UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

GABRIELA FIGUEIROA DE ARAÚJO

FAUNA ASSOCIADA À *PHRAGMATOPOMA CAUDATA* (POLYCHAETA, ANNELIDA), EM PRAIAS DO LITORAL ORIENTAL NORDESTINO

RECIFE, PE
2015

GABRIELA FIGUEIROA DE ARAÚJO

FAUNA ASSOCIADA À *PHRAGMATOPOMA CAUDATA* (POLYCHAETA, ANNELIDA) EM PRAIAS DO LITORAL ORIENTAL NORDESTINO

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado junto à Disciplina de Estágio Curricular Supervisionado do curso de Ciências Biológicas, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador (a): Prof. Dr. José Roberto Botelho de Souza
Co-orientador (a): Prof. Dr. José Eriberto de Assis

RECIFE, PE
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Pernambuco – UPE
Pronto Socorro Cardiológico de Pernambuco Prof. Luiz Tavares– PROCAPE
Unidade Setorial de Pós-Graduação e Pesquisa
Biblioteca Professor Ovídio Montenegro - BPOM

A663f

Araújo, Gabriela Figueiroa de.

Fauna associada à *Phragmatopoma caudata (Polychaeta annelida)* em praias do litoral oriental nordestino / Gabriela Figueiroa de Araújo. – Recife, 2016.

37 f. : il., fig., graf., tab.

Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade de Pernambuco, Instituto de Ciências Biológicas, Recife, 2016.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Botelho de Souza.
Co-Orientador: Prof. Dr. José Eriberto de Assis.

1. Fauna (Características morfológicas) – Litoral oriental (Nordeste). 2. *Phragmatopoma caudata* (poliquetas coloniais) – Estrutura populacional. 3. Recifes – Fauna associada. I. Souza, José Roberto Botelho de. (orient.). II. Assis, José Eriberto de. (co-orient.). III. Título.

CDU – 551.351.5(043.2) / CDD – 574.981

Elaborado pela Bibliotecária Emanuella Maria Barbosa Lourenço Bezerra – CRB-4/1389
Ficha - 01/2016

Parecer da comissão examinadora da monografia de:

GABRIELA FIGUEIROA DE ARAÚJO

Intitulada:

FAUNA ASSOCIADA À *PHRAGMATOPOMA CAUDATA* (POLYCHAETA, ANNELIDA), EM PRAIAS DO LITORAL ORIENTAL NORDESTINO

Aprovada em 22/12/2015

MEMBROS TITULARES:

Prof. Dr. José Roberto Botelho de Souza (Universidade Federal de Pernambuco - UFPE)

Prof. Dr. Fabio José de Araújo Pedrosa (Universidade de Pernambuco - UPE)

Simone F. Teixeira

Profª Drª. Simone Ferreira Teixeira (Universidade de Pernambuco - UPE)

SUPLENTE:

Vanessa Maria Silva Rodrigues

MSc. Vanessa Maria Silva Rodrigues (Universidade de Pernambuco - UPE)

CONCEITO FINAL: 9,2

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus, por ter me dado o dom da vida e a possibilidade de, por meio desse curso, aprender que a beleza está nas coisas mais simples. Com esse trabalho pude vivenciar como um organismo tão pequeno pode transformar o ambiente ao seu redor de forma tão magnífica, e isso me serviu de lição mostrando que todos nós podemos mudar o mundo, nem que seja um mundo restrito, o nosso mundo – basta fazermos a nossa parte. Se eu aproveitei as oportunidades que eventualmente surgiram ao longo do curso, foi porque Ele as colocou no meu caminho.

Agradeço também à minha família (de seres humanos e de não humanos), a base da minha educação. Vocês com certeza me deram a força, o carinho e a alegria que eu precisava – e que ainda preciso – para seguir adiante. Agradeço principalmente à minha mãe, que me ajudou a enfrentar toda e qualquer adversidade que surgiu nessa caminhada. Nada disso seria possível sem o conforto do seu amor.

Agradeço ao meu companheiro, amigo de todas as horas, "amado e amante" Raul, por se fazer presente nos momentos bons e ruins e por se tornar meu porto seguro, onde sei que posso me ancorar sempre que for necessário. Sei que não foram fáceis esses últimos meses, mas você soube lidar com tudo isso da melhor forma possível.

Sou grata também aos meus amigos de curta data (os da rotina, que "conto nos dedos") e de longa data, que foram leais e que amenizaram o meu cansaço. Em especial, agradeço às amizades cultivadas ainda no colégio, que "Apesar da Distância", cultivo-as até hoje, pois são as melhores companhias que alguém poderia ter e me dão confiança e serenidade únicas. Tenho sorte de tê-los em minha vida, principalmente depois de tanto tempo sem a presença de vocês na minha rotina.

Agradeço aos professores que de fato me ensinaram o quanto a Biologia pode ser ampla e agradável de se aprender. Aqueles que mostram sua paixão pelo que fazem são os mais sinceros motivadores de seus alunos.

Quero agradecer aos integrantes do LACMAR, com os quais não só dividi lupas e placas de Petri, como também tive bons momentos de descontração que tiraram um pouco da tensão do trabalho puxado e corrido. Agradeço especialmente à Eriberto, pelos ensinamentos transmitidos que com certeza irei levar para minha carreira acadêmica, e principalmente à Betinho, que me motivou sempre a fazer o melhor trabalho, me deu sábios conselhos durante toda minha trajetória e que mais que um orientador, foi um excelente amigo e, como o próprio costuma dizer, um "pai científico".

Por fim, agradeço a todos que de certa forma contribuíram ou torceram por mim e pelo meu sucesso. Assim como os aqui citados, vocês acreditaram que eu poderia ir cada vez mais longe. Meu sincero e satisfeito "muito obrigada".

RESUMO

Os poliquetas da família Sabellariidae Johnston, 1865 são, na sua maioria, espécies construtoras de tubos arenosos ou outras partículas grosseiras, formando geralmente colônias em ambientes entremarés ou sobre substratos duros. *Phragmatopoma caudata* constrói recifes de arenito, resultantes do agregado de areia e outros materiais, comuns em várias praias do litoral brasileiro. Estes recifes abrigam uma fauna diversa. O objetivo do trabalho foi analisar a fauna associada a *P. caudata* em cinco praias do litoral nordestino oriental, em relação às características morfológicas de cada praia e a estrutura populacional da colônia de *P. caudata*. Foram coletadas 6 amostras de 25 cm^2 de colônias do poliqueta por praia, sendo três em cada ponto. Dados como inclinação, período das ondas, salinidade e temperatura da água de cada praia foram mensurados. As praias apresentaram temperaturas e salinidades semelhantes. A granulometria das praias variou de areia grossa a areia fina. A areia dos tubos apresentou grãos entre 0,5 e 0,25μm, medidas também relatadas em outros trabalhos, mostrando que a seleção dos grãos pelos poliquetas não foi aleatória. A abundância de indivíduos foi significativamente diferente em apenas duas praias, Carapibus e Calhetas. Já a densidade de tubos foi significativamente diferente apenas entre Pedra do Xaréu e Coqueirinho. A estrutura populacional não foi estatisticamente diferente entre as praias. Foram identificados 64 táxons associados aos tubos de *P. caudata*, variando de 16 a 36 entre as praias, com grande incidência de espécies raras nas mesmas. A abundância da fauna associada foi diferente entre as praias também. A fauna associada foi distinta entre as praias, mas não apresentou nenhuma correlação com os parâmetros físicos ou com a estrutura populacional de *P. caudata*, indicando que as diferenças são aleatórias.

