar de já ter sido registrada a ocorrência de *O. ophiactoides* na literatura (MLADENOV; EMSON, 1984, 1988) e da espécie ter ocorrido na ausência dos substratos preferenciais em condições de laboratório (capítulo 3), a espécie não foi observada em condições de campo nestes substratos na costa baiana, como apresentado no capítulo 3, e confirmada a sua não ocorrência no presente capítulo. Em Back Door, além da questão dos substratos, observou-se água turva durante a maioria do período de estudo, condição que distingue esta localidade das demais, e pode ser uma variável que também contribui para a não ocorrência de *O. ophiactoides* neste local, concordando com Ricklefs (1996, p.200) quando diz que a distribuição de uma população descreve a sua abrangência geográfica e ecológica, a qual é determinada primordialmente pela presença ou ausência de habitat adequado.

A ausência de substratos preferenciais como discutido acima, contudo, não explica a ausência de *Ophiocomella ophiactoides* nos recifes de Barra Grande e da Penha, pois, em ambos, os substratos preferenciais ocorreram em volume similar às demais localidades onde a espécie foi encontrada e as demais características ambientais foram similares às dos outros ambientes onde a espécie ocorreu. A distribuição descontínua para esta espécie, mesmo em locais onde os substratos preferenciais ocorrem, foi observada em estudos realizados no Hemisfério Norte (MLADENOV; EMSON, 1988), onde populações de *Ophiocomella*

ophiactoides foram encontradas em altas densidades nas algas *Halimeda opuntia* e *Amphiroa fragilissima* em Discovery Bay na Jamaica, em baixas densidades em *H. opuntia* e muito raros em *A. fragilissima* em Carrie Bow Cay, em Belize, e ausência do ofiuroide em Harrington Sound, nas Bermudas, onde foi registrada a presença da alga *Amphiroa*. Estes autores atribuem a ausência e/ou baixa densidade desta espécie a ambientes com maiores condições de estresse, quando comparados a ambientes mais protegidos. Tais informações explicam a distribuição espacial observada entre as áreas com menor e maior tempo de exposição durante a maré baixa, considerando-se que as áreas que ficam menos tempo expostas proporcionariam menor condição de estresse, contudo, ainda não explicam a ausência desta espécie nos recifes da Ilha de Itaparica, que são similares aos recifes da Praia do Forte (ao Norte) e Taipus de Fora (ao Sul) em termos geológicos, biológicos e de estresse.

Apesar dos recifes situados na Ilha de Itaparica aparentemente serem muito similares quando comparados aos recifes da Praia do Forte e Taipus de Fora, características particulares destes recifes, não mensuradas ou não mensuráveis, mais bioecologicamente importantes para *Ophiocomella ophiactoides*, explicariam o porquê de esta espécie ocorrer em determinados recifes e não ocorrer em outros. Muitas espécies podem apresentar distribuição descontínua dentro de sua ocorrência geográfica em função de diversos fatores, tais como a história geológica-evolutiva, interações biológicas e dispersão que limitariam a distribuição das populações (CAIN *et al.* 2011). É de se esperar que em muitos casos vários ou talvez todos esses fatores atuem ao mesmo tempo, influenciando a área de ocorrência de uma espécie. Para algumas espécies, o efeito interligado desses fatores interagindo uns com os outros de forma diferente em localidades distintas pode explicar o porquê de uma espécie ocorrer em algumas áreas e não ocorrer em outras, como observamos para *Ophiocomella ophiactoides* neste estudo.

Ambientes heterogêneos tendem a apresentar áreas com habitats favoráveis e outras com habitats desfavoráveis para muitas espécies que neles vivem. Como resultado, populações tendem a ter estrutura espacial fragmentada nestes ambientes. Todos os recifes e afloramentos rochosos onde *Ophiocomella ophiactoides* ocorreu neste trabalho caracterizam-se por alta heterogeneidade, como apresentado no capítulo 2, tal heterogeneidade pode fazer como que as condições ambientais variem aleatoriamente ou se agrupem no espaço, fazendo com que os organismos acompanhem essa distribuição (RICKLEFS, 1996). Uma condição ambiental marcante em regiões de entre marés é seu o tempo de exposição durante a baixa mar, sendo que algumas espécies toleram maior tempo de exposição que outras, mesmo as espécies com hábitos crípticos, como *O. ophiactoides*, que revelaram, no presente estudo,

preferir as algas que se localizam em áreas de menor tempo de exposição nos ambientes estudados. Possivelmente o que acontece nos fitais situados em locais de maior tempo de exposição seria um maior consumo de oxigênio dissolvido da água intersticial por parte dos organismos aeróbios dentre outros processos metabólicos que fariam da água intersticial um ambiente desfavorável para *O. ophiactoides*, mas tal hipótese necessita ser testada.

A dispersão agregada de *Ophiocomella ophiactoides* encontrada no presente estudo tem forte correlação com a predominância da reprodução assexuada por clonagem (que será discutida no próximo capítulo) característica desta espécie. Tal comportamento foi observado para as populações de *O. ophiactoides* do Caribe, onde foram encontrados muitos indivíduos com fissão e em vários estágios de regeneração nos substratos algais, apresentando altas densidades e dispersão do tipo contagiosa (agregada) (MLADENOV; EMSON, 1988). Estudos realizados com outros equinodermos fissíparos, a exemplo do asteroide *Coscinasterias tenuispina* revelaram que esta espécie possui distribuição descontínua (assim como observamos em *O. ophiactoides*), em razão da marcante reprodução assexuada, que limita a capacidade de dispersão (ALVES *et al.* 2002, PAZOTO *et al.* 2010), podendo inferir-se que tal padrão distribucional é comum às espécies de equinodermos que apresentam reprodução assexuada por clonagem. A distribuição aleatória observada para as populações de *O. ophiactoides* em Itapuã nos meses de dezembro de 2009 e de 2010 são reflexo da baixa densidade populacional observada nestes meses, que fez a dispersão ser ao acaso nas algas existentes nos afloramentos rochosos desta praia nestas ocasiões.

Devido às densidades populacionais mudarem com o tempo e o espaço, nenhuma população tem uma única estrutura e as abundâncias populacionais também diferem de um lugar para o outro, sendo que algumas populações diferem pouco em abundância no tempo e no espaço, outras mudam consideravelmente (RICKLEFS, 1996). Tais afirmações se enquadram nos resultados obtidos na presente pesquisa, na qual a distribuição temporal de *Ophiocomella ophiactoides* apresentou comportamento diferente em cada localidade ao longo das faixas latitudinais. A falta de um padrão sazonal na flutuação das densidades (excetuando a Praia do Forte), é um reflexo da inexistência de 4 estações climáticas bem definidas nos ambientes tropicais do atlântico sul ocidental onde a pesquisa foi realizada. Recentemente, um estudo sobre variação temporal da fauna de Ophiuroidea foi realizado para os fitais do recife da Ponta Verde em Maceió, Alagoas (LIMA, 2011). Durante o acompanhamento ao longo de 10 anos feitos no inverno e no verão (duas coletas por ano, totalizando 20 coletas), *Ophiocomella ophiactoides* foi rara em todos os períodos analisados e não apresentou um padrão sazonal, mesmo em um intervalo temporal de observação 80% superior ao da nossa

pesquisa, confirmando que em regiões tropicais brasileiras esta espécie não apresenta sazonalidade na flutuação de sua densidade.

Ao contrário da microescala, onde a topografia, tipo de substrato e presença ou ausência de outras espécies determina os padrões ocorrência e distribuição tanto espacial quanto temporal, nas meso e macro escalas as condições climáticas são os principais responsáveis pela delimitação das espécies e suas flutuações sazonais, sendo a periodicidade das variações no ambiente físico importantes ecologicamente. A sazonalidade da precipitação, por exemplo, é uma determinante importante para as espécies marinhas que vivem no litoral, particularmente aquelas próximas da desembocadura de rios. Numa perspectiva climática, a distribuição e sazonalidade dos organismos em geral respondem mais às condições extremas do que as condições médias, já que são os eventos extremos que determinam a mortalidade e emigração dos indivíduos para locais mais amenos (CAIN *et al.* 2011, RICKLEFS, 1996). Neste contexto, diversos estudos vêm sendo realizados em regiões tropicais para verificar o efeito de anomalias térmicas da água da superfície dos mares e oceanos e dos efeitos extremos relacionados a mudanças climáticas provocadas pelos fenômenos El Niño e La Niña sobre comunidades marinhas bentônicas.

Diversos estudos conduzidos no estado da Bahia investigando os efeitos do El Niño e das anomalias térmicas da água do mar sobre as comunidades de corais (CASTRO; PIRES, 1999, DUTRA *et al.* 2000, KIKUCHI *et al.* 2004, LEÃO *et al.* 2003, 2008, POGGIO *et al.* 2009) demonstraram que anomalias térmicas da água do mar iguais ou superiores a 1°C provocaram branqueamento de corais em vários ambientes recifais ao longo da costa do estado. Anomalias na temperatura superficial da água do mar em torno de 1°C foram observadas no presente estudo nos meses de setembro e dezembro de 2009 e março, junho e dezembro de 2010 (ver capítulo 2), o que pode ter promovido branqueamento de corais nos ambientes recifais estudados, com consequente alteração das relações tróficas nestes ambientes e, conseqüentemente, alterações na flutuação das densidades populacionais de *Ophiocomella ophiactoides*, o que poderia explicar a falta de sazonalidade e os diferentes padrões de flutuação da densidade desta espécie nos diferentes ambientes investigados. Foi observado em diversas praias no mês de dezembro de 2009 muitas algas da espécie *Halimeda opuntia* esbranquiçadas e mortas, o que não alterou o biovolume algal coletado, mas o fato das algas estarem “branqueadas” pode ter refletido em alterações biológicas dos organismos a elas associados, dentre eles *O. ophiactoides*. Tais resultados confirmam a hipótese levantada no capítulo 2 de que *O. ophiactoides* não apresentou padrão sazonal em função da

inexistência de sazonalidade para algumas variáveis climáticas, como pluviosidade e alternância de eventos El Niño e La Niña nos anos de 2009 e 2010.

Anos de El Niño moderado a forte (como observado no final de 2009) provocam longos períodos de estiagem no nordeste brasileiro, gerando a redução do aporte de água doce nos ambientes marinhos, aumento das temperaturas tanto da água quanto do ar, maior incidência de raios solares e radiação ultravioleta no mesolitoral durante a baixa-mar em função da ausência de nuvens que refletiriam parte dessa luz e radiação para o espaço, dentre outras mudanças climáticas. Tais alterações podem originar diversas mudanças nas interações biológicas podendo provocar o aumento de taxas de mortalidade de vários organismos. Os resultados que obtivemos em dezembro de 2009, com anomalias de El Niño em torno de 2°C associado a anomalias de até 1°C da temperatura das águas no Sul do oceano Atlântico, extremos de temperatura do ar em torno de 35°C, desvios negativos de até 96% na queda de pluviosidade (algumas localidades como Itapuã choveu apenas 1 dia com acumulado de 4mm) certamente provocaram a mortalidade de muitos indivíduos de *Ophiocomella ophiactoides* neste período, já que as densidades na maioria das áreas caiu bruscamente de setembro para dezembro de 2009, e os dados ambientais associados ao evento El Niño e a baixa densidade ordenaram as localidades neste mês na análise multivariada de nossos dados, indicando que um período prolongado de El Niño provoca efeitos subletais na espécie *O. ophiactoides*.

Efeitos subletais e letais de eventos El Niño sobre a comunidade de equinodermos e algumas populações de equinoides já foram alvo de alguns trabalhos no Litoral Norte do estado da Bahia (ATTRILL *et al.* 2004, ATTRILL; KELMO, 2007), onde os autores atribuem, dentre outras coisas, extinções locais de equinodermos no Litoral Norte após o evento El Niño 1997-1998 e respostas oportunistas do equinoide *Diadema antillarum* nestes ambientes recifais em função do El Niño, contudo, detectamos graves problemas de ordem metodológica nesses trabalhos, o que nos faz duvidar da veracidade das informações publicadas.

5 CONCLUSÕES

As populações de *Ophiocomella ophiactoides* comportam-se de maneira distinta nos diferentes ambientes recifais e de substrato consolidado existentes ao longo da costa do estado da Bahia no que concerne à densidade e a maioria das populações não apresenta um padrão sazonal de flutuação deste atributo populacional, o que está relacionado às particularidades de cada ambiente, que apesar de similares em muitos aspectos, apresentam características muitas vezes não mensuráveis como uma rede complexa de interações bióticas e abióticas únicas de cada paisagem, que vão se refletir na ausência de um padrão ao se comparar populações de diferentes localidades.

As diferenças que existiram nos aspectos climáticos regionais e globais nos anos de 2009 e 2010 aparentemente influenciaram na ausência de um padrão sazonal das densidades populacionais de *Ophiocomella ophiactoides*, que respondeu de maneira individualizada ao longo das diferentes faixas latitudinais.

A dispersão agregada de *Ophiocomella ophiactoides* em função da aglutinação de indivíduos oriundos de fissão, observada em estudos pretéritos de outros pesquisadores no Hemisfério Norte e corroborados pelo presente estudo no Hemisfério Sul faz deste tipo de dispersão um padrão global para esta espécie, da mesma forma que a distribuição descontínua, observada tanto em estudos pretéritos no Hemisfério Norte quanto no presente estudo no Hemisfério Sul.

Outro padrão constatado no Hemisfério Sul no presente estudo encontrado em trabalhos pretéritos realizados no Hemisfério Norte para essa espécie refere-se ao fato da mesma ocorrer em maiores densidades em locais que proporcionam menores condições de estresse, seja em áreas de menor tempo de exposição, como observado no presente estudo, seja em áreas de menor hidrodinâmica, como observado no Caribe.

A ação combinada de condições climáticas extremas como a presença de El Niño moderado a forte, que se reflete no clima da região nordeste brasileira em longos períodos de estiagem e anomalias positivas da temperatura da superfície do mar no Sul do Oceano Atlântico são capazes de provocar redução significativa na densidade populacional de *Ophiocomella ophiactoides* em ambientes tropicais do Atlântico Sul, embora os mecanismos da ação subletal destes eventos sobre as populações deste ofiuroide ainda sejam desconhecidos.

Capítulo 4

*Estatura corpórea e reprodução clonal de
Ophiocomella ophiactoides (H. L. Clark, 1901)
em ambientes litorâneos do estado da Bahia*

1 INTRODUÇÃO

A história de vida de um organismo é o registro dos eventos e marcos relacionados ao seu crescimento, desenvolvimento, reprodução e sobrevivência, sendo que os indivíduos de uma mesma espécie, pertencentes à mesma população, podem possuir histórias de vida distintas, resultando em crescimento e amadurecimento diferenciados, atribuindo-se tal variação a fatores genéticos individuais que se expressam fenotipicamente de forma diferenciada em resposta às condições ambientais (CAIN *et al.* 2011). A energia alocada para o crescimento corporal e reprodução varia ao longo da vida do indivíduo, pois quando o organismo investe sua energia, que é limitada, em maior quantidade para uma estrutura ou função, outras estruturas e funções tem seu *fitness* reduzido, o que é conhecido em ecologia como *trade off* (CAIN *et al.*, *op. cit.*). A estatura dos indivíduos e a reprodução são dois importantes atributos da população, pois o primeiro está associado à biomassa produzida por determinada espécie e o segundo a manutenção da população através do recrutamento e da variabilidade genética.

A longevidade e a idade de equinodermos são extremamente complicadas de serem aferidas em campo, em função da dificuldade de encontrar recrutas recém-metamorfoseados nas populações após seu desenvolvimento larval (LAWRENCE, 1991). Visando minimizar este problema, modelos matemáticos, como a equação de von-Bertalanffy (BERTALANFFY, 1938,1957), desenvolvida para estimativa de crescimento de peixes, vem sendo utilizadas também para estimar o crescimento de invertebrados, inclusive equinodermos, como asteroides (VENTURA, 1997) e equinoides (DIAS, 2008; TAVARES, 1996). A equação de crescimento de von-Bertalanffy apresenta 3 parâmetros: L_0 (comprimento médio ao nascimento na idade T_0), L_∞ (comprimento assintótico onde o crescimento é zero) e K = taxa de crescimento constante com as unidades de tempo recíproco. A estimativa destes parâmetros envolve regressões lineares simples desde que estejam disponíveis dados sobre comprimentos ou pesos médios para que possa se estimar a idade (DIAS, 2008, NATANSON, *et al.* 2006).

A equação de von-Bertalanffy e outras propostas de equações de crescimento como a sugerida por Pauly (1990) não são aplicáveis às espécies de reprodução assexuada, tais como as de ofiuroides fissíparos como *Ophiocomella ophiactoides*, pois o L_0 seria extremamente variável, já que ocorreria em indivíduos de todos os tamanhos, uma vez que os ofiuroides recém-clonados (rametas) são incluídos como novos indivíduos da população, independente da idade. Para essas espécies, o melhor método para avaliar o taxa de crescimento corpóreo

ainda é a de distribuição de frequências por classes de tamanho, sem atribuir uma “idade” aos indivíduos, o que, dependendo do objetivo proposto, não traz problemas às interpretações ecológicas. A variável diâmetro do disco vem sendo utilizada para estimar o crescimento de ofiuroides fissíparos como *O. ophiactoides* e *Ophiactis savignyi* (HENDLER; LITTMAN, 1986, MAcGOVERN, 2002a, MLADENOV; EMSON, 1984, 1988, MLADENOV *et al.* 1983) e também para outras espécies de ofiuroides não fissíparas (BORGES, 2006, MEDEIROS-BERGEN; EBERT, 1995) sendo esta variável útil para interpretar os aspectos morfológicos e fisiológicos relacionados com o crescimento de ofiuroides, dispensando equações complexas.