Palavras-chave: Sabellariidae, estrutura populacional, recifes, bentos

ABSTRACT

The polychaetes of the family Sabellariidae Johnston, 1865 are, in general, tube-building species that builds tubes with sandy or other coarse particles, creating generally colonies in intertidal shores or in hard substrata. *Phragmatopoma caudata* build sandy reefs, resulting sandy aggregate and other materials, common to several beaches along the Brazilian coast. These reefs shelter a diverse fauna. The aim of this study was analyse the associated fauna to *P. caudata* in five beaches of the eastern northeast coast, relating the morphological features of each beach and the population structure of *P. caudata* colonies. Six samples of 25 cm^2 of polychaete colonies by beach were collected, three at each point. Data as inclination, wave period, water salinity and temperature of each beach were measured. The beaches had similar temperatures and salinities. The granulometry of the sand beaches (ranged) from fine sand to coarse sand. The sandy tubes presented grains between 0.5 e 0.25μm, measures also reported in other studies, showing that the grains selection by the polychaete was not (random). The abundance was significantly different in only two beaches, Carapibus and Calhetas. Already the tube density was meaningly different only between Pedra de Xaréu and Coqueirinho. The population structure was not statistically distinct between the beaches. Sixty-four taxa were identified associated to *P. caudata* tubes, ranging 16-36 between the beaches, with high rates of rare species. The associated fauna abundance was also different between the beaches. The associated fauna was distinct from the beaches, but showed no correlation with the physical parameters or the *P. caudata* population structure, indicating that the differences are random.

Key words: Sabellariidae, population structure, reefs, benthos

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Formato da abertura dos tubos em ambientes expostos às ondas (A) e em ambientes protegidos das ondas (B). Modificado de Thomas (1994)..... Página 14.

Figura 2: Localização das praias estudadas na Paraíba e em Pernambuco. Fonte: Google Earth Pro..... Página 16.

Figura 3: Fotos das praias de Carapibus e Coqueirinho (parte superior), Boa Viagem (no centro) e Pedra de Xaréu e Calhetas (parte inferior)..... Página 17.

Figura 4: Densidade (mediana± Amplitude dos dados) de *Phragmatopoma caudata* nas praias estudadas. A) Indivíduos e B) Tubos; nas praias de Boa Viagem (BV), Calhetas (CL), Carapibus (CR), Coqueirinho (CQ), Pedra de Xaréu (PX)..... Página 20.

Figura 5: Histogramas correspondentes ao comprimento do tórax (mm) de *Phragmatopoma caudata* das praias estudadas (A: Carapibus; B: Coqueirinho; C: Boa Viagem; D: Pedra de Xaréu; E: Calhetas)..... Página 21.

Figura 6: Riqueza média (± 95% intervalo de confiança) da fauna associada aos tubos de *Phragmatopoma caudata* nas cinco praias estudadas..... Página 26.

Figura 7: Abundância (média ± 95% intervalo de confiança) da fauna associada aos tubos de *Phagmatopoma caudata*, nas praias estudadas. Teste Tukey: letras diferentes indicam diferenças significativas..... Página 26.

Figura 8: MDS da fauna associada a tubos de *Phragmatopoma caudata*, das praias estudadas..... Página 27.

Figura 9: Dendrograma da fauna associada à tubos de *Phragmatopoma caudata* das cinco praias estudadas..... Página 27.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Temperatura, salinidade e granulometria (%) das praias estudadas..... Página 19.

Tabela 2: Porcentagem de ocupação de *P. caudata* nas colônias das praias estudadas. Página 20.

Tabela 3: Densidade e porcentagem da fauna associada às colônias de *P. caudata*..... Página 22.

Tabela 4: Abundância total da fauna associada em ambas as praias e em cada uma delas, com os respectivos grupos taxonômicos..... Páginas 23, 24 e 25.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BRA: Brasil

BV: Praia de Boa Viagem

CL: Praia de Calhetas

CQ: Praia de Coqueirinho

CR: Praia de Carapibus

EUA: Estados Unidos

PX: Praia de Pedra de Xaréu

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 10

1.1 OBJETIVOS 12

1.1.1 OBJETIVO GERAL 12

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 12

2. REVISÃO DE LITERATURA 12

3. MATERIAIS E MÉTODOS 16

3.1 ÁREA DE ESTUDO 16

3.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS 18

4. RESULTADOS 19

5. DISCUSSÃO 28

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 30

7. REFERÊNCIAS 30

1. INTRODUÇÃO

Os poliquetas apresentam um corpo segmentado e vários deles portam muitas cerdas. Eles possuem a maior diversidade entre os anelídeos, habitando praticamente todos os ecossistemas marinhos desde a região intermareal até as fossas oceânicas, ocupando grande diversidade de formas e hábitos (ROUSE e PLEIJEL, 2001). Há mais de 12.600 espécies marinhas descritas para este grupo (APPELTANS et al., 2012). A família Sabellariidae Johnston, 1865 é composta por espécies construtoras de tubos arenosos ou outras partículas grosseiras, formando geralmente colônias em ambientes entremarés ou sobre substratos duros (KIRTLEY, 1994), ou ainda apresentarem espécies solitárias, como *Sabellaria nanella* por exemplo (BREMEC et al, 2013). São denominados de espécies engenheiras por esta capacidade de construírem recifes biogênicos. As formações arenosas (ou recifes) destes organismos abrigam uma fauna bêntica diversa e ambas são afetadas pelas atividades antrópicas no recife, como pisoteio e pesca (DUBOIS et al., 2002). A fauna de poliquetas associada a estes recifes depende do grau de desenvolvimento dos mesmos (LA PORTA e NICOLETTI, 2009). Entretanto, não existem informações de como ocorrem as mudanças nas comunidades de recifes de sabelariídeos e o quanto os fatores abióticos e os organismos associados estão relacionados.

A estrutura populacional é resultado dos processos populacionais (reprodução, mortalidade, imigração e emigração). Ela pode ser utilizada tanto para comparar populações entre habitats e ambientes diferentes, como para variações temporais de uma mesma população, além de poder ser resultado de variações ontogenéticas, com adultos e juvenis vivendo em ambientes distintos. Há populações com machos e fêmeas apresentando estruturas populacionais distintas.

O gênero *Phragmatopoma* caracteriza-se por possuir, junto ao penacho branquial, uma coroa opercular escura, cujas páleas medianas formam um cone, escondendo as páleas internas. Acoroa opercular serve para fechar a entrada do tubo, protegendo o animal de predadores, desidratação e outros fatores que venham a prejudicá-lo. O formato das páleas operculares dessa coroa é um caráter importante, que determina as espécies do grupo (AMARAL, 1987). Existem, para o gênero, quatro espécies válidas: *P. attenuata*, *P. californica*, *P. caudata* e *P. virgini* (WORMS, 2015), mas apenas *Phragmatopoma caudata* ocorre no Brasil. Essa espécie se distribui desde o Cabo Canaveral (nos Estados Unidos) até o estado de Santa Catarina (Brasil)

(OCCHIONI et al., 2009). Ela apresenta o corpo dividido em "cabeça" (com prostômio e peristômio fusionados) e regiões paratorácica, torácica, abdominal e caudal (ZALE e MERRIFIELD, 1989; OCCHIONI, 2009). O dimorfismo sexual é evidente em indivíduos vivos, baseando-se na coloração dos segmentos abdominais que contém os gametas, sendo branco-creme em indivíduos machos e azul metálico nas fêmeas (ZALE e MERRIFIELD, op. cit.). As populações de *P. caudata* são geralmente compostas por proporções iguais de machos e fêmeas (ECKELBARGER, 1976).

Os tubos são o produto do agregado de areia, pedaços de conchas de moluscos, pedaços de espinhos de ouriços e grãos minerais a partir dos quais eles são construídos. Os recifes são geralmente de cor marrom escuro, porém os indivíduos adultos podem produzir tubos mais largos e de partículas mais claras. O tamanho médio das partículas utilizadas para formação dos tubos vai aumentando à medida que o animal cresce (MULTER e MILLIMAN, 1967; GRAM, 1968). Quando os blocos do *P. caudata* estão isolados, o poliqueta constrói tubos geralmente eretos, formando colônias em forma de "almofadas". Contudo, em locais menos abrigados, o hábito incrustante predomina e os tubos são construídos uns sobre os outros, formando agregações semelhantes a favos de mel (AMARAL, 1987). Eles são tipicamente da zona entremarés ou da zona subtidal, em geral ao longo de praias expostas submetidas à ação das ondas, mas presentes em profundidades de até 100m. Estão presentes, também, ao longo de canais de entrada caracterizados por terem rápidas correntes de maré e assim obtêm oferta de sedimento para construção dos tubos (ZALE e MERRIFIELD, 1989). Como ele é capaz de modificar o ambiente com os recifes, eles são considerados importantes engenheiros de ecossistemas (PINTO, 2011).

Existem várias espécies de crustáceos, esponjas, moluscos e de outros grupos associadas a recifes de *Phragmatopoma*. Muitos decápodos se alimentam do próprio sabelariídeo, como *Pachygrapsus transversus* e *Eriphia gonagra* (BOSA e MASUNARI, 2002). Os crustáceos formam 90% da macrofauna associada a esses tubos (GORE et al, 1978). Também foram encontrados os bivalves *Hiatella solida* e *Petricolatypica* habitando os recifes do *P. caudata* no Brasil (NARCHI, 1973 e 1974; SOUZA, 1989), e outros poliquetas, como os Syllidae (SOUZA, 1989).

Colônias de *Phragmatopoma caudata* são comuns nas praias de Pernambuco e Paraíba, mas a relação entre as características das colônias e respectivas faunas associadas a estes recifes entre as diferentes praias ainda não é conhecida, sendo este o objetivo do estudo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

- Analisar a fauna associada aos recifes de *Phragmatopoma caudata* (Krøyer) Mörch, 1863, em cinco praias do litoral nordestino.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever as características geomorfológicas das praias estudadas;
- Estimar a abundância e estrutura de tamanho de *Phragmatopoma caudata* em cinco praias do litoral nordestino;
- Identificar a fauna associada aos tubos;
- Determinar a forma da colônia em cada uma das praias;
- Analisar as relações entre as características das praias com a composição da comunidade do recife e estrutura populacional de *Phragmatopoma caudata*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Recifes biogênicos desempenham papéis funcionais nos ecossistemas e contribuem nos processos físicos e biológicos, por estabelecer o substrato e reter sedimento, oferecer uma ampla diversidade de microhabitats (como fendas, por exemplo) e aumentar espaços disponíveis para novas espécies colonizarem, e acumular depósitos orgânicos que podem ser importantes fontes de alimento para outros organismos (DESROY, 2011). Nos microhabitats, além da oferta de alimento e de proteção contra a ação de predadores, os organismos encontram abrigo contra a dessecação, pois as colônias mantêm o nível de umidade alto durante a maré baixa, evitando também, a exposição direta ao sol (DIAS e PAULA, 2001).

Esponjas, cnidários, moluscos, poliquetas e briozoários são capazes de construir recifes (HOLT et al., 1998). Poliquetas com hábito tubícola constroem tubos do tipo calcário, com grãos de areia ou ainda galerias em sedimentos arenosos ou lodosos. Alguns poliquetas da

família Sabellariidae constroem colônias extensas de areia por meio de uma substância mucosa insolúvel na água (ALHADAS e CASTRO, 2011), como *Phragmatopoma californica* na Califórnia, *Phragmatopoma caudata* na costa atlântica das Américas, *Idanthyrsus* spp. nas regiões equatoriais, *Gunnarea capensis* na África do Sul e *Sabellaria alveolata* ao longo da costa europeia (DESROY et al, 2011).

P. caudata se alimenta principalmente de organismos planctônicos, porém organismos incrustantes aderidos à grãos de areia ou à fragmentos de conchas também servem de alimento (KIRTLEY, 1966). A alimentação e a construção dos tubos são ações que estão intimamente relacionadas. Partículas em suspensão são capturadas pelos tentáculos e levadas à boca. Quando é detectado que não se trata de alimento ou quando toda matéria orgânica foi removida, o "órgão construtor", uma invaginação em forma de U próxima à boca, as segura e avalia quanto ao tamanho, formato e composição. Se puderem ser utilizadas para a construção do tubo, é colocado na superfície das mesmas o muco proteico, produzido pelas glândulas torácicas, e são enfim pressionadas pelo órgão construtor até se assentarem no local, lembrando a atividade de um pedreiro (STEWART et al, 2004). Enquanto alguns poliquetas tubícolas sintetizam uma substância mineralizada para formarem sua estrutura, os sabelariídeos preferem utilizar partículas minerais formadas que se encontram na coluna d'água, produzindo apenas um "cimento" que irá unir as partículas (ZALE e MERRIFIELD, 1989).Os adultos acabam optando por grãos cada vez maiores e, quanto maior os grãos dos tubos, menor é a densidade dos mesmos, ou seja, quanto mais velha for a colônia, menor será a quantidade de tubos e consequentemente a densidade de *Phragmatopoma* (MULTER e MILLIMAN, 1967; GRAM, 1968). Por isso, há sempre a necessidade de recrutamento larval da espécie para a manutenção dos recifes.

Os poliquetas do gênero *Phragmatopoma* utilizam comumente grãos de estrutura imbricada, que possam alinhar o interior do tubo, juntamente com muco transparente que produzem (MULTER e MILLIMAN, 1967). Na metade da abertura do tubo, projeta-se uma estrutura em forma de capuz que serve para alterar o fluxo da água e com isso direcioná-la para os tubos vizinhos, além de auxiliar na alimentação e promover o sucesso reprodutivo, uma vez que a velocidade do fluxo das correntes de água deve ser menor para favorecer a fecundação (THOMAS, 1994). Tal projeção irá existir dependendo do ambiente no qual o recife se encontra, de acordo com o embate direto ou não das ondas (Figura 1). Pelo menos a maioria dos indivíduos de uma agregação tem o mesmo tipo de abertura dos tubos.

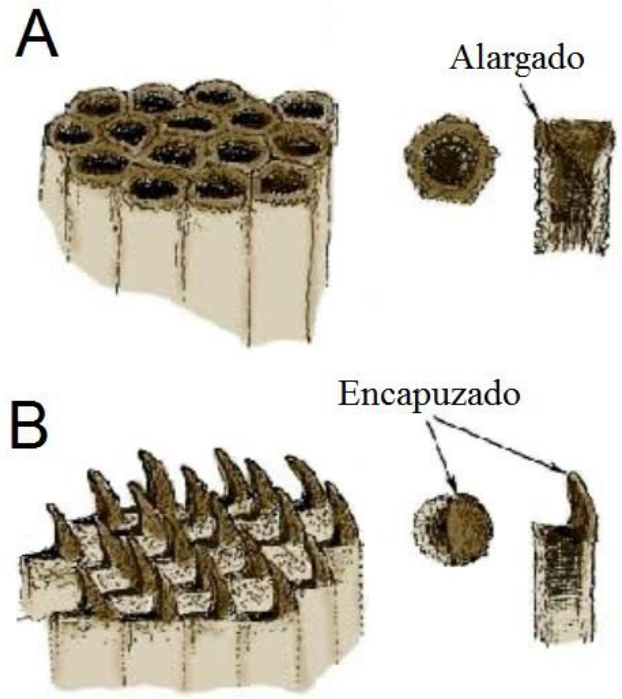

Figura 1: Formato da abertura dos tubos em ambientes expostos às ondas (A) e em ambientes protegidos das ondas (B). Modificado de Thomas (1994).