A maneira de se reproduzir é uma característica fundamental da história de vida dos indivíduos, e o sucesso evolutivo de uma espécie é determinado, em parte, pela eficiência da sua reprodução, o que fez muitos grupos de organismos desenvolverem, ao longo de sua evolução, diferentes estratégias reprodutivas (CAIN *et al.* 2011). A reprodução assexuada por clonagem, também conhecida como fissão, é um processo comum em algumas espécies de asteroides, ofiuroides e holoturoides, inclusive com ocorrência de reprodução assexual em larvas (PEARSE; CAMERON, 1991, MLADENOV, 1996, MLADENOV; BURKE, 1994). Nos ofiuroides, a reprodução por clonagem ocorre em 34 das cerca de 2000 espécies recentes e caracteriza-se pela divisão equitativa ou não equitativa do disco em duas partes, e cada metade autotomizada regenera o resto do disco, no qual crescem, concomitantemente, novos braços (HENDLER, 1991, HENDLER; LITTMAN, 1986, MLADENOV, 1996, MLADENOV; EMSON, 1990, MLADENOV *et al.* 1983). A fissiparidade observada nos diversos táxons de ofiuroides, dos mais primitivos aos mais derivados, parece ter surgido independentemente na história evolutiva de cada espécie sendo determinada por diferentes razões (HENDLER, 1991, MLADENOV; EMSON, 1990, MLADENOV; BURKE, 1994).

O ofiuroide *Ophiocomella ophiactoides* além de reproduzir-se assexuadamente por clonagem, também apresenta reprodução sexuada, sendo hermafrodita protândrico, onde as gônadas masculinas amadurecem primeiro e posteriormente, no processo de crescimento, convertem-se em gônadas femininas, sendo que nas populações estudadas no hemisfério norte os processos de reprodução assexuada por clonagem ocorrem concomitantemente como o processo de reprodução sexuada, onde indivíduos clonados em vários estádios de regeneração apresentam gônadas maduras (HENDLER, 1991, HENDLER; LITTMAN, 1986, MLADENOV, 1996, MLADENOV; EMSON, 1984, 1990), revelando o alto investimento energético deste ofiuroide em reprodução para perpetuar sua espécie. No hemisfério Sul os

processos de reprodução assexuada e sexuada de *Ophiocomella ophiactoides* são desconhecidos.

Com base no exposto, os objetivos deste capítulo são: 1) aferir a estatura corpórea de *Ophiocomella ophiactoides* através do diâmetro do disco, 2) caracterizar a reprodução assexuada, observando a predominância de diferentes estádios de fissão e regeneração em indivíduos com tamanhos distintos E 3) averiguar a existência de diferenças latitudinais na estrutura do tamanho e na reprodução assexuada das populações distribuídas ao longo da costa do estado da Bahia em diferentes épocas do ano, e se tais variações estão associadas a fatores climáticos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo e métodos de coleta, fixação e triagem do material encontram-se descritos nos capítulos anteriores. Os procedimentos referentes à biometria (diâmetro do disco), às observações da fissão, estádios de regeneração e configuração dos braços foram feitas de acordo com o método proposto por Mladenov *et al.* (1983), o qual foi adotado em trabalhos posteriores com abordagem similar (HENDLER; LITTMAN, 1986, McGOVERN, 2002a, MLADENOV; EMSON, 1984, 1988).

Cada indivíduo teve o diâmetro do disco medido em lupa binocular equipada com ocular micrométrica, com precisão de 0,01 mm. Os dados mensurados foram organizados em intervalos de classe de 0,02 mm para observação das frequências, as quais foram utilizadas para construir histogramas para cada mês de estudo. Os estádios de regeneração foram classificados em 6 fases: I – disco e braços logo após a fissão (0% regenerado); II – disco e braços até 15% regenerados; III – disco e braços até 30% regenerados; IV – disco e braços até 50% regenerados; V – disco e braços até 80% regenerados; VI – disco e braços de totalmente regenerados (100%) (Figura 46). As configurações dos braços foram caracterizadas como: 6I (seis braços inteiros); 5I (5 braços inteiros); 4+0 (quatro inteiros e nenhum regenerando, resultante de fissão recente não equitativa); 3+0 (três braços inteiros e nenhum regenerando, resultantes de fissão recente equitativa); 2+0 (dois braços inteiros e nenhum regenerando, resultantes de fissão recente não equitativa); 3+3; 3+2; 3+1; 4+3; 4+2; 4+1; 1+5; 2+4; 2+3; 2+2, onde o primeiro algarismo corresponde ao número de braços inteiros (100% regenerados) e o segundo algarismo corresponde ao número de braços nos diversos estágios de regeneração (alguns exemplos na Figura 37).

Os indivíduos foram considerados recém-reproduzidos assexuadamente quando apresentaram as configurações 4+0, 3+0 e 2+0. Os indivíduos que apresentaram além dos braços longos, braços curtos em diferentes estágios de regeneração (I a VI), serão considerados indivíduos que se reproduziram assexuadamente há mais tempo, de tal forma que quanto maior o percentual de regeneração, mais tempo o indivíduo passou pelo processo de fissão. Os indivíduos inteiros (6I e 5I) foram considerados os com mais tempo sem sofrer fissão quando comparado aos demais. Os indivíduos danificados, que apresentaram todos os braços quebrados foram excluídos da análise.

Os valores referentes ao diâmetro do disco foram lançados em planilhas do software Statistica 7.0 para elaboração de gráficos contendo as informações sobre as médias, erros e desvios padrão desta variável para as diversas localidades nos diferentes meses e anos que as

populações foram amostradas. Os dados foram testados quanto a sua normalidade, transformados, novamente testados e posteriormente as médias foram comparadas através da análise de variância ANOVA unifatorial, adotando-se, também neste capítulo, as recomendações de Reis e Ribeiro-Jr (2007) já discutida na metodologia dos capítulos anteriores.

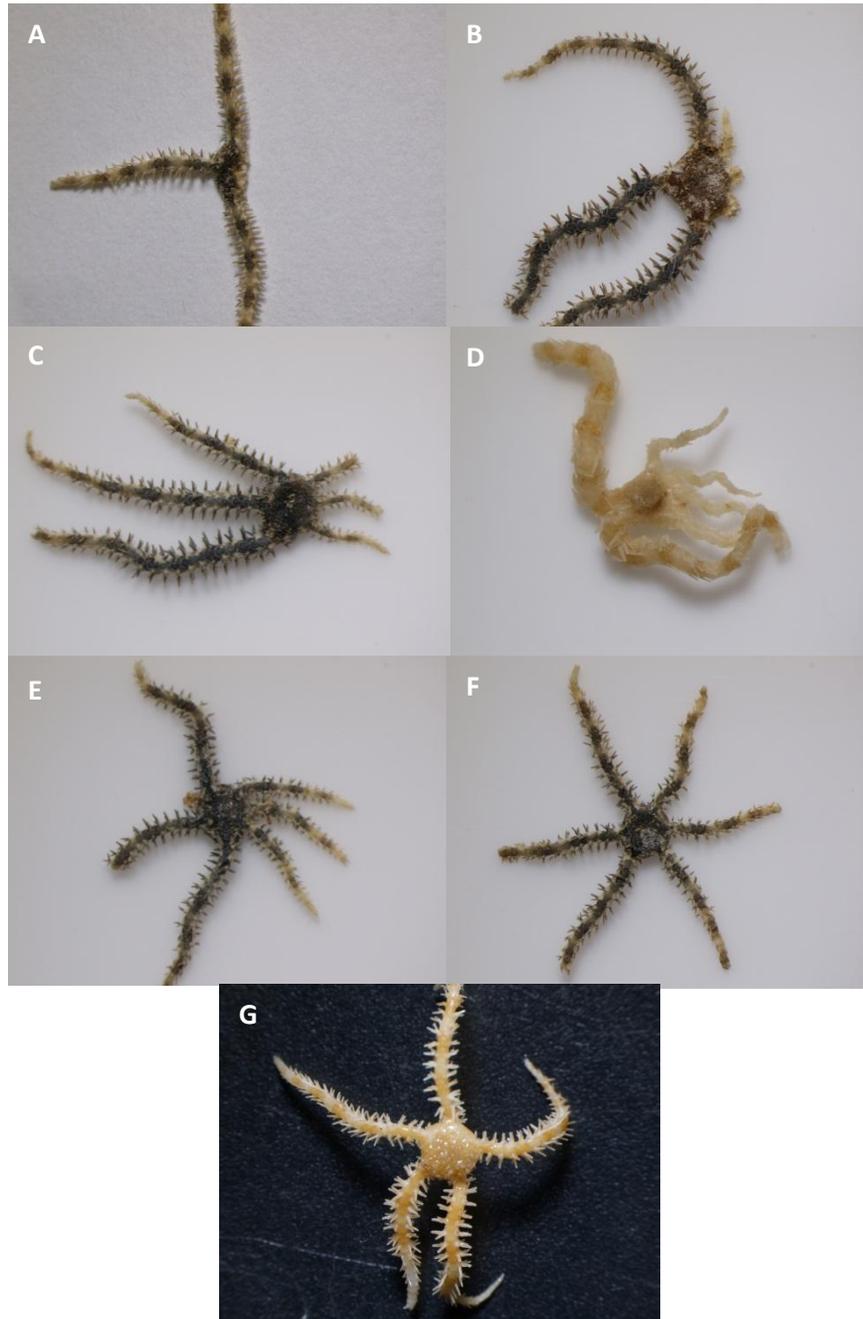


Figura 37: Diversos estágios de regeneração e exemplos de configuração de braços de *Ophiocomella ophiactoides* após reprodução assexuada clonal por fissão. A) disco logo após a fissão, estágio I (0% regenerado) e configuração 3+0, B) disco e braços começando a regenerar, estágio II (até 15% regenerado) configuração 3+3, C) disco e braços no estágio III (até 25% regenerados), D) Disco e braços no estágio IV (até 50% regenerados) exemplar da foto oriundo de uma fissão não equitativa, com configuração 2+4, E) Estágio V (até 80% regenerados), F) estágio VI (100% regenerado), configuração 6I, G) estágio VI (100% regenerado) configuração 5I. Exemplares das fotos com diâmetro do disco variando entre 2 e 3mm.

3 RESULTADOS

A estatura média de *Ophiocomella ophiactoides* ficou na faixa de 2,5 mm de diâmetro em toda a área de estudo durante os dois anos de observação (Figura 38), com o menor indivíduo observado no recife de Coroa Vermelha em junho de 2009 (0,90 mm) e o maior observado no recife de Taipus de Fora em setembro de 2009 (5,41 mm).

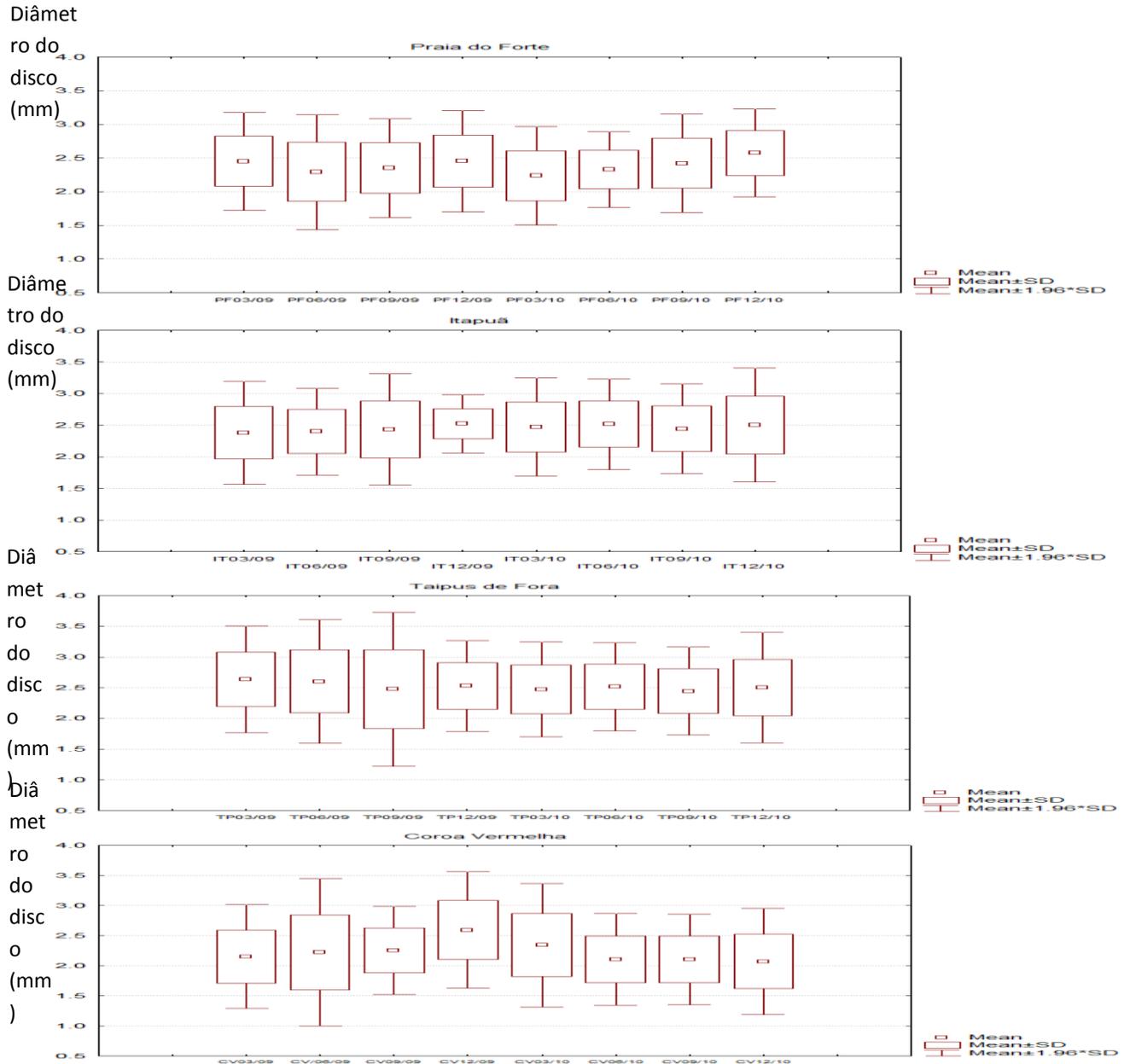


Figura 38: Médias, erros e desvios-padrão da estatura (diâmetro do disco) de *Ophiocomella ophiactoides* na Praia do Forte, Itapuã, Taipus de Fora e Coroa Vermelha, nos meses de março, junho, setembro e dezembro dos anos de 2009 e 2010.

Analisando os histogramas gerados para cada localidade verifica-se que o tamanho modal da estatura corpórea de *Ophiocomella ophiactoides* tendeu a ser unimodal no recife da Praia do Forte e nos afloramentos rochosos da praia de Itapuã, situados a 12° de latitude, com a moda se concentrando entre 2,4 e 2,6 mm de diâmetro na maioria dos meses onde as populações foram amostradas. No recife de Taipus de Fora, situado a 13° de latitude, o tamanho modal variou ao longo dos meses (moda entre 2 e 2,8 mm), e comparando-se os anos de 2009 e 2010 verifica-se que no ano de 2009 o tamanho modal da população flutuou mais do que no ano de 2010. Em Coroa Vermelha, situada a 16° de latitude, existiu uma tendência a bi e multi modalidade na maioria dos meses nos quais a população foi amostrada (Figuras 39 a 42).

Observando a frequência de indivíduos nas diferentes classes de diâmetro, verifica-se, tanto na Praia do Forte quanto em Itapuã, que a ocorrência dos menores e dos maiores indivíduos na população se deu no mês de setembro, tanto de 2009 quanto de 2010, que foram os meses em que a temperatura superficial da água do oceano Atlântico esteve mais fria ao longo do estudo, mesmo com as anomalias térmicas registradas em setembro de 2009 (ver Figuras 24 e 25 no capítulo 3). Este padrão também foi observado para Taipus de Fora, mas apenas no mês de setembro de 2009, pois em 2010 os menores indivíduos foram observados no mês de março. Já em Coroa Vermelha a maior frequência dos indivíduos nas menores classes de diâmetro de disco ocorreu na população nos meses de junho e setembro, e os maiores indivíduos foram registrados em junho e dezembro de 2009 e em março de 2010 (Figuras 39 a 42).

Em nenhuma das populações foi observado um padrão claro de recrutamento, com altas frequências de indivíduos de pequenas estaturas se destacando dos demais, assim como não foi observada nenhuma flutuação mostrando com clareza que ao longo do tempo os indivíduos que estavam nas classes de menor estatura migraram para as classes maiores. Os histogramas, de uma forma geral, mostram que a distribuição da estatura de *Ophiocomella ophiactoides* em todas as localidades investigadas apresenta distribuição normal, com as maiores frequências encontradas nas classes centrais e as menores nas extremidades (Figuras 39 a 42).