Os Sabellariidae são pesquisados extensivamente sobre a estrutura dos tubos, morfologia do órgão construtor e a composição do muco proteico (HENNEBERT et al, 2015; STEWART et al, 2004; THOMAS, 1994; ZHAO et al, 2005; DEAN et al, 2009; WANG e STEWART, 2012). Estudos recentes tentam desvendar a substância que une os grãos de areia, pois ela pode ser utilizada como modelo na síntese de proteínas análogas às encontradas no muco desses animais, com o intuito de terem propriedades adesivas em cirurgias de reconstituição facial, por exemplo (WINSLOW, 2010). Também foram realizados testes com cortes ósseos, que mostraram que a proteína sintetizada tem a eficácia de 40% da substância que vem sendo vendida comercialmente (SHAO, 2009).

Espécies do gênero *Phragmatopoma* e seus recifes também são estudados em seus aspectos geológicos (MULTER e MILLIMAN, 1967; GRAM, 1968), e de desenvolvimento larval e assentamento (ECKELBARGER 1976, 1977; AYATA et al, 2009; MCCARTHY, 2002). Estudos populacionais com Sabellariidae são insuficientes, e com o *Phragmatopoma caudata* são mais escassos ainda. Pinto (2011) estudou a biologia reprodutiva de *Sabellaria wilsoni* no Pará, enquanto que Occhioni et al (2009) e Faroni-Perez (2014) realizaram estudos morfométricos com *P. caudata* para validar a biometria de regiões específicas do animal. Um

dos trabalhos mais recentes sobre a espécie avalia a variação interpopulacional no Rio de Janeiro (OCCHIONI, 2011).

Os estudos com fauna associada em geral referem-se à utilização de esponjas e algas marinhas como substrato (SEPÚLVEDA et al, 2003). Pesquisas sobre a fauna associada aos sabelariídeos são comuns. Dubois et al (2002) encontraram 137 táxons associados, e, dentre eles, quarenta espécies de Polychaeta nos recifes de *Sabellaria alveolata*, na França. La Porta e Nicoletti (2009), na Itália, e Dias e Paula (2001), em Portugal, realizaram trabalhos de fauna associada, também com o mesmo animal. Souza (1989) estudou a fauna dos bancos de *P. caudata* em Ubatuba, São Paulo. No Chile, Sepúlveda et al (2003) registraram 43 táxons associados às colônias de *Phragmatopoma virgini*.

Recifes biogênicos têm sua importância por serem, também, uma barreira que protege a costa da ação das ondas. Por isso, as colônias de *P. caudata* são importantes para o desenvolvimento da linha de costa e por promoverem o estabelecimento de outras espécies, que não habitariam a zona entremarés se não existissem as colônias do *Phragmatopoma* no local (MCCARTHY et al, 2008). Estas construções de material sobre rochas intermareais com influência de abrasão de areia formam arrecifes constituídos por um número variável de tubos, e por consequência de indivíduos (ALHADAS e CASTRO, 2011). Os agregados apresentam uma superfície adequada para a fixação e assentamento larval, funcionando como um berçário natural; além de constituírem um habitat transitório para espécies que habitam na região entremarés e atuarem como refúgio constante contra a pressão de predação (SEPÚLVEDA et al., 2003). O local de assentamento das larvas fisiologicamente aptas deste poliqueta é induzido pelo muco secretado por organismos previamente estabelecidos (JENSEN e MORSE, 1984) e a metamorfose só é iniciada quando há a detecção de ácidos graxos livres de indivíduos conspecíficos (ZALE e MERRIFIELD, 1989).A ação das ondas pode degradar os recifes, que por abrigar diversas espécies de animais de interesse econômico, são alvos frequentes da exploração humana, além do pisoteio, que também prejudica seriamente a saúde dos recifes (DUBOIS et al, 2002).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em bancos de recife de *Phragmatopoma caudata* nas praias de Coqueirinho (7°20’15’’S e 34°47’47’’O) e Carapibus (7°17’57,05’’S e 34°47’57,35’’O), na Paraíba, e Boa Viagem (8°06’02”S e 34°53’47” O), Pedra de Xaréu (8°18’23,67’’S e 34°56’37,89’’O) e Calhetas (8°20’41’’S e 34°56’38’’O), em Pernambuco (Figura 2). As coletas foram diurnas, feitas em setembro (26/09, nas praias de Pedra de Xaréu e Calhetas) e outubro (07/10 na praia de Boa Viagem e 08/10 nas praias de Carapibus e Coqueirinho) do ano de 2014, no período de baixa-mar de sizígia. As datas mais adequadas para as coletas foram determinadas pela Tábua das Marés disponibilizada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil.

Figura 2: Localização das praias estudadas na Paraíba e em Pernambuco. Fonte: Google Earth Pro.

As praias de Carapibus e Coqueirinho pertencem ao município de Conde e estão localizadas no litoral sul da Paraíba. Elas apresentam falésias, sendo as de Coqueirinho as mais altas do litoral do estado, e em Carapibus é possível encontrar piscinas naturais formadas nos períodos de maré baixa (KIYOTANI, 2011). A praia de Boa Viagem se estende por cerca de 7 km e localiza-se na cidade do Recife, capital do estado de Pernambuco. Ela possui recifes de arenito (beachrocks) paralelos à costa, característica comum em outras praias do litoral

nordestino (SILVA et al, 2012). Situadas no município do Cabo de Santo Agostinho, as praias de Pedra de Xaréu e Calhetas têm como principal característica a presença de costões rochosos (Figura 3). A origem desses costões em Pedra de Xaréu é vulcânica (VENEKEY et al, 2008). Calhetas corresponde a uma baía irregular pequena, de configuração abrigada (NASCIMENTO, 2006).

Figura 3: Fotos das praias de Carapibus e Coqueirinho (parte superior), Boa Viagem (no centro) e Pedra de Xaréu e Calhetas (parte inferior).

3.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Amostras do sedimento de praia de aproximadamente 100g, próximos aos recifes de *Phragmatopoma*, foram coletadas. A inclinação do perfil de cada praia foi estimada nos dias de coleta, com o método de Emery (1961), que consiste em medir a diferença em centímetros entre duas réguas metradas, niveladas com o horizonte. O período e inclinação das ondas foi mensurado, sendo o período medido em segundos, com um cronômetro, ligado após a primeira onda arrebentar e desligado após a décima primeira onda arrebentar. Este processo foi executado mais duas vezes, sendo calculado o valor médio. Para estimar a altura de arrebentação, foi medido a altura de 30 ondas usando o método de Emery (1961), selecionando-se as dez maiores e calculando a média. Salinidade e temperatura da água de cada praia foram mensurados, sendo a salinidade estimada com um refratômetro, e a temperatura com um termômetro.

Foram coletadas três amostras de 25cm^2 das colônias de *P. caudata* por ponto, sendo dois pontos em cada praia, totalizando seis amostras por praia. Entretanto, em Boa Viagem e em Carapibus foram obtidas apenas três amostras por praia (coletadas em um único ponto), dando um total de 24 amostras para o estudo. Após serem desagregadas e retirados todos os organismos, algumas amostras dos tubos foram utilizadas para granulometria. Amostras do sedimento adjacente foram coletadas para posterior comparação com os grãos utilizados pelos tubos. Em laboratório, as amostras tiveram os tubos contabilizados. Os animais foram identificados em lupa binocular e microscópio estereoscópico, utilizando bibliografia especializada.

Para a granulometria, a metodologia adotada foi a de Suguio (1973), na qual cada amostra de sedimento (100 g) foi peneirada a úmido, em peneiras de 2 mm e 0,063 mm, para retirada do sal e da fração silte-argila. Em seguida, levado a estufa por 48 horas e pesado novamente. A fração de 2 mm passou por um agitador magnético, utilizando-se peneiras em escala PHI de 0 a 4, e cada fração foi pesada em balança com precisão de 0,1 mg. A análise granulométrica foi feita utilizando-se os parâmetros de Folk e Ward, 1957. A morfodinâmica das praias foi analisada calculando o parâmetro de Dean =Hb/Ws. T, onde Hb é a altura da onda em cm; Ws é a velocidade de sedimentação em Cm s-1 e T, o período da onda em segundos.

Foram analisadas a homogeneidade das variâncias, através do teste de Bartle t. As diferenças das densidades de organismos e de tubos entre as praias foram testadas com ANOVA

não paramétrica, Kruskal-Wallis e teste a posteriori de Dunn. As diferenças entre as riquezas de espécies por amostras foram testadas com ANOVA paramétrica e teste a posteriori de Tukey. Os dados de abundância da fauna associada foram transformados pela raiz quadrada e utilizado o índice de Bray-Curtis para fazer a matriz de similaridade. O dendrograma utilizado foi de média não ponderada, sendo utilizado também o escalonamento multidimensional (MDS). As relações entre os parâmetros ambientais e as associações de organismos foram comparadas através da análise BIOENV.

Para a estrutura populacional, foi realizada a morfometria, baseada nos resultados de Occhioni et al, 2009, utilizando o primeiro setígero torácico. A mensuração foi feita em lupa binocular. A estrutura populacional foi comparada através de teste Qui-quadrado.

4. RESULTADOS

As praias apresentaram temperaturas e salinidades semelhantes (Tabela 1). Na granulometria, a areia das praias variou de areia grossa a areia fina. Calhetas, Coqueirinho e Pedra de Xaréu, que possuem maior hidrodinâmica, mostraram predomínio de areia grossa (87%, 76,6% e 72,5%, respectivamente), enquanto que em Boa Viagem e em Carapibus (praias de menor hidrodinâmica em relação às outras) a areia fina foi predominante, com 65,7% e 57,8%, nessa ordem. Os tubos de *P. caudata* tiveram predominância de areia grossa a média, com maiores concentrações de areia grossa em Boa Viagem (50%) e Carapibus (55%), e de areia média em Calhetas (52%), Coqueirinho (59%) e Pedra de Xaréu (54%).

Tabela 1: Temperatura, salinidade e granulometria (%) das praias estudadas.

Praia	**Temperatura**	**Salinidade**	**Grânulos**	**Areia grossa**	**Areia média**	**Areia fina**	**Silte/Argila**
Calhetas	28°C	39	0,3	87	12	0,4	0
Pedra de Xaréu	28°C	39	0.2	72,5	26,5	0,8	0
Boa Viagem	27°C	35	0	0,8	10,6	78,9	9,7
Carapibus	28°C	37	0,2	4,9	25	66,3	3,6
Coqueirinho	28°C	36	7,6	76,6	14,6	12	0

A densidade de indivíduos em Calhetas foi significativamente maior do que em Carapibus ($H_{(0,05;4\ 18)}$=10,67; p=0,0306, z=3,03), não havendo diferenças entre as outras praias (Figura 4a). Por outro lado, a densidade de tubos foi significativamente maior em Pedra do Xaréu do que em Coqueirinho ($H_{(0,05;\ g.l.=4;\ 18)}$=11,69, p= 0,0078; z=3,04), sem diferenças significativas entre as outras praias (Figura 4b). A média de ocupação dos tubos variou de 7,2% em Carapibus a 77,9% em Calhetas; Pedra de Xaréu apresentou uma ocupação de 36,7%, Coqueirinho 17,3% e Boa Viagem 16,2% (Tabela 2).

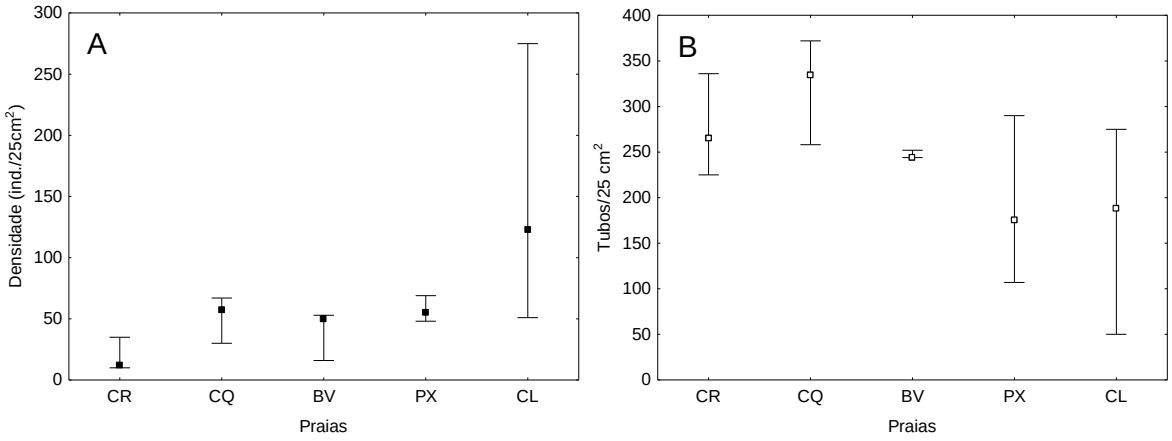

Figura 4: Densidade (mediana± Amplitude dos dados) de *Phragmatopoma caudata* nas praias estudadas. A) Indivíduos e B) Tubos: Boa Viagem (BV), Calhetas (CL), Carapibus (CR), Coqueirinho (CQ), Pedra de Xaréu (PX).

Tabela 2: Porcentagem de ocupação de *P. caudata* nas colônias das praias estudadas.

Carapibus	**Coqueirinho**	**Boa Viagem**	**Pedra de Xaréu**	**Calhetas**
7,2%	17,3%	16,2%	36,7%	77,9%

A estrutura populacional de *P. caudata* das praias foi semelhante, sem diferenças significativas ($\chi_{0,05;\ 12}$=9,23; Figura 5).