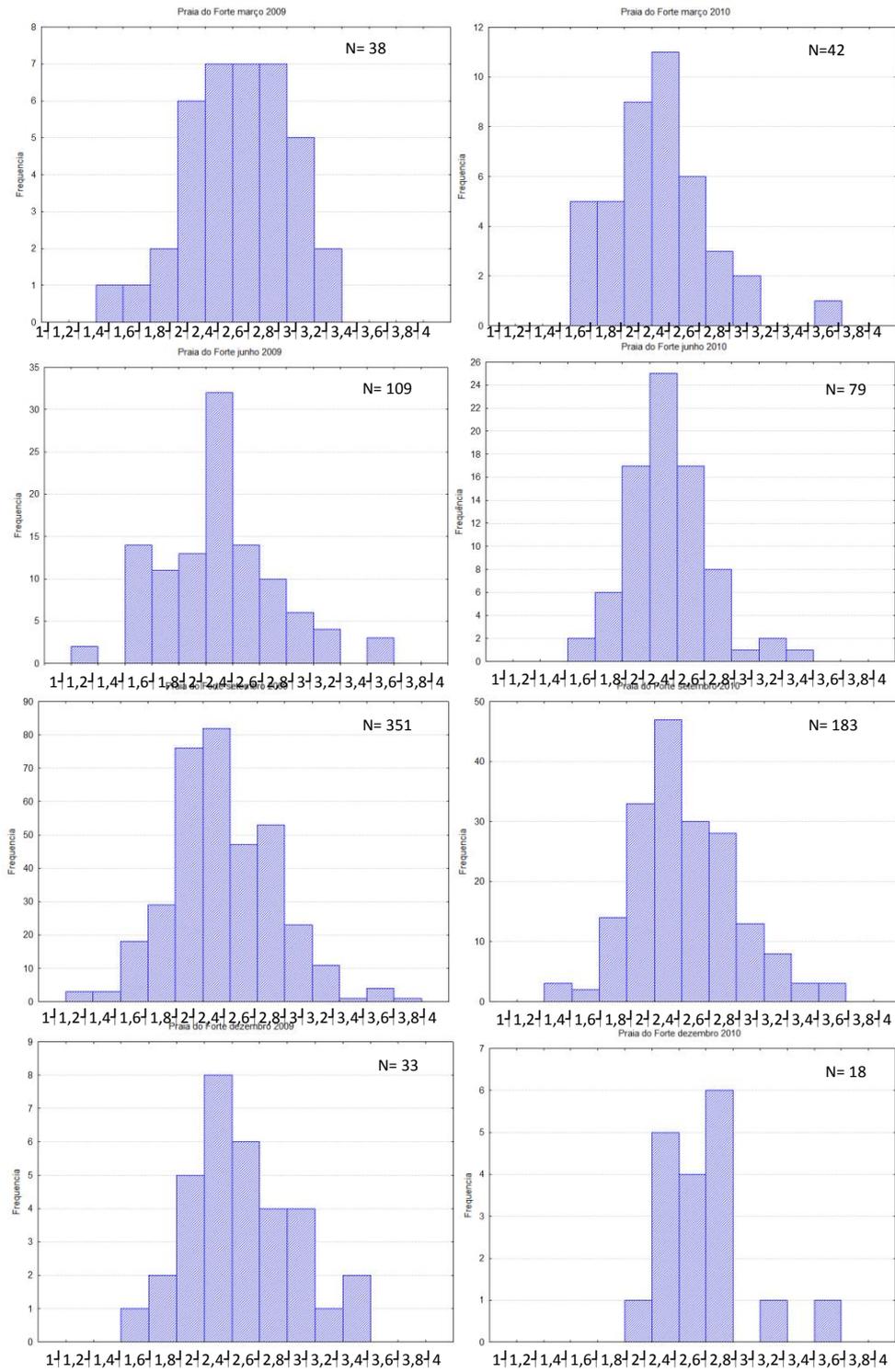


Figura 39: Distribuição das frequências da estatura (diâmetro do disco) de *Ophiocomella ophiactoides* no recife da Praia do Forte, em março, junho, setembro e dezembro de 2009 e 2010. N= n° de indivíduos mensurados.

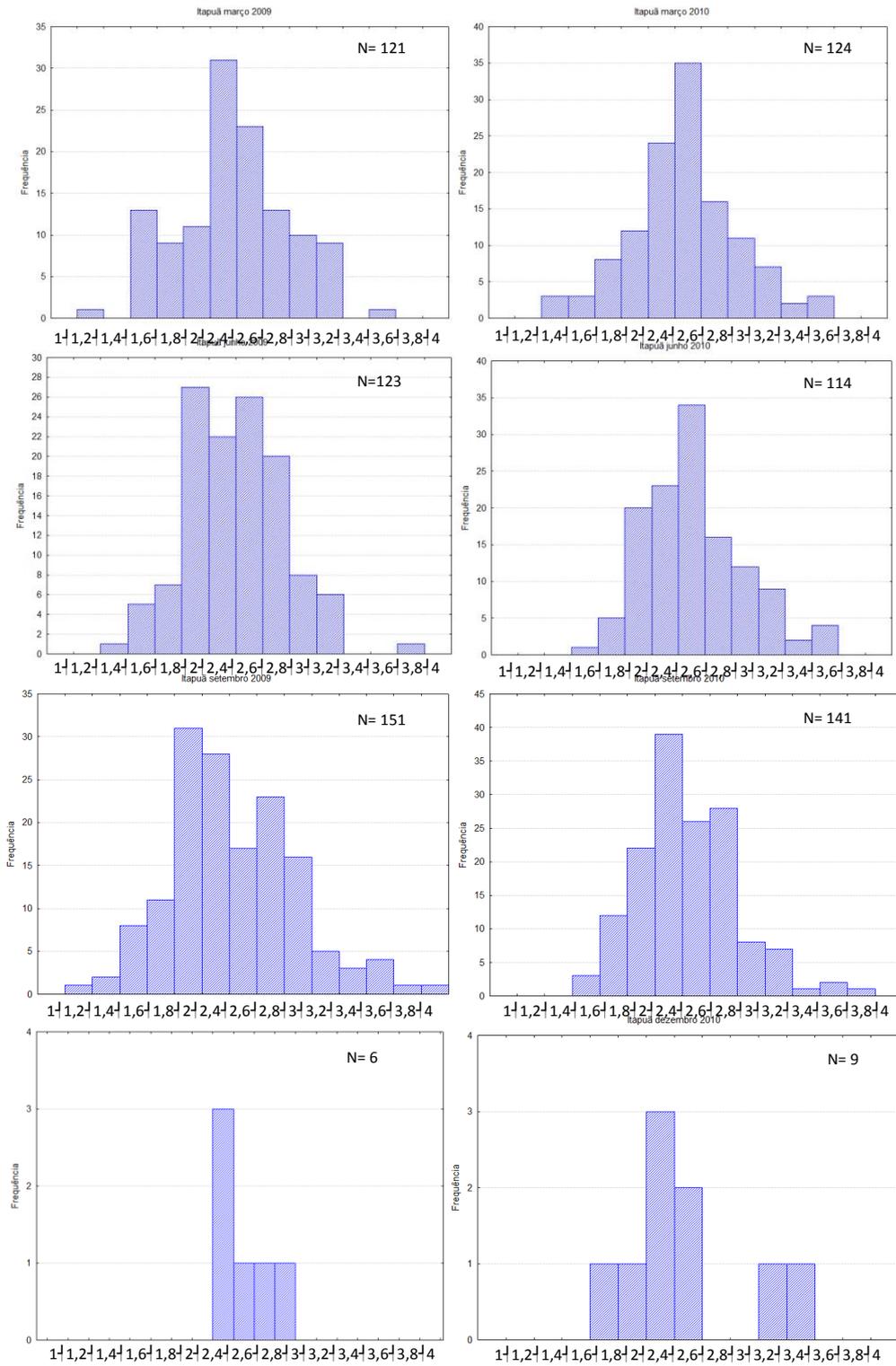


Figura 40: Distribuição das frequências da estatura (diâmetro do disco) de *Ophiocomella ophiactoides* no recife da Praia de Itapua, em março, junho, setembro e dezembro de 2009 e 2010. N= n° de indivíduos mensurados.

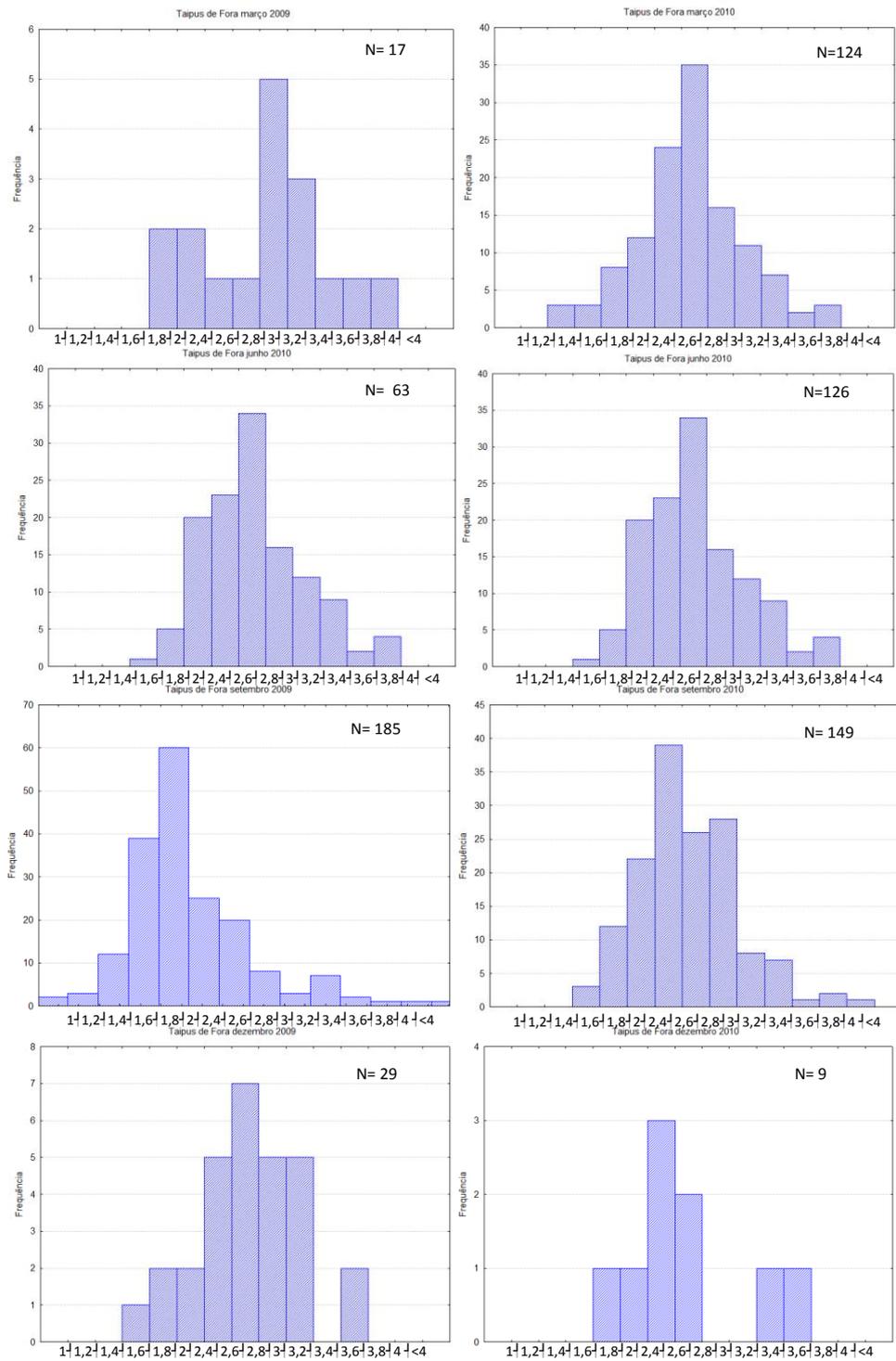


Figura 41: Distribuição das frequências da estatura (diâmetro do disco) de *Ophiocomella ophiactoides* no recife de Taipus de Fora, em março, junho, setembro e dezembro de 2009 e 2010. N= n° de indivíduos mensurados.

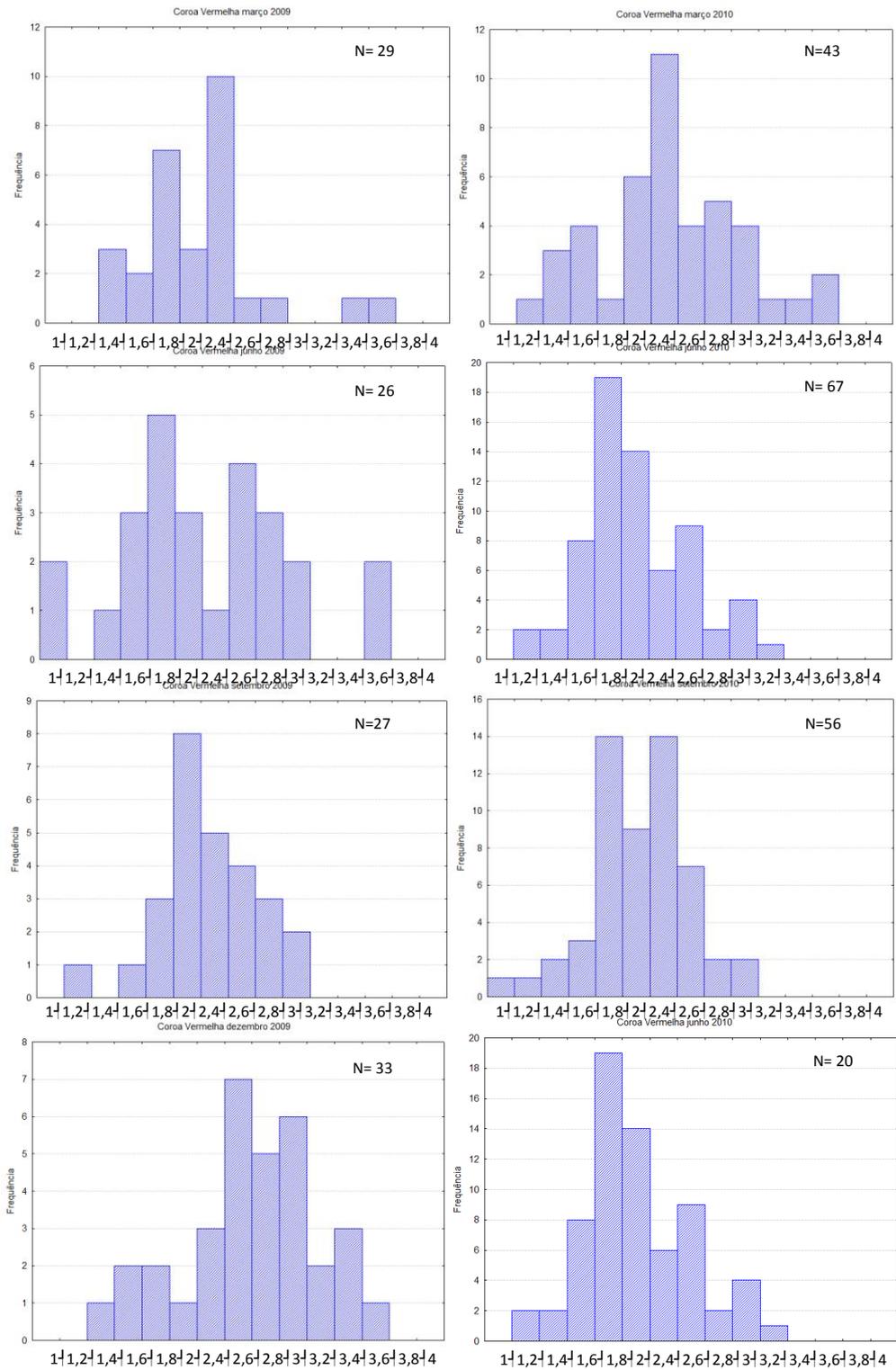


Figura 42: Distribuição das frequências da estatura (diâmetro do disco) de *Ophiocomella ophiactoides* no recife de Coroa Vermelha, em março, junho, setembro e dezembro de 2009 e 2010. N= n° de indivíduos mensurados.

Foram observados indivíduos em todos os estágios de regeneração para todas as localidades na maioria do período de amostragem das populações, as frequências maiores do estágio VI observadas em dezembro para Itapuã estão diretamente relacionadas com o N que foi muito baixo neste mês para esta praia, interferindo nos resultados. Deslocando-se no sentido Norte-Sul, observa-se uma redução na frequência de indivíduos totalmente regenerados (100%), sendo a frequência deste estágio de regeneração similar aos outros em Coroa Vermelha (Figura 43).

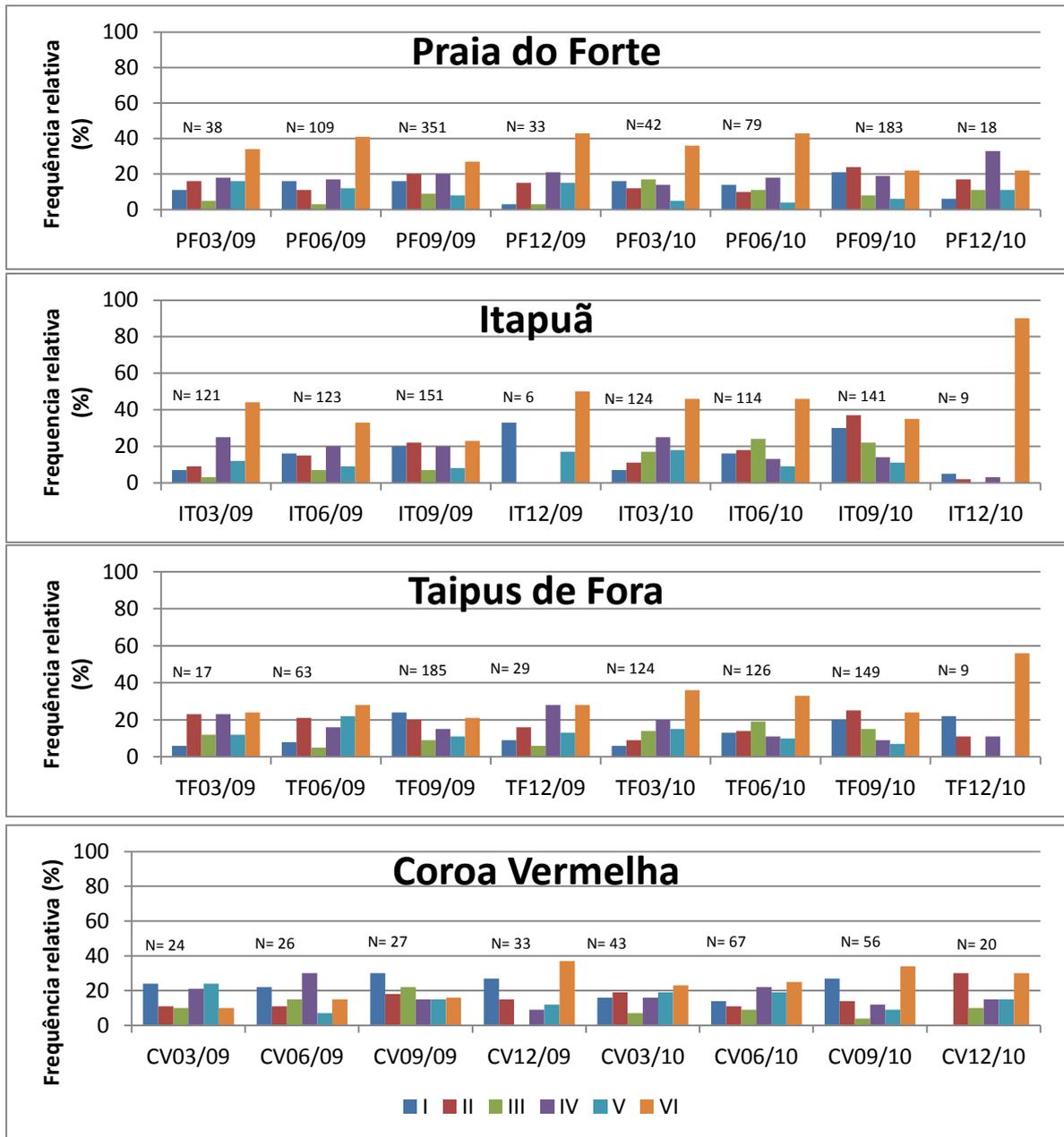


Figura 43: Frequência relativa dos estágios de regeneração após fissão de *Ophiocomella ophiactoides* nos anos de 2009 e 2010 (março, junho, setembro e dezembro), em Praia do Forte, Itapuã, Taipus de Fora e Coroa Vermelha (BA). I= logo após a fissão (0% regenerado), II= até 15% regenerado, III= até 25% regenerado, IV= até 50% regenerado, V= até 80, VI= inteiro, totalmente regenerado (100%). N= numero total de indivíduos mensurados em cada período.