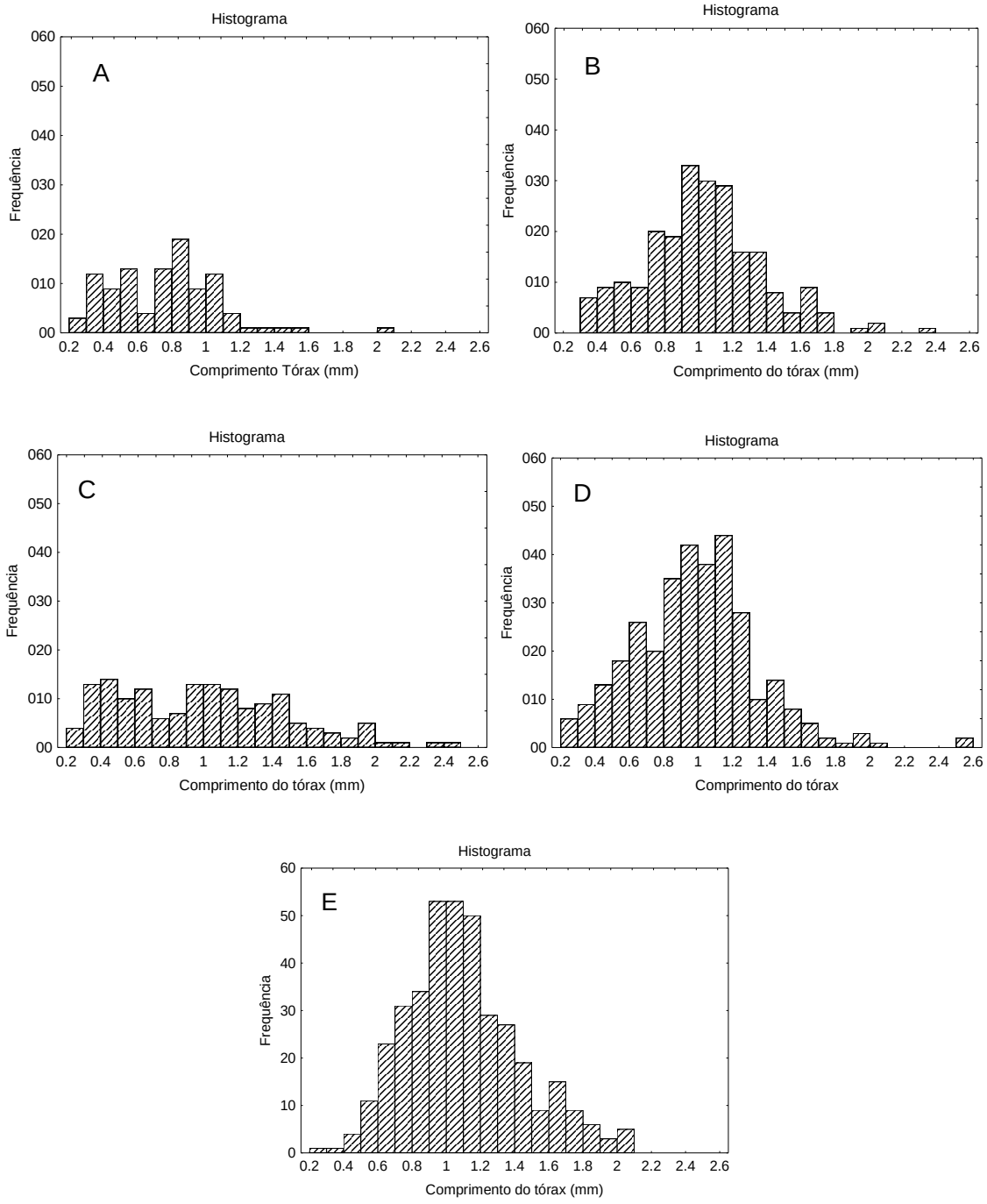

Figura 5: Histogramas correspondentes ao comprimento do tórax (mm) de *Phragmatopoma caudata* das praias estudadas (A: Carapibus; B: Coqueirinho; C: Boa Viagem; D: Pedra de Xaréu; E: Calhetas).

Foram identificados 64 táxons associados aos tubos de *P. caudata* (Tabela 4). A praia de Calhetas apresentou maior riqueza de táxons (36), seguida de Pedra de Xaréu com 25 táxons, e Boa Viagem teve a menor riqueza, com 16 táxons. A incidência de espécies raras foi alta em

todas as praias, com Calhetas apresentando 23 táxons com apenas 1 ou 2 indivíduos, Coqueirinho 14, Carapibus 10, e Pedra de Xaréu e Boa Viagem, com 9 táxons cada uma. A praia com maior abundância foi Pedra de Xaréu (com 857 espécimes) e a com menor abundância foi Boa Viagem com 174 (Tabela 3). Polychaeta apresentou o maior número de espécies, seguido por Crustacea, nas praias amostradas.

Tabela 3: Densidade e porcentagem da fauna associada às colônias de *P. caudata*.

	Carapibus	**%**	**Coqueirinho**	**%**	**Boa Viagem**	**%**	**Pedra de Xaréu**	**%**	**Calhetas**	**%**
Polychaeta	53	17,5	32	17,7	29	16,7	186	21,7	103	29,8
Crustacea	20	6,6	77	42,5	3	1,7	101	11,8	43	12,4
Insecta	0	0	0	0	0	0	18	2,1	0	0
Mollusca	72	23,8	8	4,4	32	18,4	75	8,8	3	0,9
Nematoda	145	47,9	56	30,9	99	56,9	467	54,5	180	52,0
Turbellaria	7	2,3	2	1,1	1	0,6	10	1,2	10	2,9
Cnidaria	0	0	3	1,7	6	3,4	0	0	1	0,3
Pycnogonida	0	0	0	0	4	2,3	0	0	0	0
Sipuncula	6	2,0	3	1,7	0	0	0	0	6	1,7
TOTAL	303		181		174		857		346	

Tabela 4: Abundância total da fauna associada em ambas as praias e em cada uma delas, com os respectivos grupos taxonômicos.

Táxon	Grupo	CL	CQ	PX	BV	CR
Eulalia myriacyclum	Polychaeta	0	0	1	0	0
Eunice	Polychaeta	1	2	0	0	1
Heteromastus	Polychaeta	1	0	0	0	0
Heteropodarke	Polychaeta	2	1	1	0	0
Hydroides brachyacanthus	Polychaeta	0	0	1	0	0
Leiocapitellides	Polychaeta	0	3	0	0	0
Levinsenia	Polychaeta	0	0	0	0	1
Lysidice collaris	Polychaeta	2	6	8	0	7
Lysidice ninetta	Polychaeta	0	1	0	0	1
Marphysa	Polychaeta	4	1	0	1	0
Micromaldane	Polychaeta	1	0	0	0	0
Monticellina	Polychaeta	1	0	0	0	0
Oxydromus	Polychaeta	1	0	0	0	0
Palola	Polychaeta	0	0	0	0	1
Perinereis anderssoni	Polychaeta	0	0	0	0	1
Perinereis ponteni	Polychaeta	13	2	10	1	5
Polydora	Polychaeta	0	0	0	0	1
Protocirrineris	Polychaeta	1	0	0	0	0
Pseudoleiocapitella	Polychaeta	0	1	0	0	0
Pseudonereis gallapagensis	Polychaeta	1	0	5	2	5
Pseudopolydora	Polychaeta	0	0	0	2	0

Spirobranchus minutus	Polychaeta	0	0	1	0	1
Syllis truncata	Polychaeta	0	0	1	0	0
Syllis	Polychaeta	0	2	1	2	0
Timarete punctata	Polychaeta	2	0	0	0	0
Capitellidae	Polychaeta	0	1	0	0	0
Eunicidae	Polychaeta	0	0	3	0	1
Hesionidae	Polychaeta	3	1	11	0	0
Nereididae	Polychaeta	17	1	57	14	8
Oenonidae	Polychaeta	0	0	0	0	2
Phyllodocidae	Polychaeta	0	0	1	0	0
Psammodrilidae	Polychaeta	0	0	35	0	8
Syllidae	Polychaeta	52	10	50	7	10
Terebellidae	Polychaeta	1	0	0	0	0
Alpheus bouvieri	Crustacea	2	0	0	0	0
Ampithoe	Crustacea	2	45	0	0	0
Cymodoce	Crustacea	1	0	0	0	0
Elasmopus	Crustacea	2	0	0	0	0
Elasmopus longipropodus	Crustacea	2	0	0	0	0
Gammaropsis	Crustacea	1	23	0	0	0
Globosolembos	Crustacea	0	2	0	0	0
Gnathia	Crustacea	4	0	0	0	0
Joeropsis	Crustacea	5	1	0	0	0
Leptochelia	Crustacea	2	0	0	0	0
Mesanthura	Crustacea	1	0	0	0	0
Metapseudidae	Crustacea	1	0	0	0	0