A configuração de braços 3+3 oriunda de fissão equitativa foi o tipo observado com maior frequência em todas as localidades ao longo do período de estudo, seguida da configuração 6I, de indivíduos hexâmeros inteiros (com exceção de Coroa Vermelha) e da configuração 3+0, de indivíduos recém autotomizados, indicando o forte predomínio da simetria hexâmera sobre os demais tipos, mesmo que a configuração 3+0 venha a gerar indivíduos pentâmeros no caso de crescerem dois braços ao invés de três na região recém autotomizada. Indivíduos pentâmeros (5I) e estágios de regeneração que originariam indivíduos pentâmeros (2+3 e 3+2) foram raros, mas ocorreram em todas as localidades, tanto em 2009 quanto em 2010 (Figura 44). Não foi observado nenhum indivíduo apresentando sete braços, e configurações do tipo não equitativa do tipo 1+5, 1+3 e 1+4 foram extremamente raras, sendo as mesmas agrupadas no gráfico da Figura 44 como “outros”.

Os indivíduos com gônadas cheias ocorreram em todas as localidades, porém foram bastante raros, sendo observados ao todo 15 indivíduos durante o estudo, sendo 11 fêmeas e 4 machos, com estatura entre 3 e 4 cm de diâmetro. A distribuição foi: 1 macho em Praia do Forte (set/10), 3 fêmeas e 1 macho em Itapuã (jun/09 e set/10), 5 fêmeas e 2 machos em Taipus de Fora (mar/09-10, jun/09-10, set/10, dez/10), 3 fêmeas em Coroa Vermelha (mar/09, jun/10/ set/10).

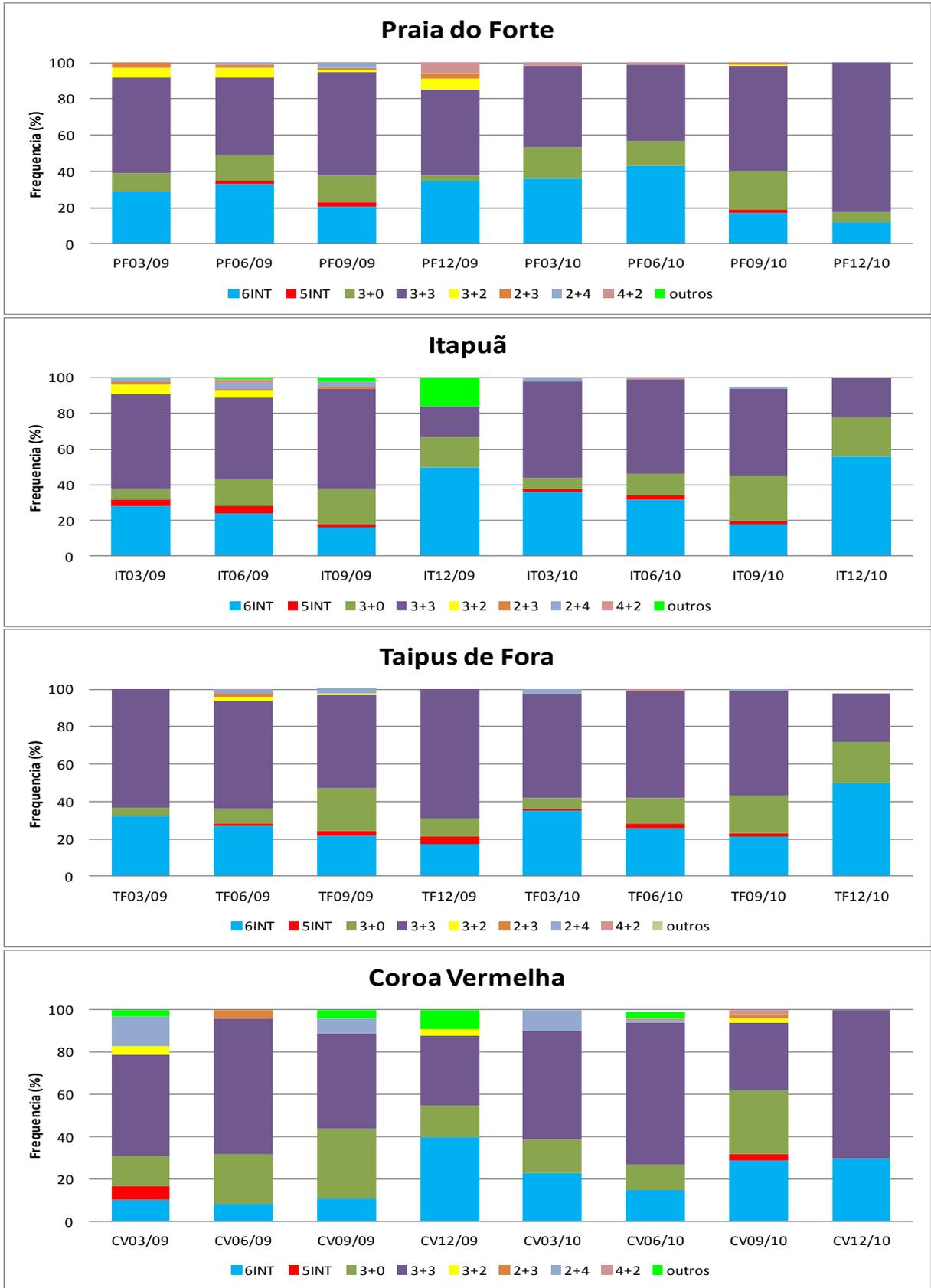


Figura 44: Frequência relativa dos diversos tipos de configuração dos braços de *Ophiocomella ophiactoides* nos anos de 2009 e 2010 (março, junho, setembro e dezembro), em Praia do Forte, Itapuã, Taipus de Fora e Coroa Vermelha (BA).

4 DISCUSSÃO

A estatura corpórea média em torno de 2,5 mm de diâmetro aferida nas latitudes de 12 a 16° Sul para *Ophiocomella ophiactoides* foi similar à observada em populações deste ofiuroides amostradas na Jamaica, no Hemisfério Norte, entre os anos de 1981 e 1982 (MLADENOV; EMSON, 1984, MLADENOV *et al.*,1983), onde foram observados indivíduos nas classes de 1,5 a 5mm de diâmetro e com tamanhos modais entre 2,5 e 3 mm de diâmetro. A estatura do menor (0,90 mm) e do maior indivíduo (5,41mm) mensurados na Bahia também foi bem próxima da estatura do menor (1mm) e do maior (5,5mm) indivíduo observados na Jamaica (MLADENOV *et al.* 1983). A estatura média das populações baianas de *O. ophiactoides* também foi similar à observada em estudos posteriores realizados na Jamaica entre 1984 e 1985 (MLADENOV; EMSON, 1988), onde os indivíduos estiveram distribuídos em intervalos de classe de 1 a 5mm e os tamanhos modais estiveram entre 2 e 3 mm de diâmetro.

A estatura média de *Ophiocomella ophiactoides* observada na Bahia foi maior do que as observadas em Belize provenientes de amostras esporádicas coletadas em abril de 1981, junho de 1982 e novembro de 1983, onde os diâmetros médios encontrados foram de 1,8 (n=14), 1,9 (n=10) e 2,1 mm (n=140); já o tamanho modal (2 mm) e tamanho máximo (5 mm) observados neste estudo em Belize (HENDLER; LITTMAN, 1986), foram similares aos encontrados na Bahia. Estudos posteriores realizados em Belize entre julho e agosto de 1984 (MLADENOV; EMSON, 1988) encontraram estaturas corpóreas de *Ophiocomella ophiactoides* (min = 1mm, máx = 5mm, moda = 2mm, n= 116) similares às observadas na Bahia em 2009 e 2010. Estes resultados evidenciam que a estatura corpórea das populações de *O. ophiactoides* que vivem Província Biogeográfica Corrente da Guiana no Hemisfério Sul, entre as latitudes de 12 e 16°, possui o mesmo padrão das populações que vivem na Província Biogeográfica Caribenha no Hemisfério Norte.

As espécies do gênero *Ophiocomella* são as que apresentam menores dimensões dentro da família Ophiocomidae. Enquanto espécies do gênero *Ophiocoma* (mais próximo de *Ophiocomella*) apresentam disco com até 25 mm de diâmetro e braços atingindo até 80mm de comprimento, as espécies de *Ophiocomella* atingem dimensões máximas de 5,5 mm de diâmetro e braços com no máximo 20 mm de comprimento. Diversos estudos realizados com *Ophiocomella ophiactoides* e outras espécies de ofiuroides hexâmeros e fissíparos como *Ophiactis savignyi* atribuem o pequeno tamanho dessas espécies de ofiuroides à energia que é

alocada para os processos reprodutivos. *Ophiocomella* e *Ophiactis* reproduzem-se tanto assexuadamente por clonagem quanto sexuadamente, desta forma, o grande investimento para perpetuar a espécie fez estes organismos, ao longo de sua história evolutiva, reduzir seu tamanho corpóreo (EBERT, 1996 a, b, HENDLER, 1991, HENDLER; LITTMAN, 1986, McGOVERN, 2002 a, b, MLADENOV, 1996, MLADENOV; EMSON, 1984, 1988, 1990, MLADENOV *et al.*, 1983), já que a energia e os recursos de um organismo são finitos, fazendo o influxo crescente de energia alocada para a função reprodutiva reduzir o *fitness* do crescimento somático, ocorrendo neste caso um *trade off* – redução de investimento energético em uma função ou estrutura para investimento em outro (CAIN *et al.* 2011, MAcGOVERN, 2002 b).

A alocação de recursos para a reprodução, tamanho pequeno, taxa de crescimento populacional alta, modelo de crescimento populacional do tipo exponencial em função da clonagem, tamanho da população variando com o tempo, falta de cuidado com a prole e com os pais e preferência por habitats instáveis (CAIN *et al.* 2011; RICKLEFS, 1996) caracterizam *Ophiocomella ophiactoides* como uma espécie *r* estrategista, por outro lado, esta espécie também compartilha de características comuns a organismos *k* estrategistas, tais como fecundidade e fertilidade baixa, frequência de reprodução múltipla por geração, (MLADENOV; EMSON, 1984), baixa habilidade de dispersão, pouca mobilidade e amplitude de nicho estreita (CAIN *et al.* 2011; RICKLEFS, 1996).

A estatura corpórea de *Ophiocomella ophiactoides* está intimamente relacionada com seu status reprodutivo. Estudos desenvolvidos na Jamaica e em Belize demonstraram que indivíduos assexuados (imaturos ou sem gônadas desenvolvidas) tendem a ser menores, com disco até 3,3mm e média de 2,3mm; os machos tendem a ter tamanho intermediário, até 4,3mm e média de 2,8mm e as fêmeas tendem a ter maior estatura, atingindo até 4,9 mm e média de 3,1 mm, sendo a maior estatura das fêmeas relacionada à necessidade de ter mais espaço no disco para armazenar os ovócitos, que são bem maiores que os espermatozoides, enquanto que os machos podem desenvolver seus gametas com uma estatura menor (HENDLER; LITTMAN, 1986, MLADENOV; EMSON, 1984, 1988, 1990). O padrão de assexuados com estatura menor, machos com estatura intermediária e fêmeas com maior estatura foi registrado também para o ofiuroide fissíparo *Ophiactis savignyi* na Florida (MAcGOVERN, 2002 a, b). O tamanho médio das populações de *Ophiocomella ophiactoides* no estado da Bahia esteve na faixa de 2,5 mm durante todo o período de estudo, e observamos raros indivíduos com gônadas maduras distribuídos de forma aleatória e irregular ao longo das localidades e dos anos, sendo a reprodução por clonagem o principal mecanismo de

perpetuação desta espécie nas regiões litorâneas entre as latitudes de 12 a 16°S. Mladenov e Emson (1988) observaram no Caribe que populações de *Ophiocomella ophiactoides* coletadas em áreas protegidas e em águas mais profundas apresentavam um elevado número de machos e fêmeas com gônadas maduras, com os organismos reproduzindo-se tanto sexuada quanto assexuadamente durante todo o ano, já populações coletadas em águas mais rasas, nas áreas de *backreef* com maior hidrodinâmica e expostas a maiores distúrbios foram formadas apenas por indivíduos assexuados e a clonagem era a única forma de reprodução, assemelhando-se aos dados que obtivemos nos platôs recifais de Praia do Forte à Coroa Vermelha e afloramentos rochosos da praia de Itapuã. Diversos estudos e revisões sobre a distribuição de espécies com reprodução sexuada e assexuada sugerem que as espécies com reprodução exclusivamente ou essencialmente assexuada tendem a ocorrer em habitats mais perturbados, subdesenvolvidos e transitórios, onde interações bióticas são menos intensas (MLADENOV; EMSON, 1988).

As populações de *Ophiocomella ophiactoides*, tanto da Bahia quanto do Caribe, que vivem em ambientes expostos e sujeitos a maiores distúrbios ambientais, alocam mais recursos energéticos para a reprodução clonal, no sentido de garantir o estabelecimento das populações em uma dada localidade e dispersar os indivíduos, no caso de tufos de algas serem arrancados do substrato e levado pelas correntes para outras localidades. Assim, essa maior alocação de energia para a clonagem reduz o *fitness* do crescimento somático e maturação gonadal, ao contrário do que acontece com as populações do infralitoral (observadas na Jamaica), onde as condições mais estáveis possibilitam o ofiuroide investir no crescimento somático e maturação gonadal, sem deixar de investir energia na reprodução clonal (HENDLER, 1991, HENDLER; LITTMAN, 1986, LAWRENCE, 1991, LAWRENCE; HERRERA, 2000, McGOVERN, 2002 b, MLADENOV; EMSON, 1984, 1988, 1990, MLADENOV *et al.*,1983).

Com base nas informações acima, acredita-se que as populações de *Ophiocomella ophiactoides* que vivem em regiões de infralitoral na costa da Bahia (não investigadas no presente estudo) possuem maior número de machos e fêmeas maduros comparando-se ao mesolitoral, e que nestas populações ocorre reprodução sexuada, com a produção de larvas que poderiam se assentar nas regiões de mesolitoral, promovendo a variabilidade genética da espécie nestes ambientes. Contudo, pesquisas realizadas com a reprodução sexuada de *O. ophiactoides* no Caribe evidenciaram que a fecundidade é baixa nesta espécie, pois as fêmeas produzem um número pequeno de ovócitos (cerca de 7000) em função do pequeno tamanho do disco contrastando com o tamanho relativamente grande dos ovócitos (cerca de 80µm),

tendo sido evidenciado também que o recrutamento larval é ausente ou mínimo nos ambientes caribenhos (MLADENOV *et al.* 1983, MLADENOV; EMSON, 1984, 1988). Evidências da baixa fecundidade de *O. ophiactoides* também encontram amparo em estudos genéticos, nos quais ficou comprovado que a diversidade genotípica deste ofiuroide é significativamente menor do que o esperado para espécies que se reproduzem sexuadamente (MLADENOV; EMSON, 1990). Além disso, a fissão ininterrupta destes ofiuroides, como observado no estado da Bahia, aumenta a demanda energética para a clonagem reduzindo a fertilidade, o que já foi constatado no ofiuroide *Ophiactis savignyi* na Flórida (MAcGOVERN, 2002 b). Nesse contexto, seria a reprodução sexuada de *Ophiocomella ophiactoides* um resquício do ancestral que a originou e que permanece até hoje, sendo por isso menos eficiente e funcional que a reprodução por clonagem que emanou no gênero *Ophiocomella*?

Independente da funcionalidade e baixa fertilidade da reprodução sexuada de *Ophiocomella ophiactoides*, acreditamos que exista uma conexão entre as populações do infra com as do mesolitoral, com a primeira fornecendo larvas que podem chegar ao mesolitoral através das correntes, as quais após metamorfose podem se assentar no bentos e favorecer o recrutamento (mesmo que mínimo e não detectável), enquanto os indivíduos que vivem em substratos do mesolitoral, por sua vez, podem também ser conduzidos ao infra através de tufos de algas arrancados pela arrebentação das ondas e levados ao fundo pelas correntes, e ao encontrar ambientes mais estáveis e protegidos, estes ofiuroides podem alocar energia para maturação gonadal e reproduzir-se sexuadamente.