Pachycheles greeleyi	Crustacea	0	0	4	0	0
Pachygrapsus transversus	Crustacea	1	0	1	1	0
Paradella dianae	Crustacea	3	0	0	0	0
Parhyale hawayensis	Crustacea	16	6	0	0	0
Amphipoda	Crustacea	0	0	78	1	14
Copepoda	Crustacea	0	0	3	0	0
Isopoda	Crustacea	0	0	15	1	5
Cirripedia	Crustacea	0	0	0	0	1
Larva de inseto	Insecta	0	0	18	0	0
Brachidontes exustus	Mollusca	3	6	1	0	0
Modiolus americanus	Mollusca	0	2	0	22	0
Bivalvia	Mollusca	0	0	74	10	72
Nematoda	Nematoda	180	56	467	99	145
Turbellaria	Turbellaria	10	2	10	1	7
Cnidaria	Cnidaria	1	3	0	6	0
Pycnogonida	Pycnogonida	0	0	0	4	0
Sipuncula	Sipuncula	6	3	0	0	6
Oligochaeta	Oligochaeta	1	0	0	0	0
	TOTAL	**347**	**181**	**857**	**174**	**303**
	RIQUEZA	**36**	**24**	**25**	**16**	**22**

O número de espécies por amostra variou entre 2 e 17 espécies, para todas as praias. A riqueza média de espécies por amostra foi maior em Carapibus e menor em Coqueirinho (Figura 6), entretanto, a diferença não foi significativa ($F_{(0,05;\ g.l.=4;\ 19)}$=2,375; p=0,0885). A abundância da fauna, por sua vez, foi significativamente diferente entre as praias ($F_{(0,05;\ g.l.=4;\ 19)}$=5,395; p=0,0885) (Figura 7).

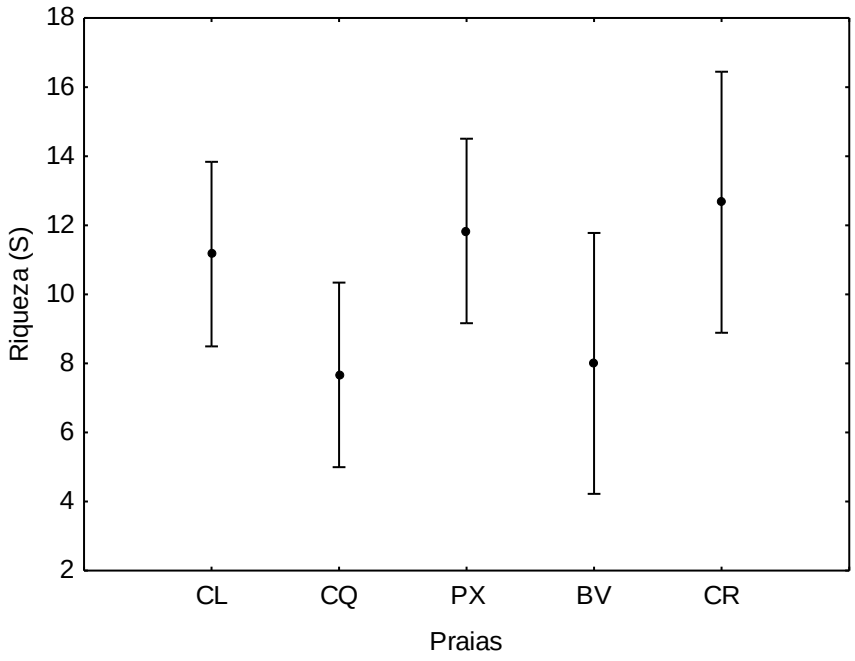

Figura 6: Riqueza média (± 95% intervalo de confiança) da fauna associada aos tubos de *Phragmatopoma caudata* nas cinco praias estudadas.

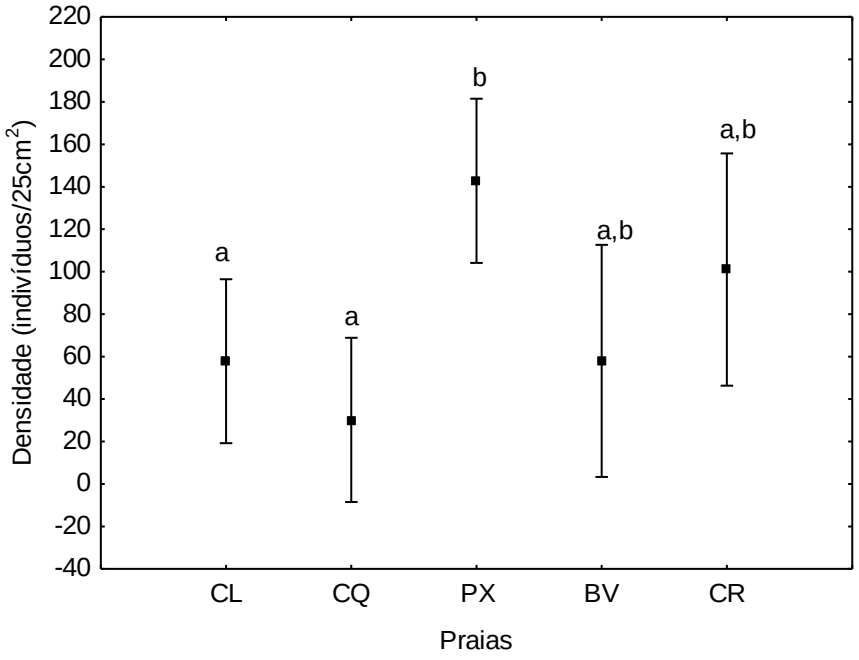

Figura 7: Abundância (média ± 95% intervalo de confiança) da fauna associada aos tubos de *Phagmatopoma caudata*, nas praias estudadas. Teste Tukey: letras diferentes indicam diferenças significativas.

O gráfico MDS (Figura 8) mostra que as associações de espécies nas cinco praias apresentam certas diferenças, a ANOSIM mostra que as diferenças são significativas (p=0,01), mas com baixo poder Explicativo (R=0,301). O dendrograma mostra que há diferenças entre as associações, mas não são muito fortes (Figura 9).

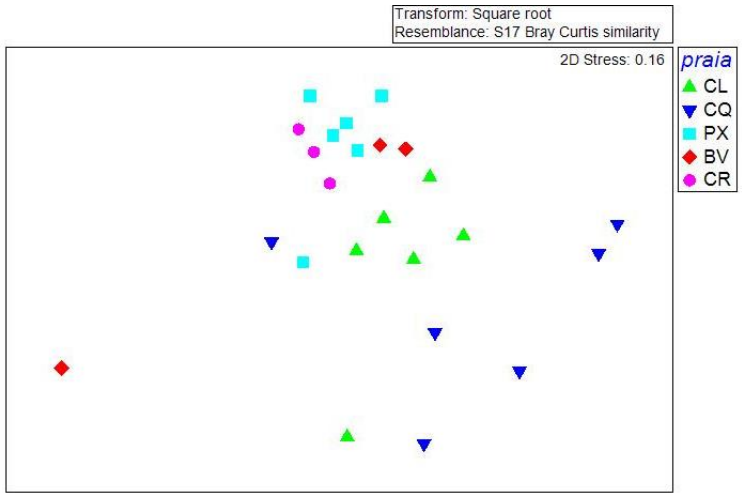

Figura 8: MDS da fauna associada a tubos de *Phragmatopoma caudata*, das praias estudadas.