A reprodução clonal em *Ophiocomella ophiactoides* pode ser induzida por condições ambientais adversas, como baixa disponibilidade de alimentos, a alta temperatura, dessecação, forte hidrodinâmismo, alterações das características físico-químicas da água entre os espaços dos substratos onde a espécie vive, dentre outros (EMSON; WILKIE 1980; LAWRENCE, 1991, MLADENOV, 1996), sendo as condições de estresse como um todo o principal gatilho para desencadear o processo de clonagem, que seria iniciado através da produção de substâncias químicas endógenas relacionadas às modificações morfofisiológicas envolvidas na fissão (ALVES *et al.* 2004, HENDLER, 1991, LAWRENCE, 1991, LAWRENCE; HERRERA, 2000, WILKIE, 2002, WILKIE *et al.* 1984). Dentre as condições de estresse que poderiam interferir tanto na reprodução quanto na estatura de *O. ophiactoides* poderia ser citada a ocorrência de parasitismo. A relação de parasitismo entre copépodos e *O. ophiactoides* foi estudada na Jamaica, em Belize e nas Bermudas, observando-se uma incidência bastante variada dependendo da localidade (EMSON *et al.*, 1985; EMSON; MLADENOV, 1987; HUMES; HENDLER, 1999). O parasito pertencente à família

Cancerillidae, foi considerado inicialmente como *Ophiopsyllus reductus*, sendo posteriormente descrito como *Ophiopsyllus latus* sp. n. por Humes e Hendler (1999). Os estudos realizados nos trabalhos citados sugerem que a incidência deste parasitismo pode ter reflexos no tamanho dos ofiuroides, sendo os indivíduos parasitados menores, bem como na reprodução, ocorrendo redução da reprodução sexuada nos indivíduos parasitados, contudo, a falta de sistematização das coletas destes trabalhos faz com que as informações sejam pouco conclusivas. Ao longo dos anos de 2009 e 2010 não constatamos a presença de nenhum copepodo ectoparasita nas populações de *O. ophiactoides* no litoral do estado da Bahia, e os padrões tanto de estatura quanto de reprodução foram similares aos das populações caribenhas alvo deste parasitismo.

Estudos realizados por Mladenov *et al.* (1983) revelaram que o intervalo entre as fissões em um indivíduo de *Ophiocomella ophiactoides* é de cerca de 89 dias, totalizando 4 fissões ao ano e um único espécime pode potencialmente produzir 15 (2^4-1) clones ao ano, oriundas do resultado de 4 divisões sucessivas subtraindo-se o indivíduo que gerou os clones, estimando-se que a clonagem pode gerar até 4095 clones ($2^{12}-1$) em um período de 3 anos, indicando que a reprodução assexuada por clonagem é uma estratégia muito bem sucedida na perpetuação da espécie *Ophiocomella ophiactoides* (MLADENOV *et al.* 1983, MLADENOV; EMSON, 1990). Verificou-se na Bahia que mesmo com as quedas bruscas da densidade de *O. ophiactoides* em dezembro de 2009 associadas ao evento El Niño, que os poucos indivíduos restantes, a maioria 100% regenerados com 6 braços inteiros (como observado em Itapuã) que conseguiram sobreviver, tiveram a capacidade de realizar a clonagem via reprodução assexuada e reestabelecer as populações no litoral baiano, como observamos no ano de 2010, confirmando que a estratégia de reprodução assexuada por clonagem é mais eficiente do que a reprodução sexuada na manutenção desta espécie nos ambientes em que ela vive.

A presença de indivíduos em vários estágios de regeneração, desde os recém autotomizados até os totalmente regenerados ao longo de todo o ano e em todas as áreas investigadas, foi um padrão observado tanto na Bahia quanto nos trabalhos realizados no Caribe (MLADENOV *et al.* 1983, MLADENOV; EMSON, 1984, 1988). Observações experimentais em laboratório (MLADENOV *et al.*, 1983) estimam que um indivíduo recém autotomizado (0% regenerado) atinge 50 a 75% de regeneração entre 71 e 105 dias e a partir desse estágio já podem sofrer outra fissão, não precisando estar 100% regenerados. Durante a triagem dos exemplares de *Ophiocomella ophiactoides* coletados na costa do estado da Bahia verificamos, através da observação dos braços (tamanho e calibre) que os braços longos

(oriundos do indivíduo mais antigo) tinham em alguns casos comprimentos e calibres diferenciados, evidenciando que indivíduos não 100% regenerados haviam sofrido outra fissão para originar um novo clone. O fato de termos observado para todas as áreas e em todos os meses indivíduos inteiros e outros em vários estágios de regeneração, juntamente com as informações sobre a estimativa de tempo de regeneração após clonagem, nos fornecem subsídios para inferir que as populações de *Ophiocomella ophiactoides* da Bahia apresentam ao longo de todo o ano indivíduos recém-clonados e clones produzidos com mais de 100 dias, refletindo um ótimo índice de sobrevivência destes após o processo de fissão. Acredita-se também que nas populações de *Ophiocomella ophiactoides* no litoral da Bahia podem existir indivíduos com até 15 anos de idade, que seria a suposta idade máxima que esta espécie pode atingir (MLADENOV; EMSON, 1984).

A configuração dos braços com maior frequência do arranjo 3+3, seguido de 6I e 3+0, bem como a baixa frequência das configurações 5I, 2+3 e 3+2 foi observado tanto na Bahia quanto em estudos realizados no Caribe (MLADENOV *et al.* 1983). A diferença dos nossos resultados quando comparados aos do Caribe é que lá os autores encontraram raros indivíduos apresentando 4 e 7 braços inteiros (simetrias tetrâmera e heptâmera respectivamente), sendo tais resultados, segundo os autores, juntamente com a configuração 5I (simetria pentâmera), frutos de um rearranjo durante um processo de fissão não equitativa ocorrida em indivíduos com seis braços (simetria hexamera) (MLADENOV *et al.* 1983). Concorda-se em parte com os autores. Acredita-se que indivíduos com 4 e 7 braços sejam frutos de uma anomalia, como observamos na Bahia configurações pouco frequentes como 1+5, 1+4 e 1+3, contudo, acreditamos que a configuração 5I e seus derivados 2+3 e 3+2, que foram observados durante todos os anos, tanto na Bahia quanto no Caribe, não sejam fruto de um rearranjo ou anomalia, mas sim, evidência fenotípica que o ancestral de *O. ophiactoides* foi uma espécie pentâmera, já que a simetria pentarradial seria um caráter plesiomórfico dos Ophiocomidae, e que os genes relacionados com a simetria pentarradial ainda estejam presentes nas populações hexâmeras atuais e continuam se expressando no fenótipo, mesmo em baixas frequências.

Limitações de oportunidade de acasalamento são onipresentes na natureza, o que deve ter sido, para muitas espécies de reprodução sexuada, um dos principais gatilhos para o desenvolvimento de estratégias de reprodução assexuada como acessório para se estabelecer no ambiente na ausência de parceiros do sexo oposto, tal como a reprodução clonal por fissão em *Ophiocomella ophiactoides* (HENDLER, 1991, MAcGOVERN, 2003). A grande variação genética entre populações separadas por distâncias curtas indica a natureza clonal de *Ophiocomella ophiactoides* (MLADENOV; EMSON, 1990), sendo tal diversidade genética

interpopulacional oriunda do isolamento e interrupções no fluxo de genes em função da baixa fertilidade e quase inexistência de recrutamento larval (MLADENOV; EMSON, 1990, HENDLER, 1991). Para esta espécie de ofiuroides, a fissiparidade com produção de clones pode ser mais rentável que o recrutamento larval, uma vez que a fissão pode criar um grande número de módulos geneticamente idênticos (rametas) formando um clone amplamente disperso no habitat onde a população se encontra, aumentando a aptidão do geneta através do aumento da biomassa de genótipos específicos (MLADENOV; EMSON, 1984, 1990, HENDLER, 1991). Estas informações podem indicar de que a reprodução sexuada em *Ophiocomella ophiactoides* é um resquício do seu ancestral, que aparentemente, de acordo com os estudos já realizados, contribui muito pouco para um dos principais alicerces da reprodução gamética, que seria a variabilidade genética dentro de uma espécie e de suas populações.

Algumas pesquisas já foram realizadas e diversas hipóteses já foram levantadas acerca do significado adaptativo da reprodução clonal em ofiuroides, as quais se encontram sintetizadas nos trabalhos de Mladenov e Emson (1990), Hendler (1991) e MacGovern (2003). Algumas hipóteses mais antigas e pouco prováveis (SIMROTH, 1877 citado por HENDLER, 1991) postulam que a simetria bilateral da larva predispõe os adultos a fissiparidade, sendo esta a hipótese menos convincente e explicativa, já que todos os equinodermos possuem larvas bilateralmente simétricas. Outra hipótese antiga sugere que a fissão surgiu em alguns táxons com a instalação da regeneração (LÜTKEN, 1873 citado por HENDLER, 1991). Foi proposto também que a fissiparidade se desenvolveu originalmente nas formas que tinham melhor habilidade para a autotomia (BELL, 1882 citado por HENDLER, 1991). Dentre as hipóteses recentes, propôs-se que a fissiparidade pode ter evoluído em associação com pequeno tamanho do corpo, a fecundidade baixa e desenvolvimento larval planctotrófico concomitante, como meio de assegurar o recrutamento (MLADENOV; EMSON, 1984). Outra hipótese levantada recentemente, com base na grande similaridade morfológica e genética entre *Ophiocomella ophiactoides* e *Ophiocoma pumila*, espécie pentâmera de reprodução exclusivamente sexuada, considerada uma espécie irmã de *O. ophiactoides* (MLADENOV; EMSON, 1990), é que esta última seria uma versão recente, derivada e diminuta de *O. pumila*, resultante de uma possível heterocronia provocada pela aceleração do alcance da maturidade sexual, tendo *O. ophiactoides* sido selecionada por sua capacidade de explorar a fissão e reprodução clonal (MLADENOV; EMSON, 1990).

Nenhuma das hipóteses até então formuladas respondem algumas questões sobre a reprodução clonal de *Ophiocomella ophiactoides*, tais como: 1) quais os prováveis eventos

que conduziram esta espécie a adquirir a reprodução assexuada por clonagem e simetria hexâmera? 2) A fissão e a simetria hexâmera surgiram concomitantemente em *O. ophiactoides*? 3) qual o possível local e momento geológico da história da Terra em que se deram estes eventos? A falta de registro fóssil do gênero *Ophiocomella*, como discutido no capítulo I, certamente inviabiliza a construção de modelos definitivos apresentando as possíveis rotas evolutivas que levaram esta espécie a adquirir reprodução clonal e simetria hexâmera, as quais permanecerão no campo hipotético. Apesar disso, alguns padrões recentes da biologia e ecologia da espécie juntamente com informações climáticas e paleoclimáticas, podem dar subsídios para construção de modelos hipotéticos com maior grau de consistência do que os apresentados até o momento. Embora, a nosso ver, a hipótese que postula que *Ophiocomella ophiactoides* seria uma derivação de *Ophiocoma pumila* seja coerente, a mesma não consegue explicar como teriam surgido as outras espécies do gênero *Ophiocomella*, também hexâmeras e fissíparas e não tão similares à *O. pumila*. Enfim, ainda há muito a ser descoberto sobre o significado adaptativo da fissiparidade e a ecologia de espécies de equinodermos fissíparos como *Ophiocomella ophiactoides*.

CONCLUSÕES

As populações de *Ophiocomella ophiactoides* do litoral baiano reproduzem-se essencialmente por clonagem em função das condições ambientais da região mesolitoral, mais instáveis que as do infra, conduzirem estes animais a alocar energia para clonar os indivíduos, que colonizariam mais rápido os habitats disponíveis do que se fossem reproduzir-se sexuadamente.

A constância na estatura corpórea média e reprodução clonal contínua das populações de *Ophiocomella ophiactoides* na Bahia revelam a ausência de sazonalidade para estes atributos populacionais ao longo do litoral do estado.

Ao contrário da densidade, a estatura corporal e a reprodução clonal não foram alteradas em função das condições climáticas extremas como o evento El Niño de dezembro de 2009, provavelmente em função de essas características terem sido selecionadas ao longo da evolução da espécie justamente por condições ambientais extremas.

A estatura corpórea e reprodução clonal de *Ophiocomella ophiactoides*, no que concerne aos estágios de regeneração e configuração dos braços, apresenta o mesmo padrão em ambientes tropicais do Hemisfério Sul (Província Biogeográfica Corrente da Guiana, entre 12 e 16° de latitude) e do Hemisfério Norte (Província Biogeográfica Caribenha), sugerindo que mesmo no caso destas populações estarem isoladas geograficamente na atualidade, o tempo existente de tal isolamento não foi suficiente para promover processos diferenciais de especiação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após discorrer ao longo dos cinco capítulos desta tese, retomam-se os primeiros parágrafos da introdução geral no sentido de reafirmar que, para se falar de biodiversidade com propriedade e fundamentação científica, seu componente básico – a espécie – necessita ser bem conhecida, tanto taxonômica quanto ecologicamente. Dentro do que foi possível no campo da metodologia científica, identificaram-se e resolveram-se problemas de ordem taxonômica e obtiveram-se informações sobre substratos preferenciais, distribuição espaço-temporal, estatura e reprodução clonal através do método hipotético-dedutivo por meio de coletas sistematizadas em campo e experimentos realizados em laboratório, estando todas estas abordagens diretamente relacionadas à biodiversidade, já que, a presença ou a ausência de *Ophiocomella ophiactoides* em determinadas localidades, em função de diversos fatores bióticos e abióticos, está relacionada com a diversidade biológica destes ambientes.

Informações inéditas foram obtidas para *Ophiocomella ophiactoides* na área de estudo, como a relação entre a queda da densidade populacional com eventos moderados de El Niño, distribuição latitudinal descontínua na costa do estado da Bahia e distribuição espacial do tipo agregada com ocorrência exclusiva ou predominante em áreas do mesolitoral com menor tempo de exposição. Confirmou-se, através de experimentos de laboratório a preferência desta espécie por algas calcárias articuladas e verificou-se que os padrões de estatura corpórea e reprodução assexuada contínua encontradas no estado da Bahia assemelham-se a padrões de estudos pretéritos realizados na região caribenha nos anos 80 do século XX.

A inexistência de registro fóssil para o gênero *Ophiocomella* não permite tirar conclusões mais consistentes acerca de onde a espécie realmente surgiu e como a mesma se dispersou, mas as informações recentes sobre a bioecologia da espécie e dados climáticos e ambientais permitem fazer algumas conjecturas coerentes acerca dos padrões biológicos relacionados à agregação, pequena estatura corpórea e reprodução essencialmente assexuada.

Alguns questionamentos levantados, sobre o exato tempo geológico onde *Ophiocomella ophiactoides* surgiu na Terra, atual papel da reprodução sexuada e se o destino desta é a regressão e desaparecimento para dar lugar a reprodução exclusiva por clonagem, bem como o tempo exato e a forma em que esta espécie chegou até o litoral brasileiro e baiano permanecerão ainda no campo hipotético.

Obviamente que esta pesquisa não esgotou o tema proposto para a investigação e ainda existe muito a ser feito para se conhecer um pouco mais da bioecologia de *Ophiocomella ophiactoides* na costa baiana e brasileira. Futuros estudos realizados com a

genética dessas populações, avaliando genetas e rametas, estudos comparativos entre as populações de meso e infralitoral considerando a fertilidade e reprodução sexuada *versus* reprodução assexuada e estudos mais amplos comparando a genética de populações brasileiras e caribenhas no intuito de verificar a nível genético algum processo de especiação são, certamente, os próximos passos a serem dados para aprofundar o conhecimento acerca desta espécie de invertebrado marinho que, ao longo de sua existência, optou em alocar energia em seus processos reprodutivos no sentido de sobreviver a todas as pressões que o meio ambiente lhe impôs.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. N; GUILLE, A. Ophiuroidea (Echinodermata) ao largo do Brasil: Banco dos Abrolhos, cadeia submarina Vitória-Trindade e plataforma continental adjacente. **Boletim do Museu Nacional, Série Zoologia**, Rio de Janeiro, n. 353, p. 1-30. 1991.
- ALMEIDA, A. O; COELHO, P. A; SANTOS, J. T. A; FERRAZ, N. R. Crustáceos decápodos estuarinos de Ilhéus, Bahia, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, p. 1-24. 2006. Disponível em <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?inventory+bn03406022006> ISSN 1676-0603>. Acessado em 02 ago 2011.
- AMARAL, A. C. Z.; JABLONSKI, S. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadiversidade**, v.1, n. 1, p. 43 – 51. 2005.
- APPELTANS, W; BOUCHET, P; BOXSHALL G.A; FAUCHALD, K; GORDON, D.P; HOEKSEMA, B.W; POORE, G.C.B; VAN-SOEST, R. W. M; STÖHR, S, WALTER, T. C; COSTELLO, M. J. (Org). **World Register of Marine Species (WoRMS)**. Disponível em <<http://www.marinespecies.org>>. Acesso em 25 jul 2011.
- ALVES, J. M. B.; SOUSA, C. A. REPELLI.; VITORINO, M. I.; FERREIRA, N. S. Episódios de La Niña na bacia do oceano pacífico equatorial e a distribuição sazonal e intrasazonal das chuvas no setor norte do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.12, p. 63-76. 1997.
- ALVES, J. M. B.; REPELLI, C. A: Variabilidade pluviométrica no setor norte do Nordeste e os eventos El-Niño Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.7, n.2, p. 583-592. 1992.
- ALVES, J. M. B.; REPELLI, C. A.; MELLO, N. G. A pré-estação chuvosa do setor norte do Nordeste Brasileiro e sua relação com a temperatura dos oceanos adjacentes. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 8, p. 22-30. 1993
- ALVES, O.F. S.; CERQUEIRA, W. R. P. Echinodermata das praias de Salvador (Bahia, Brasil). **Revista brasileira de Zoologia**, v. 17, n. 2, p. 543 – 553. 2000.
- ALVES, O. F. S; MANSO, C. L. C; ABSALÃO, R. S; PAIVA, P. C. Geocology of sublittoral benthic communities in Todos os Santos Bay (Bahia, Brazil): biotic and sedimentological diversity. **Journal of Coastal Research**, v. especial, n. 39, p.1-5. 2004.
- ALVES, S. L. S; PEREIRA, A. D.; VENTURA, C. R. R. Sexual and asexual reproduction of *Coscinasterias tenuispina* from Rio de Janeiro, Brazil. **Marine Biology**, v. 140, p. 95–101. 2002.
- ANDRADE, A. C. S; DOMINGUEZ, J. M. L. Informações geológico-geomorfológicas como subsídios à análise ambiental: o exemplo da planície costeira de Caravelas – Bahia. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 51, p. 9-17, 2002.

APOLUCENO, D. M. **A influência do porto de Ilhéus (BA) nos processos de acreção/erosão desenvolvidos após a sua instalação.** 132 p. Dissertação (Mestrado em Geologia), Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1998.

ARONSON, R. B. Hurricane effects on backreef echinoderms of the Caribbean. **Coral Reefs**, v. 12, p. 139-142. 1993.

ATTRILL, M. J; KELMO, F; JONES, M. B. Impact of the 1997-8 El Niño event on the coral reef-associated echinoderm assemblage from northern Bahia, NE Brazil. **Climate Research**, v. 26, p.151-158. 2004

ATTRILL, M. J; KELMO, F. Opportunistic responses of *Diadema antillarum* (Echinodermata: Echinoidea) populations following the 1997-98 El Niño event in Bahia, Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 73, p. 243-248. 2007.

AUSTIN, W. C.; HADIFIELD, M. G. Ophiuroidea: The brittle stars. In: R.H.Morris; Abbott, D. P.; Haderlie, E. C. **Intertidal Invertebrates of California**, Standford University Press, Standford, California. 1980. p. 146-159.

BAHIA. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Mapa de pluviometria da Bahia.** 2003. Disponível em <http://www.sei.ba.gov.br/images/bahia_sintese/bahia_numeros/mapas/pluviometria_bs.pdf> Acesso em: 01 de agosto de 2011.

BAHIA. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Boletim agrometeorológico semanal: estado da Bahia.** Convênio de cooperação técnica EMBRAPA/ UNICAMP/EBDA/INGÁ. 14p. 2009.

BERTALANFFY, L. von. A quantitative theory of organic growth (inquires on growth laws). **Human Biology**, v.10, n.2, p.181-213, 1938.

BERTALANFFY, L. von. Quantitative laws in metabolism and growth. **Quarterly Review of Biology**, v. 32, n.3, p.217-231. 1957.

BICUDO, C. E. M. Taxonomia. **Biota Neotropica**, v. 4, n. 1, p. 1. 2004. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v4n1/pt/editorial>> (capturado em 20/07/2011)

BINGHAM, B. L.; YOUNG, C. M. Influence of sponges on invertebrate recruitment - a field-test of allelopathy. **Marine Biology**, v. 109, p. 19-26. 1991.

BITTENCOURT, A. C. S. P; DOMINGUEZ, J. M. L; MARTIN, L; SILVA, I. R. Patterns of sediment dispersion coastwise the State of Bahia - Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** [online], v.72, n.2, p. 271-287. 2000.

BOERO, F. The Study of Species in the Era of Biodiversity: A Tale of Stupidity. **Diversity**, n. 2, p. 115-126. 2010 <doi:10.3390/d2010115>

BORGES, M. **Taxonomia, distribuição e biologia reprodutiva de Ophiuroidea (Echinodermata) das Regiões Sudeste e Sul do Brasil.** 2006. 143f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

BORGES, M; MONTEIRO, A. M. G; AMARAL, A. C. Z. Taxonomy of Ophiuroidea (Echinodermata) from the continental shelf and slope of the southern and southeastern Brazilian coast. **Biota Neotropica**, v.2, n.2, p. 1-18. 2002. <<http://www.biotaneotropica.org.br/v2n2/pt/abstract?article+BN02302022002>>.

BROWN, A.C.; A. McLACHLAN. **Ecology of sandy shores**. Elsevier, Amsterdam. 328pp. 1988.

CAIN, M. L; BOWMAN, W. D; HACKER, S. D. **Ecologia**, 1ª Edição, Editora Artmed, 639 p. 2011.

CASTRO C. B; PIRES, D. O. A bleaching event on a Brazilian coral reef. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 47, p. 87-90. 1999.

CERQUEIRA, W. R. P. **Taxonomia e Ecologia dos Ophiuroidea Gray, 1840 (Stellerioidea: Echinodermata) da Praia do Farol de Itapuã, Salvador, Bahia, Brasil.** 1995. 56f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas: Zoologia de Organismos Aquáticos) - Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1995.

CERQUEIRA, W. R. P. **Associações de Echinodermata no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia, e suas relações com o sedimento.** 2002. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2002.

CERQUEIRA, W.R.P.; COUTO, E.C.G. Equinodermos associados a diferentes tipos de substratos biológicos no Recife de Coroa Vermelha, Sul do Estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 27, 2008, Curitiba. **Resumos...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2008. p. 256.

CERQUEIRA, W.R.P; MENDES, F. M. Avaliação das terminologias de estruturas morfológicas utilizadas na taxonomia de Ophiuroidea (Echinodermata) com base nos conceitos de simetria radial e bilateral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 27, 2008, Curitiba. **Resumos...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2008. p. 250.

CERQUEIRA, W.R.P.; SEIXAS, L.B.; DIAS, M. A.; DIAS, T. L.; COELHO, M.A.C.; DUTRA, L.X.C.; VELAME, M.P.B.; BOTTICELLI, P. Equinodermos do Parque Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, (BA). I. Inventário e aspectos distribucionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 22, 2000. Cuiaba. **Resumos...** Sociedade Brasileira de Zoologia, p. 330.

CHAMELLO, R.; MILLAZZO, M. Effect of algal architecture on associated fauna: some evidence from phytal molluscs. **Marine Biology**, v.140, p. 981–990. 2002.

CHAO, S.M.; TSAI, C. C. Reproduction and population dynamics of the fissiparous brittle star *Ophiactis savignyi* (Echinodermata: Ophiuroidea). **Marine Biology**, v. 124, p. 77- 83. 1995.

- CHAPMAN M.G. Poor design of behavioural experiments gets poor results: examples from intertidal habitats. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 250, p. 77–95. 2000.
- CHAVES, R. R. Padrões da temperatura da superfície do Oceano Atlântico Norte e a convecção de verão sobre a América do Sul – análise observacional. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 23, n. 1, p. 27-38. 2005.
- CHEN, Z.Q.; MCNAMARA, K.J. End-Permian extinction and subsequent recovery of the Ophiuroidea (Echinodermata). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 236, p. 321– 344, 2006.
- CHRISTENSEN A. B. A new distribution record and notes on the biology of the fissiparous brittle star *Ophiactis simplex* (Ophiuroidea, Echinodermata) in Texas. **Texas Journal Science**, v. 56, p. 175–179. 2004.
- CIANCIARUSO, M.V., SILVA, I.A.; BATALHA, M.A. Diversidades filogenética e funcional: novas abordagens para a Ecologia de comunidades. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 93-103. 2009. < <http://www.biotaneotropica.org.br/v9n3/pt/abstract?article+bn01309032009>>
- CLARK, A. H. Echinoderms (other than holothurians) collected on the Presidential Cruise of 1938. **Smithsonian Miscellaneous Collections**, v. 98, n. 11, p. 1-18. 1939.
- CLARK, H. L. The Echinoderms of Porto Rico. **Bulletin of United States Fish Commission for 1900**, v.20, n.2, p. 231-263. 1901.
- CLARK, H. L. The echinoderm fauna of Torres Strait: its composition and its origin. **Dep. Marine Biology Carnegie Institute of Washington**, v. 10, p. 1-223. 1921.
- CLARK, H. L. A Handbook of the littoral echinoderms of Porto Rico and other West Indians islands. **Bulletin Science Surv. Porto Rico and Virgin Islands**, v. 16, n.1, p. 1-147. 1933.
- COUTO, E. C. G; SILVEIRA, F. L; ROCHA, G. R. A. Marine biodiversity in Brazil: Estado actual del conocimiento. **Gayana (Concepc.)**, vol. 67, n.2, pp. 327-340. 2003.
- COWIE R.H. Microhabitat choice and high temperature tolerance in the land snail *Theba pisana* (Mollusca: Gastropoda). **Journal of Zoology**, v. 207, p. 201–211. 1985.
- CROWE, T. P.; UNDERWOOD A. J. Testing behavioural “preference” for suitable microhabitat. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 225, p. 1–11. 1998.
- CRUZ, I. C. S.; KIKUCHI, R. K. P.; LEÃO, Z. M. A. N. Caracterização dos Recifes de Corais da Área de Preservação. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 9, n. 3, p. 3-23. 2009.
- CUEVAS, J. M. **O ouriço-do-mar *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758) como potencial recurso pesqueiro no sul da Bahia**. 2005. Dissertação (Mestrado em Zoologia Aplicada), Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.

CUEVAS, J. M.; COUTO, E.C.G. Avaliando o ouriço do mar *Echinometra lucunter* como recurso pesqueiro na Península de Maraú (Bahia, Brasil). **Gerenciamento Costeiro Integrado**, Itajaí - SC, v. 4, n.3, p. 1-4, 2005.

DELLA-SANTINA P.; NAYLOR E. Endogenous rhythms in the homing behaviour of the limpet *Patella vulgata* Linnaeus. **Journal of Molluscan Studies**, v. 60, p. 87–91. 1994.

DEVANEY, D. M. Studies on ophiocomid brittlestars: I. A new genus (*Clarkcoma*) of Ophiocominae, with a reevaluation of the genus *Ophiocoma*. Smithsonian Institution Press, v. 51, p. 1-41. 1970.

DIAS, I. C. C. M. **Biologia populacional de *Mellita quinquesperforata* Leske (1778) (Echinodermata: Clypeasteroidea: Mellitidae) na praia da Taíba, Ceará, Brasil.** 2008. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2008

DOMINGUEZ, J. M. L; BITTENCOURT, A. C. S. P; MARTIN L. Controls on Quaternary coastal evolution of the east-northeastern coast of Brazil: roles of sealevel history, trade winds and climate. **Sedimentology Geology**, v. 80, p. 213-232. 1992.

DUQUE, C; ROJAS, J; ZEA, S; ROCCATAGLIATA, A. J; MAIER, M. S; SELDES, A. M. Main sterols from the ophiuroids *Ophiocoma echinata*, *Ophiocoma wendtii*, *Ophioplocus januarii* and *Ophionotus victoria*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 25, n. 8, p. 775-778. 1997.

DU-REITZ, G. E. The fundamental units of biological taxonomy. **Svensk Botanisk Tidskrift**, v. 24, p. 333-428. 1930.

DUNCAN, P.M. On the Ophiuridae of the Mergui Archipelago, collected for the trustees of the Indian Museum, Calcutta, by Dr. John Anderson, F.R.S., Superintendent of the Museum. **Linnean Society Journal of Zoology**, v. 21, p. 85-120. 1887.

DUTRA, L.X.C; KIKUCHI, R.K.P; LEÃO, Z.M.A.N. Thirteen months monitoring coral bleaching on Bahia's north coast, Brazil. In: INTERNATIONAL CORAL REEFS SYMPOSIUM, 9. Bali, Indonesia. **Proceedings...**p. 373. 2000

EBERT, T. A. The consequences of broadcasting, brooding, and asexual reproduction in echinoderm metapopulations. **Oceanologica Acta**, v. 19, n.3-4, p. 217-226. 1996.

EBERT, T. A. Adaptive aspects of phenotypic plasticity in echinoderms. **Oceanologica Acta**, v. 19, n.3-4, p. 347-355. 1996.

EMSON, R. H.; MLADENOV, P. V.; WILKIE, I. C. Studies of the biology of the West Indian copepod *Ophiopsyllus reductus* (Siphonostomatoida: Cancerillidae) parasitic upon the brittlestar *Ophiocomella ophiactoides*. **Journal of the Natural History**, v. 19, p. 151-171. 1985.

EMSON, R. H.; MLADENOV, P. V. Brittlestar host specificity and apparent host discrimination by parasitic copepod *Ophiopsyllus reductus*. **Parasitology**, v. 94, p. 7-15. 1987.

EMSON, R. H., WILKIE, I. C. Fission and autotomy in echinoderms. **Oceanography and Marine Biology Annual Review**, v. 18, p. 155-250. 1980.

FREILE, D. 2004. Carbonate productivity rates of *Halimeda* at two different environments, San Salvador Island, Bahamas. SYMPOSIUM ON THE GEOLOGY OF THE BAHAMAS AND OTHER CARBONATE REGIONS GERACE RESEARCH CENTER, 11, 2004, **Proceedings...** San Salvador, Bahamas, 2004p. 95–106.

FRASCHETTI S.; TERLIZZE, A.; BOERO, F. How many habitats are there in the sea (and where)? **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, doi 10.1016/j.jembe.2008.07.015 (in press) 2008.

GOUVÊA, E.P.; LEITE, Y.M. A carcinofauna do fital de *Halimeda opuntia* (Linnaeus) Lamouroux e a variação sazonal de sua densidade. **Ciência e Cultura**, n.6, p. 596-600. 1980.

GRIMM, A. M., V. R. BARROS, DOYLE, M. E. Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña events. **Journal of Climate**, v. 13, p. 35-58. 2000.

GRIMM, A. M. The El Niño Impact on Summer Monsoon in Brazil: Regional Processes versus Remote Influences. **Journal of Climate**, v. 16, p. 263-280. 2003.

GRIMM, A. M. How do La Niña events disturb the summer monsoon system in Brazil? **Climate Dynamics**, v. 22, n.2-3, p. 123-138. 2004.

EMSON, R. H.; MLADENOV, P. V. Brittlestar host specificity and apparent host discrimination by parasitic copepod *Ophiopsyllus reductus*. **Parasitology**, v. 94, p. 7-15. 1987.

EMSON, R.H.; MLADENOV, P. V.; WILKIE, I.C. Studies of the biology of the West Indian copepod *Ophiopsyllus reductus* (Siphonostomatoida: Cancerillidae) parasitic upon the brittlestar *Ophiocomella ophiactoides*. **Journal of the Natural History**, v. 19, p. 151-171. 1985.

HANSKI, I. Metapopulation dynamics. **Nature**. n. 396, p. 41–49. 1998.

HECHTEL, G. J. Zoogeography of Brazilian marine Demospongiae. In: Harrison, F. W.; Cowden, R. R. (Org). **Aspects of Sponge Biology**, Academic Press, New York, p. 237–260. 1976.

HENDLER, G. Echinodermata: Ophiuroidea. In: GIESE, A.C; PEARSE, J. S; PEARSE, V. B. (Org.). **Reproduction of Marine Invertebrates**: vol. VI – Echinoderms and Lophophorates, The Boxwood Press, California, cap. 6, p. 355-510. 1991.

HENDLER, G; LITTMAN, B. S. The ploys of sex: relationships among mode of reproduction, body size and habitats of coral reef brittlestars. **Coral Reefs**, v. 5, p. 31-42. 1986.

HENDLER, G.; MILLER, J.E.; PAWSON, D.L.; KIER, P.M. **Sea stars, sea urchins and allies**: Echinoderms of Florida and the Caribbean. Washington: Smithsonian Institution Press. 391p. 1995.

HENKEL, T. P.; PAWLIK, J. R. Habitat use by sponge-dwelling brittlestars. **Marine Biology**, v. 146, p. 301-313. 2005.

HESS, H. Über zwei Ophiuren (*Ophiocoma? rasmusseni* n. sp. und *Ophiotitanos tenuis*) aus der Englischer Kreide. **Eclogae Geologicae Helvetiae**, v.53, n. 2, p. 747 - 757. 1960.

HESS, H. Die Ophiuren des englischen Jura. **Eclogae Geologicae Helvetia**, v. 57, n. 2, p. 755-821. 1964.

HUMES, A. G.; HENDLER, G. Biology and taxonomy of species of *Ophiopsyllus* and *Pseudanthessius* (Copepoda) associated with brittle stars (Ophiuroidea) in Belize. **Bulletin of Marine Science** v. 65, n. 3, p. 699-713. 1999.

ICZN **International Code of Zoological Nomenclature**. Fourth edition. The International Trust for Zoological Nomenclature. 1999. Disponível em: <<http://www.nhm.ac.uk/hosted-sites/iczn/code/>>. Acesso em 26 jul 2011.

JOHNS P. M.; MANN K. H. An experimental investigation of juvenile lobster habitat preference and mortality among habitats of varying structural complexity. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 109, p. 275-285. 1987.

KELAHER, B. P.; CASTILLA, J. C. Habitat characteristics influence macrofaunal communities in coralline turf more than mesoscale coastal upwelling on the coast of Northern Chile. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 63: 155–165. 2005.

KENNEDY, J. A.; J. N. A. HOOPER New species of toxic *Tedania* from northern Vanuatu (Porifera: Demospongiae: Poecilosclerida: Tedaniidae). **Memorians Queenslad Museum**, v. 45, p. 445–451. 2000.

KIKUCHI, RKP; LEÃO, ZMAN; OLIVEIRA, MDM, DUTRA, LXC; CRUZ, IC. Branqueamento de corais nos recifes da Bahia associado aos efeitos do El Niño 2003. In: CONG. PLANEJAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA, 2. Recife, Brasil. **Anais...** p. 213. 2004.

KOONSTRA, W. H. C. F.; VERBRUGGEN, H. Genetic patterns in the calcified tropical seaweeds *Halimeda opuntia*, *H. distorta*, *H. hederacea*, and *H. minima* (Bryopsidales, Chlorophyta) provide insights in species boundaries and interoceanic dispersal. **Journal of Phycology**, v. 41, p. 177–187. 2005.

KREBS, C. J. **Ecology**: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. 6^a Edição. Benjamin Cummings, San Francisco. 655 p. 2009.

KROH, A. Climate changes in the Early to Middle Miocene of the Central Paratethys and the origin of its echinoderm fauna. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 253, p. 169–207. 2007.

LASKER, H; COFFROTH M. A. Responses of clonal reef taxa to environmental change. **American Zoologist**, v. 39, p. 92-103. 1999.

LAWRENCE, J. Analyses of characteristics of echinoderms associated with stress and disturbance. In: YANAGISAWA; YASUMASU; OHUTO; SUZUKI; MOTOKAWA (Org.). **Biology of Echinodermata**, Balkema, Rotterdam, p. 11-25. 1991.

LAWRENCE, J. M.; HERRERA, J. Stress and deviant reproduction in echinoderms. **Zoological Studies**, v. 39, n. 3, p.151-171. 2000.

LEÃO, Z. M. A. N. The coral reefs of Bahia: morphology, distribution and the major environmental impacts. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v 68, n. 3, p. 339-452. 1996.

LEÃO, Z. M. A. N.; ARAUJO, T. M. F.; NOLASCO, M. C. Recifes de corais do Estado da Bahia. In: K. SUGUIO *et al.* (Org). SIMPÓSIO DO QUATERNÁRIO NO BRASIL, 4. **Anais...** 1982. Rio de Janeiro: 225-258. 1982

LEÃO, Z. M. A. N.; ARAUJO, T. M. F.; NOLASCO, M. C. The coral reefs off the coast of eastern Brazil. In: J. H. CHOAT *et al.* (Org), INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM, 6. **Proceedings...**1988. Australia, 3: 339-347. 1988.

LEÃO, Z. M. A. N.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; NOLASCO, M. C.; MARTIN, L. The effects of Holocene sea level fluctuations on the morphology of the Brazilian coral reefs. **Revista Brasileira de Geociências**, v.15, n. 2, p. 154-157. 1985.

LEÃO, Z.M.A.N; KIKUCHI, R.K.P; OLIVEIRA, M.D.M. Coral bleaching in Bahia reefs and its relation with sea surface temperature anomalies. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p. 69-82. 2008. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/en/abstract?article+bn00808032008>>. Acessado em 02 ago 2011.

LEÃO, Z. M. A. N; KIKUCHI, R. K. P; OLIVEIRA, M. D. M; VASCONCELOS, V. Status of Eastern Brazilian coral reefs in time of climate changes. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v.5, n.2, p. 224-235. 2010.

LEÃO ZMAN, KIKUCHI RKP, TESTA V. Corals and coral reefs of Brazil. In: CORTÊS, J (Org.) LATIN AMERICA CORAL REEFS, 1. Elsevier. Amsterdã, Holanda. **Proceedings...** p. 9-52. 2003.

LERNER, C; MOTHESES, B; CARRARO, J. L. Novos registros e ampliação de limites meridionais de distribuição de poríferos (Porifera, Demospongiae) no Atlântico sudoeste. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 3, p. 596 – 612. 2005.

LIMA, M. L. F. **Variação Temporal da Fauna de Ophiuroidea (Echinodermata) Associada aos Fitais do Recife de Coral da Ponta Verde, Maceió, Alagoas, Brasil.** Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos). Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió. 122 p. 2011

LONGHINI, C. M. **Biogeoquímica do carbono no platô recifal de Coroa Vermelha, Santa Cruz de Cabralia – Bahia.** Dissertação. Mestrado em Sistemas Aquáticos Tropicais. Área de

Concentração: Ecologia e Meio Ambiente. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA. 71 p. 2010.

LOPES, C. P.; CERQUEIRA, W. R. P. Crescimento e aspectos da biologia reprodutiva de *Lytechinus variegatus* Lamarck, 1816 (Echinodermata: Echinoidea) na praia da Ribeira, Salvador, Bahia, Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, v.7, n.4, p. 370-376. 2007.

LOPES, D. H. Controle do processo de regeneração celular em planárias *Schmidtea mediterranea* pelo método double-stranded RNA. **Investigação**. v.10, p. 49-53. 2010.

LOPÉS-VICTORIA, M; DÍAZ, J.M. Morfología y estructura de las formaciones coralinas del archipiélago de San Bernardo, Caribe Colombiano. **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias**, v. 24, n. 91, p. 219-230. 2000.

LUGO, A. E. Effects and outcomes of Caribbean hurricanes in a climate change scenario. **The Science of the Total Environment**, v. 262, p. 243-251. 2000.

MACHADO, A. J.; ANDRADE, E. J.; ARAÚJO, H. A. B. Fauna de Foraminíferos do Litoral Norte do Estado da Bahia. **Revista de Geologia**, .v. 19, n. 2, p. 147-154. 2006.

MACPHERSON, E. Species range size distributions for some marine taxa in the Atlantic Ocean. Effect of latitude and depth. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 80, p. 437 - 455. 2003.

MAGALHÃES, W.F.; MARTINS, L.R.; ALVES, O.F.S. inventário dos echinodermata do estado da Bahia. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v, 9, n. 1, p. 61-65. 2005.

MAGALHÃES, W. F.; SOUTO, C. A. ; MARTINS, L. R.; ALVES, O. F. S. Macrofauna Bentônica associada as algas *Halimeda opuntia* e *Amphiroa fragilissima* na praiade Itapuã, Salvador, Bahia, Brasil. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIENCIAS DO MAR, 7, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis. Aoceano, 2007, p. 271-272.

MAIDA, M; PADOVANI-FERREIRA, B. Coral reefs of Brazil: an overview. In: INTERNATIONAL REEF SYMPOSIUM, 8, 1997. **Proceedings...** p. 1997. 263-274.

MANSO, C.L.C.; ALVES, O. F. S.; MARTINS, L. R. Echinodermata da Baía de Todos os Santos e da Baía de Aratu (Bahia, Brasil). **Biota Neotropica**, v.8, n.3, p. 179-196. 2008. <<http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/en/abstract?article+bn02208032008>>

MARGALEF, R. **Ecologia**. Omega, Barcelona, 951 pp. 1989.

MARIN, F. R.; SENTELHAS, P. C.; NOVA, N. A. V. Influência dos fenômenos El Niño e La Niña no clima de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 15, n. 1, p. 123-129. 2000.

MARTINS, F. R.; SANTOS, F. A.M. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. **Revista Holo**s, p. 236-267. 1999. Edição Especial.

- MARTINS, L. R.; SOUTO, C.A.; ALVES, O. F. S. 2007. Habitats preferenciais da equinodermatofauna de Salvador, Bahia, Brasil. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR, 12, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis. Aoceano, 2007. v. 1. p. 188-188.
- MASUNARI, S. The phytal of the alga *Amphiroa fragilissima*. **Studies in Neotropical Fauna Environment**, v. 18, n. 3, p.151-162. 1983.
- McGOVERN, T. M. Patterns of sexual and asexual reproduction in the brittle star *Ophiactis savignyi* in the Florida Keys. **Marine Ecology Progress Series**, v. 230, p. 119-126. 2002a.
- McGOVERN, T. M. Sex ratio and clonal reproduction in the brittle star *Ophiactis savignyi*. **Evolution**. v.56, n. 3, p. 511-517. 2002b.
- McGOVERN, T. M. Plastic reproductive strategies in a clonal marine invertebrate. **Proceedings of the Royal Society of London**, n. 270, p. 2517-2522. 2003.
- McNEILL, D.F; BUDD, A.F; BORNE, P. F. Earlier (late Pliocene) first appearance of the Caribbean reef-building coral *Acropora palmata*: Stratigraphic and evolutionary implications. **Geology**, v. 25, n.10, p. 891–894. 1997
- MEDEIROS-BERGEN, D. E; EBERT, T. A. Growth, fecundity and mortality rates of two intertidal brittlestars (Echinodermata: Ophiuroidea) with contrasting modes of development. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 189, n. 1, p. 47-64. 1995.
- MELO, A. S. O que ganhamos ‘confundindo’ riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p. 21-27. 2008. <<http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/en/abstract?point-of-view+bn00108032008>>
- MICAEL, J.; ALVES, M.J.; COSTA, A.C.; JONES, M.B. Exploitation and Conservation of Echinoderms. **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review**, v. 47, p. 191-208. 2009.
- MILOSLAVICH, P.; DIAZ, J.M.; KLEIN, E.; ALVARADO, J. J.; DIAZ, C.; GOBIN, J.; ESCOBAR-BRIONES, E.; CRUZ-MOTTA, J. J.; WEIL, E.; CORTÉZ, J.; BASTIDAS, A. C.; ROBERTSON, R.; ZAPATA, F.; MARTÍN, A.; CASTILLO, J. KAZANDJIAN, A.; ORTIZ, M. Marine Biodiversity in the Caribbean: Regional Estimates and Distribution Patterns. 2010. **PLoS ONE**. Disponível em: <<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0011916>>, Acessado em 14/12/2011.
- MLADENOV, P. V. development and metamorphosis of the brittle star *Ophiocoma pumila*: evolutionary and ecological implications. **Biological Bulletin**, v. 168, p. 285-295. 1985.
- MLADENOV, P. V. Environmental factors influencing asexual reproductive process in echinoderms. **Oceanologica Acta**, v19, p. 227-235. 1996.
- MLADENOV, P. V.; BURKE, R. D. Echinodermata: asexual propagation. In: ADIYODI, K. G.; ADIYODI, R. G. (Org.) **Reproductive Biology of Invertebrates**. Oxford and IBH Publications, New Dehli, p. 339–383. 1994.

MLADENOV, PV; EMSON, RH. Divide and broadcast: sexual reproduction in the West Indian brittle star *Ophiocomella ophiactoides* and its relationship to fissiparity. **Marine Biology (Berlin)**. v 81, p. 273-282. 1984.

MLADENOV, PV; EMSON, RH. Density, size structure and reproductive characteristics of fissiparous brittle stars in algae and sponges: evidence for interpopulational variation in levels of sexual and asexual reproduction. **Marine Ecology Progress Series**. v. 42, p. 181-194. 1988.

MLADENOV, PV; EMSON, RH. Genetic structure of populations of two closely related brittle stars with contrasting sexual and asexual life histories, with observations on the genetic structure of a second asexual species. **Marine Biology (Berlin)**. 104: 265-274. 1990.

MLADENOV, P. V.; EMSON, R. H.; COLPIT, L. V.; WILKIE, I. C. Asexual reproduction in the West Indian brittle star *Ophiocomella ophiactoides* (H. L. Clark) (Echinodermata: Ophiuroidea). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 72, p. 1-23. 1983.

MORAES, E.M.S; CORREIA, M. D. 2004. Ophiuroidea associados a macroalga *Caulerpa racemosa* do recife de coral da Ponta Verde, Maceió, AlagoasXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 25. **Resumos...** p. 420.

MORAES, S. S.; MACHADO, A. J. Avaliação das condições hidrodinâmicas de dois recifes costeiros do litoral norte do estado da Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, n. 2, p. 201-210. 2003.

MOTHES, B.; HAJDU, E.; VAN SOEST, R. W. M. *Tedania brasiliensis* new species (Demospongiae, Peocilosclerida, Tedaniidae) from Brazil, with some remarks about the genus *Tedania* in the tropical southwestern Atlantic. **Bulletin of Marine Science**, v. 66, p. 1-11. 2000.

NATANSON, L. J; KOHLER, N. E; ARDIZZONE, D. CAILLIET, G. M. WINTNER, S. P; MOLLET, H. F. Validated age and growth estimates for the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, in the North Atlantic Ocean. **Environment Biology Fish**, v. 77, p. 367-383. 2006 <DOI 10.1007/s10641-006-9127-z>.

NUGUES, M. N.; SZMANT, A. M. Coral settlement onto *Halimeda opuntia*: a fatal attraction to an ephemeral substrate? **Coral Reefs**, v. 25, p. 585-591. 2006.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Guanabara. 434p. 1988.

OLABARRÍA, C.; UNDERWOOD, A.J.; CHAPMAN, M.G. Appropriate experimental design to evaluate preferences for microhabitat: an example of preferences by species of microgastropods. **Oecologia**, v. 132, p. 159-166. 2002.

PAPAVERO, N. (Org.) **Fundamentos Práticos de Taxonomia Zoológica**. 2ª Edição (revista e ampliada). Unesp Editora, São Paulo, 285 p. 1994.

PARSLOW, R. E.; CLARK, A. M. Ophiuroidea of the Lesser Antilles. **Studies on the fauna of Curaçao and Other Caribbean Islands**, v. 15, p. 24-50. 1963.

PAULY, D. Length-converted catch curves and the seasonal growth of fishes. **ICLARM Fishbyte**, v.8, n.3, p.33-38, 1990.

PAZOTO, C. E. M; VENTURA, C. R. R; SILVA, E. P. Genetic contribution of sexual and asexual reproduction to the recruitment of a sexually unbalanced population of *Coscinasterias tenuispina* (Echinodermata: Asteroidea) in Rio De Janeiro, Brazil. In: Durham – Harris *et al.* (Org). **Echinoderms**. Taylor & Francis Group, London, p. 473-478. 2010.

PEARSE, J. S; CAMERON, A. Echinodermata: Echinoidea. In: GIESE, A.C; PEARSE, J. S; PEARSE, V. B. (Org.). **Reproduction of Marine Invertebrates**: vol. VI – Echinoderms and Lophophorates, The Boxwood Press, California, cap. 7, p. 513-662. 1991.

PERRY, C. T.; TAYLOR, K. G. Inhibition of dissolution within shallow water carbonate sediments: impacts of terrigenous sediment input on syn-depositional carbonate diagenesis. **Sedimentology**, v. 53, p. 495–513. 2006.

PIANKA, E.R. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. **American Naturalist**, n. 100, p. 33-46. 1966.

PEREIRA, V. C.; SOBRINHO J. E.; OLIVEIRA, A. D.; MELO, T. K.; VIEIRA, R. Y. M. Influência dos eventos El Niño e La Niña na precipitação pluviométrica de Mossoró-RN. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer. Goiânia, v.7, n.12, p. 1-13. 2011.

POGGIO, C. A; LEÃO, Z. M. A. N; MAFALDA-JUNIOR, P. Registro de branqueamento sazonal em *Siderastrea* spp. em poças intermareais do recife de Guarajuba, Bahia, Brasil. **Interciência**, v. 34, n. 7, p. 502-506. 2009.

POMORY, C. M. Key to the common shallow-water brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea) of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. **Caribbean Journal of Science** (publicação especial), n. 10, p. 1-42. 2007.

REIS, G. M.; RIBEIRO-JR, J. I. Comparação de testes paramétricos e não paramétricos aplicados em delineamentos experimentais, p. 1-13. 2007. SIMPÓSIO ACADÊMICO DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 3, **Anais...** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 2007. Disponível em < <http://www.saepru.ufv.br/Image/artigos/SA03.pdf>>, acessado em 11/11/2011.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 503 p. 1996.

ROCHA, L. A. A barreira do Amazonas e a diversidade marinha brasileira. **Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia**, n. 72, p. 3-5. 2003.

RUPPERT, E. E.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. 6a edição. Editora Rocca. São Paulo. 1029p. 1996

SANTA-ISABEL, L. M. **Caracterização da bioerosão interna dos recifes de Guarajuba com ênfase nos macroperfuradores bivalvos, sipunculídeos e poliquetas**, Litoral Norte

do estado da Bahia. 141 p. Tese (Doutorado em Geociências), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2001.

SANTANA, Alan Machado. **Comunidade de Echinodermata no afloramento rochoso da praia do Farol de Itapuã, Salvador, Bahia, Brasil.** 2011, 38f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto de Ciências Naturais e da Saúde, Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2011.

SANTANA, Andrea Marry Lima de. **Assembléias de equinodermos associados aos fitais de *Halimeda opuntiae* e *Amphiroa fragilissima* nas praias de Itapuã (Salvador) e Ipitanga (Lauro de Freitas), Bahia.** 2008, 45f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas – Ecologia) - Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2008.

SAMPAIO, F. L. M. **Distribuição espaço-temporal de mega equinodermos e reprodução assexuada de *Linckia guildingii* (Echinodermata: Asteroidea) no platô do recife de Coroa Vermelha, Bahia, Brasil.** 30 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Aquáticos Tropicais), Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2010.

SANTOS, G. J. G. **Taxonomia e Distribuição de Poecilosclerida (Porifera: Demospongiae) da Baía de Camamu e adjacências.** Dissertação (Mestrado em Mestrado em Diversidade Animal) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Mapa de Tipologias Climáticas: Köppen, escala 1:2.000.000.** In: SEI (Org.) Atributos Climáticos do Estado da Bahia, escala 1:250.000, data dos dados: 1943-90. 1998.

SILVA, F. P. **Inventário dos Brachyura das praias do litoral norte, Bahia.** Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Ciências Biológicas) - Faculdade de Tecnologia e Ciências de Salvador. 2009

SILVA, I. R.; BITTENCOURT, A. C. S. P; DOMINGUEZ, J. M. L; SILVA, S. B. M. Uma contribuição à gestão ambiental da costa do descobrimento (litoral sul do estado da Bahia): avaliação da qualidade recreacional das praias. **Geografia**, v. 28, n. 3, p. 397-414. 2003.

SMITH A. B.; F.L.S.; PATERSON, G. L. J.; LAFAY, B. Ophiuroid phylogeny and higher taxonomy: morphological, molecular and palaeontological perspectives. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 114, p. 213–243. 1995.

SOUTO, C. A. **Ophiuroidea Gray, 1840 (Echinodermata) associados ao fital da praia do Farol de Itapuã, Salvador, Brasil.** 2008, 28f. Monografia (Bacharelado em Organismos Aquáticos) – Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

SPRINGER, E. A.; TURNER, L. R. Population biology of the fissiparous brittlestar *Ophiocomella ophiactoides* (H.L. Clark) in sponge and algal habitats. NORTH AMERICAN ECHINODERM CONFERENCE. 4, 2001, **Abstracts...** p. 24.

STÖHR, S; O'HARA, T. **World Ophiuroidea database.** 2007. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/ophiuroides>>. Acesso em 25 jul 2011.

- STÖHR, S. *Ophiocomella ophiactoides* (H.L. Clark, 1901). In: STÖHR, S; O'HARA, T. (Org.) **World Ophiuroidea Database**. 2011. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/Ophiuroidea/aphia.php?p=taxdetails&id=243584>>. Acessado em 26 jul 2011.
- TANAJURA, C. A. S.; GENZ, F.; ARAÚJO, H. A. Mudanças climáticas e recursos hídricos na Bahia: validação da simulação do clima presente do HADRM3P e comparação com os cenários A2 E B2 para 2070-2100. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.3, 345 - 358, 2010.
- TANURE, B. M; CERQUEIRA, W. R. P. Crescimento De *Ophioderma cinereum* (Müller & Troschel, 1842) (Echinodermata: Ophiuroidea) mm duas praias rochosas da cidade de Salvador, Bahia, Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, v.7, n.4, p. 360-369. 2007.
- TAVARES, Y.A.G. **Ecologia populacional de *Mellita quinquesperforata* Leske, 1778 (Echinodermata: Echinoidea: Clypeasteroidea) em diferentes praias do litoral do Paraná, Brasil**. 1996. 191f. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1996.
- TOMMASI, L. R. Os ofiuroides do Brasil e regiões vizinhas. **Contribuições do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, série Oceanografia Biológica**, v. 20, p. 1-146. 1970.
- TOMMASI, L. R. 1999. Echinodermata Recentes e Fósseis do Brasil. In: **Invertebrados Marinhos Registrados no Litoral Brasileiro**. <<http://www.bdt.fat.org.br/zoologia/echinodermata>> acesso em 20/10/2004 (não está mais disponível *on line*)
- TOMMASI, L. R.; ARON, M. A. Equinodermes da plataforma continental do Sudeste do Estado da Bahia. **Relatório Interno, Instituto Oceanográfico Universidade de São Paulo**, n.6, p. 1-6. 1988
- VENTURA, C. R. R. **Biologia de *Astropecten brasiliensis* Müller & Troschel, 1842 e *Astropecten cingulatus* Sladen, 1889 (Echinodermata: Asteroidea) na região de Cabo Frio, RJ**. 1997. 80f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas - Zoologia)-Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 1997.
- VENTURA, C. R. R.; CERQUEIRA, W. R. P.; COSTA-LOTUFO, L. V.; FREIRE, C. A. O.; HADEL, V. F.; MANSO, C. L. C.; GOUVEIA, A. M. G. SILVA, J. R. M. C; TIAGO, C. G. Echinodermata. In: ROCHA, R. M; BOEGER, W. A. P. (Org.). **Estado da arte e perspectivas para a Zoologia no Brasil**, 2009. cap. 11, p. 183-203.
- VENTURA, C. R. R.; LIMA, R. P. N.; NOBRE, C. C.; VERISSIMO, I.; ZAMA, P. C. Filo Echinodermata. In: LAVRADO, H.P.; IGNACIO, B.L. (Org.). **Biodiversidade bentônica da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. Série Livros, n. 18, 2006. cap. 9, p. 339-389.
- VENTURINI, N.; L. R. TOMMASI, M. C. BICEGO, AND C. C. MARTINS. Characterization of the benthic environment of a coastal area adjacent to an oil refinery, Todos os Santos Bay (NE-Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 52, n. 2, p. 123-134. 2004.

- WEBSTER N. S.; SMITH L.D.; HEYWARD A. J.; WATTS J. E. M.; WEBB, R. I.; BLACKALL, L.L.; NEGRI, A.P. Metamorphosis of a scleractinian coral in response to microbial biofilms. **Applications Environmental Microbiology**, v. 70, p. 1213–1221. 2004.
- WILKIE, I. C. Is muscle involved in the mechanical adaptability of echinoderm mutable collagenous tissue? **The Journal of Experimental Biology**, v. 205, p. 159-165. 2002.
- WILKIE, I.C.; EMSON, R. H.; MLADENOV, P. V. Morphological and mechanical aspects of fission in *Ophiocomella* (Echinodermata: Ophiuroidea). **Zoomorphology (Berlin)**, v. 104, p. 310-322. 1984.

GLOSSÁRIO DE TERMOS TAXONÔMICOS

A

Aboral: região oposta à boca, chamada por alguns autores também de região dorsal. Região do corpo dos ofiuroides que apresentam estruturas de importância taxonômica, como placas, escudos radiais, escamas, etc.

Ápice da mandíbula: extremidade de cada mandíbula, mais próxima do centro do disco, onde se encontram os dentes e as papilas orais (quando presentes).

B

Boca: abertura anterior do trato digestório, servindo de referência para a região oral.

Braços: projeções distais, radiais e móveis do disco, que podem ser simples ou ramificados e usualmente em número de 5 ou múltiplos de 5, podendo, entretanto, apresentar-se em número de seis nas espécies de ofiuroides hexâmeros como *Ophiocomella* e algumas espécies de *Ophiactis*. Adotamos neste trabalho a terminologias “região superior” e “região inferior” para definir o braço visto pela região aboral e região oral do disco, respectivamente. Nos braços encontram-se estruturas de importância taxonômica como as placas superiores e inferiores, espinhos braquiais e escamas tentaculares.

Braquial: termo que se refere a uma estrutura localizada no braço (placas braquiais, espinhos braquiais).

D

Disco: parte ou região central do corpo, excluindo-se os braços, mas de onde eles se originam e projetam. O corpo do animal propriamente dito, onde se encontram os órgãos internos, apresentando duas faces: 1) face oral, onde se encontra a boca, mandíbulas, dentes, papilas infradentais, papilas orais, escama tentacular oral, escudos oral e adoral, fendas bursais e placas genitais e 2) face aboral, onde encontram-se os escudos radiais e estruturas de revestimento, que podem ser escamas, espinhos, grânulos, tubérculos, papilas ou uma combinação destas estruturas.

Distal: termo comparativo que se refere a uma estrutura ou região distante ou mais distante do que a outra em relação ao disco, ou do ponto central deste ou da boca, na direção contrária do centro do corpo.

Dorsal: ver Oral

E

Escamas: formações calcárias epidérmicas que revestem o disco. Cada uma das numerosas placas do disco que lembram pequenas escamas. Constituem a parte superficial do esqueleto e podem existir escamas primárias e secundárias em algumas espécies. Estruturas de importância taxonômica.

Escamas tentaculares: são pequenas escamas móveis que podem estar presentes ou não nas placas inferiores dos braços, associadas aos pés ambulacrais. O papel destas escamas é fechar o poro ambulacral quando o pé ambulacral encontra-se retraído. Quando presentes, podem variar em número e formato, assim como estes podem variar ao longo dos segmentos dos braços.

Escudos radiais: cada uma das placas relativamente largas encontradas na superfície aboral do disco, presente em pares, na região marginal do disco e próximas à base dos braços, na região onde estes se conectam com o disco. Os escudos radiais podem apresentar-se lisos ou cobertos de estruturas como grânulos, espinhos, etc., bem como podem apresentar coloração particular, diferente da do disco.

Espinhos: projeções calcárias externas, alongadas, mais ou menos cilíndricas ou cônicas e frequentemente afiladas. Podem estar presentes em todo o disco, apenas na margem, presentes nas duas ou em apenas uma face do disco

Espinhos braquiais: são as projeções calcárias externas e alongadas encontradas nas placas laterais dos braços. Podem variar em número e formato ao longo dos segmentos dos braços, e alguns podem apresentar características especiais, como por exemplo, o quarto espinho, visto da região superior para a inferior apresentar forma de gancho.

F

Fendas bursais: são as aberturas das bursas, normalmente em número de 10, sendo duas em cada espaço inter-radial, localizadas na periferia da região oral do disco, nos dois lados da base de cada braço. As bursas são órgãos do disco formados por evaginação da epiderme e associadas às gônadas, em função disso, as fendas bursais são chamadas por alguns autores de fendas genitais.

Fenda oral: espaço entre duas mandíbulas vizinhas.

Flabeliformes: em forma de leque

G

Grânulos: são pequenos corpúsculos de carbonato de cálcio, protuberâncias arredondadas, hemisféricas ou irregulares, que podem ser encontrados sobre a superfície das placas, mas não fundidas a elas, e sem portar nenhum apêndice.

I

Inter-radial: o mesmo que inter-radio, inter-raio, e interambúlacro. Região que consiste em cada uma das seções do disco, oral e aboral, entre os braços, ou refere-se a uma estrutura localizada nesta região.

O

Oral: região da boca ou na mesma superfície na qual a boca se encontra. Parte de baixo, oposta à parte de cima, ou referente estruturas localizadas nesta região. Chamada por alguns autores também de região ventral.

P

Papilas: são elementos do esqueleto localizados na mandíbula (papilas orais, papilas infradentais) ou pequenas protuberâncias na parede do corpo que ornamentam o disco.

Papilas dentais: o mesmo que papilas infradentais ou papilas dentárias (ver papilas infradentais)

Papilas infradentais: são papilas ou projeções calcárias na extremidade apical de cada mandíbula (região mais proximal), sobre a placa dental e acima da série de dentes. Pode se apresentar como uma única papila infradental, um par de papilas infradentais ou um feixe de papilas dentais.

Papila oral: cada uma de uma série de projeções calcárias (pequenas placas) em forma de escama ou espinho, que margeiam a borda de cada lado da mandíbula na região mais externa (próxima ao substrato)

Placa acessória do braço: denominada por alguns autores como placa dorsal acessória ou simplesmente placa acessória. São cada uma das pequenas placas localizadas simetricamente dos dois lados da região superior de cada segmento dos braços, localizada entre a placa superior e a placa lateral de cada segmento do braço.

Placa genital: também chamada de escama genital. Placa que margeia cada fenda bursal (=fenda genital). Pode estar presente ou ausente.

Placa lateral do braço: par de placas localizadas nas laterais de cada segmento dos braços, nas quais se inserem os espinhos braquiais.

Placa superior do braço: também denominada placa dorsal do braço. Cada uma das placas da região superior de cada segmento do braço. Podem apresentar diversos formatos (elíptica, trapezoidal, losangular, flabeliforme, romboidal, etc.), e podem apresentar-se subdivididas ou não. Importantes na taxonomia.

Placa inferior do braço: também denominada placa ventral do braço. Cada uma das placas da região inferior de cada segmento do braço. Nas laterais inferiores destas placas existem os poros ambulacrais de onde se projetam os pódios, onde podem ser observadas as escamas tentaculares, quando presentes.

Proximal: termo comparativo que se refere a uma estrutura ou região próxima ou mais próxima do que a outra em relação ao disco, ou do ponto distante deste, dirigindo-se ao centro do corpo.

V

Ventral: ver Oral

ANEXOS

ANEXO A

INFORMAÇÕES REFERENTES ÀS DATAS DE PUBLICAÇÃO DA ESPÉCIE *Ophiocomella ophiactoides* (COMO *Ophiacantha ophiactoides*): A) RESUMO CONSTANDO A DATA DE 15 DE SETEMBRO DE 1900; B) CABEÇALHO DA PRANCHA DAS ILUSTRAÇÕES CONSTANDO A DATA DE 1900; C) DATA DA PUBLICAÇÃO DO VOLUME CONTENDO A PUBLICAÇÃO DE *OPHIACANTHA OPHIACTOIDES*: 04 DE OUTUBRO DE 1901.

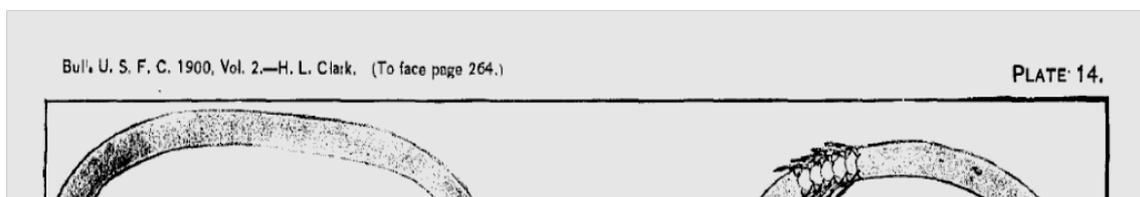
1)

SUMMARY.

An examination of the collections made at the various stations as given above shows that Mayaguez and its vicinity proved to be the best locality for the collecting of echinoderms, although the vicinity of Culebra Island and that of San Juan Harbor, each offers a very good field. At Mayaguez, within a radius of 9 miles, 43 species were collected (2 crinoids, 5 asteroids, 25 ophiuroids, 8 echinoids, and 3 holothurians), of which 24 were not taken elsewhere and 1 is new to science. In the vicinity of Culebra about 40 species were taken (1 crinoid, 5 asteroids, 21 ophiuroids, 5 echinoids, and 8 holothurians), of which 11 were not taken elsewhere and 2 are new. At San Juan, within a radius of 1½ miles, 35 species have been collected (6 asteroids, 16 ophiuroids, 6 echinoids, and 7 holothurians), of which 8 were not taken elsewhere and 2 are new. The littoral collecting at San Juan proved the best, perhaps because more thoroughly done, but Ponce is a close second, and nearly a third of the species taken at the latter place were not found elsewhere. San Juan proved to be the best place for starfishes, Ponce or Culebra for littoral brittle-stars, Arroyo or Ponce for littoral echinoids, and San Juan for holothurians. Of littoral forms, the commonest starfish is apparently *Pentaceros reticulatus*, the commonest brittle-star *Ophiocoma echinata* or *Ophiothrix angulata*, the commonest sea-urchin *Toxopneustes variegatus* or *Echinometra subangularis*, and *Stichopus möbii* is probably the commonest holothurian.

OLIVET COLLEGE, September 15, 1900.

2)



3)

CLARK, HUBERT LYMAN.—The Echinoderms of Porto Rico. <Bull. U. S. Fish Com. for 1900, part 2, pp. 231 to 263, plates 14 to 17. Date of publication, October 4, 1901.

	Page.		Page.
<i>Ophiactis longibrachia</i>	246	<i>Ophialeca glabra</i>	249
<i>Amphipura bhamula</i>	247	<i>Ophioplithaca spinissima</i>	250
<i>Ophionereis olivacea</i>	248	<i>Ophioscolex serratus</i>	250
<i>Ophiacantha ophiactoides</i>	249	<i>Holothuria densipedes</i>	257

ANEXO B

ARTIGO 21 DO CÓDIGO INTERNACIONAL DE NOMENCLATURA ZOOLOGICA (ICZN, 1999)

Article 21. Determination of date.

21.1. Date to be adopted. Except as provided in [Article 3](#), the date to be adopted as the date of publication of a work and of a contained name or nomenclatural act is to be determined in accordance with the following provisions.

21.2. Date specified. The date of publication specified in a work is to be adopted as correct in the absence of evidence to the contrary.

21.3. Date incompletely specified. If the day of publication is not specified in a work, the earliest day on which the work is demonstrated to be in existence as a published work is to be adopted as the date of publication, but in the absence of such evidence the date to be adopted is

21.3.1. the last day of the month, when month and year, but not day, are specified or demonstrated, or

21.3.2. the last day of the year when only the year is specified or demonstrated.

21.4. Date incorrect. If the date of publication specified in a work is found to be incorrect, the earliest day on which the work is demonstrated to be in existence as a published work is to be adopted. In the absence of evidence as to day, the provisions of [Article 21.3](#) apply.

21.5. Dates of work issued in parts. If parts of a work were published on different days, the date of publication of each part is to be separately determined.

21.6. Range of dates. If the date of publication specified in a work is a range of dates, the work is to be dated from the final day of the range; however, if evidence demonstrates that the date so determined is incorrect or that the work was issued in parts, the date or dates of publication are to be determined according to the relevant provisions of [Articles 21.3-21.5](#).

21.7. Date not specified. If the date of publication is not specified in a work, the earliest day on which the work, or a part of it, is demonstrated to be in existence as a published work is to be adopted as the date of publication of the work or of that part. In the absence of evidence as to day, the provisions of [Article 21.3](#) apply.

21.8. Advance distribution of separates and preprints. Before 2000, an author who distributed separates in advance of the specified date of publication of the work in which the material is published thereby advanced the date of publication. The advance issue of separates after 1999 does not do so, whereas preprints, clearly imprinted with their own date of publication, may be published works from the date of their issue (see [Glossary](#): "separate", "preprint").

Recommendation 21A. Publication on other than specified date. An author, editor or publisher should not publish, permit to be published, or distribute a work, in whole or in part, for the first time other than on the specified date of publication. An author who receives separates in advance of the

specified date of publication should not distribute them until he or she is certain that the work has been published.

Recommendation 21B. Simultaneous publication of relevant data. An editor or publisher should require that all matter submitted by an author and affecting the availability of a new scientific name, including type fixation, be published in the same work and on the same day [[Recommendation 10A](#)].

Recommendation 21C. Specification of date. An editor or publisher should state the day of publication of a work, and of each component part of a serial publication, and of any work issued in parts. In a volume made up of parts brought out separately, the day of publication of each part, and the exact pages, plates, maps, etc. that constitute it, should be specified.

Recommendation 21D. Retention of information on date. A librarian should not remove, or allow to be removed by a binder, the cover or pages bearing information relevant to the date of publication, the contents of the work or its parts, or the day or dates of receipt by the library.

Recommendation 21E. Bibliographic information on separates and preprints. An author, editor or publisher should ensure that a separate contains a complete bibliographic citation of the original work (including its date of publication) and has the same pagination as that work. Preprints, incorporating their own date of publication, should be identified clearly as such.

Recommendation 21F. Correction of date. If an author of a new scientific name or other nomenclatural act is aware that the date specified in the work containing it is incorrect or incomplete, he or she should publish a correction in some suitable manner.