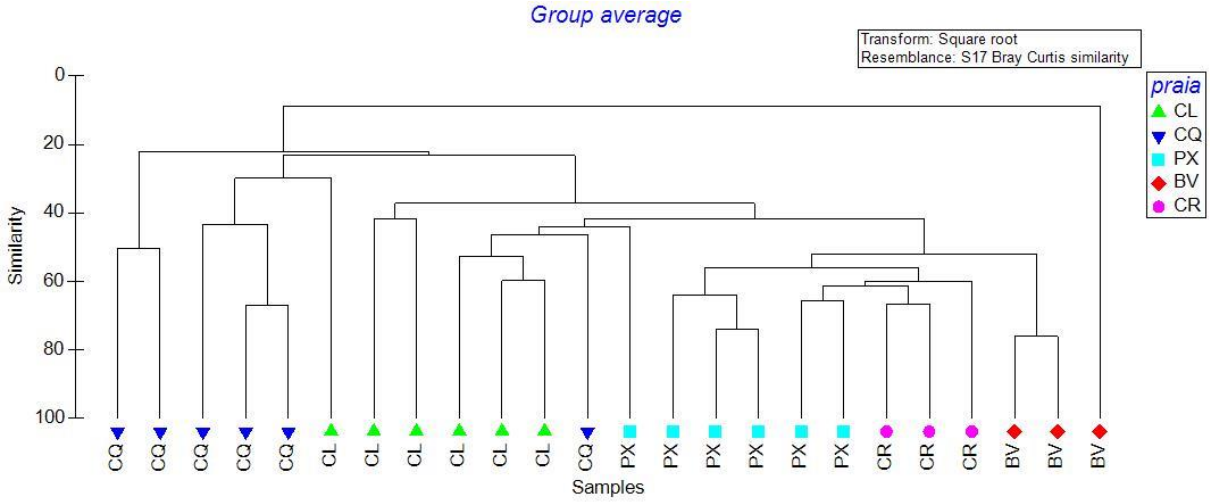

Figura 9: Dendrograma da fauna associada à tubos de *Phragmatopoma caudata* das cinco praias estudadas.

5. DISCUSSÃO

Nas praias em que houve uma maior concentração de areia grossa (Calhetas, Coqueirinho e Pedra de Xaréu), os tubos apresentaram predomínio de areia média, enquanto que em Boa Viagem e Carapibus, que tiveram a areia fina como predominante, apresentaram areia grossa como predominante nos tubos. Essa distribuição inversa ocorre porque, dependendo do diâmetro dos materiais disponíveis, eles preferencialmente concentram grãos mais finos ou mais grossos do que eles concentrariam se a seleção fosse aleatória (MAIN e NELSON, 1988a). Neste estudo o tamanho do grão dos tubos variou entre 0,5 e 0,25μm, o mesmo registrado para tubos de *P. caudata* na Flórida (MAIN e NELSON, op cit.). Bremec et al. 2013, em um trabalho na Argentina com outra espécie de Sabellariidae, *Sabellaria nanella*, observaram que a quantidade de areia média encontrada nos tubos (35,54%) foi maior que a quantidade de areia média da praia (16,67%), fato que também ocorreu neste estudo.

Os grupos que no total tiveram maior riqueza de taxa foram, nessa ordem, Polychaeta, Crustacea e Mollusca, o mesmo ocorrendo também com a fauna associada à *S. nanella* (BREMEC et al, 2013), à *Sabellaria alveolata* em Portugal (DIAS e PAULA, 2001) e à *P. caudata* em Ubatuba, São Paulo (SOUZA, 1989). Alguns Polychaeta encontrados neste estudo foram relatados em outros trabalhos, como *Eulalia myriacyclum* e *Hydroides brachyacanthus* (encontradas em uma única amostra, em Pedra de Xaréu), *Lysidice ninetta*, *Marphysa* e *Perinereis*, este último encontrado em todas as praias (DIAS e PAULA, 2001; SOUZA, 1989; DUBOIS et al, 2002).

O segundo grupo mais abundante, Crustacea, é destacado em diversos trabalhos associados ao *Phragmatopoma* ou a outros sabelariídeos (BOSA e MASUNARI, 2002; BOSA e MASUNARI, 2002b; GORE et al, 1978; MICHELETTI-FLORES e NEGREIROS-FRANSOZO,1999), com alguns gêneros previamente relatados como *Pachycheles*, *Leptochelia*, *Cymodoce*, *Paradella dianae*, *Elasmopus*, *Parhyale hawayensis*, *Alpheus* (BOSA e MASUNARI, 2002; BOSA e MASUNARI, 2002b; SOUZA, 1989; DIAS e PAULA, 2001) *Gnathia*, que pode utilizar os recifes de *Sabellaria alveolata* como berçário em Portugal (DIAS e PAULA, 2001) e o decápode *Pachygrapsus transversus* (GORE et al, 1978; ZALE e MERRIFIELD, 1989), cuja

alimentação segundo os autores citados pode ser o próprio *Phragmatopoma caudata*. Dentre os Mollusca, o gênero *Brachidontes* encontrado nas amostras também foi relatado em Bremec et al, 2013 e Souza, 1989.

Gruet (1971 – 1972) sugeriu que a fauna associada é um reflexo das condições de habitat que as formações recifais promovem, mais do que a presença dos poliquetas construtores de recifes. A riqueza dessa fauna pode ser explicada pela estabilidade que esses recifes oferecem (DIAS e PAULA, 2001).

Na estrutura populacional, os indivíduos com as maiores medidas (>2,0mm) e com as menores medidas (<0,5mm) de tórax estiveram em menor quantidade, predominando os indivíduos de medidas intermediárias, nas cinco praias, sem diferenças significativas. Entretanto, estudos mostram que a fauna associada varia com a mudança da estrutura populacional de poliquetas sabelariídeos construtores de recifes (DUBOIS et al., 2002). Foi observado também que há um recrutamento, mesmo pequeno, de outros indivíduos em todas as praias. Estudos mostram que o *P. caudata* se reproduz ao longo do ano, não apresentando um período reprodutivo específico (ZALE e MERRIFIELD, 1989; ECKELBARGER, 1976).

Análises morfométricas de *Phragmatopoma caudata* foram feitas recentemente no Brasil, buscando o melhor descritor morfológico para a espécie. Occhioni et al. (2009) observaram 17 variáveis morfométricas, concluindo que o comprimento do primeiro setígero torácico possuiu maior correlação com o comprimento total do corpo. Apesar disso, Faroni-Perez (2014) utilizou a coroa opercular em seu trabalho, argumentando que é um indicador válido para avaliar a estrutura da população.

Esse é o primeiro estudo realizado com *P. caudata* relacionando a estrutura populacional à fauna acompanhante das colônias desse animal. Trabalhos feitos na França com *Sabellaria alveolata* (DUBOIS et al., 2006) também apresentaram algo semelhante. Os epibiontes *Crassostrea gigas* e *Ulva* sp., quando juntas, aumentaram a diversidade de espécies no local (principalmente nos recifes com maiores densidades de ostras), sem afetar significativamente a população do poliqueta. No entanto, recifes que tinham apenas a alga como epibionte aparentavam ter menores taxas de recrutamento de *S. alveolata*, dado que não se mostrou significativo graças ao aparecimento sazonal da *Ulva*.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recifes de *P. caudata* são estruturadores de ambientes, por construírem agregações rígidas em meio à instabilidade da zona entremarés e proporcionarem alimento, abrigo e substrato para outras espécies se estabelecerem.

A fauna associada aos recifes apresentou maior riqueza em Calhetas, porém a praia que obteve a maior abundância foi a de Pedra de Xaréu. De uma forma geral, a fauna associada entre as praias foi distinta, mas não apresentou nenhuma correlação com os parâmetros físicos ou com a estrutura populacional de *P. caudata*, indicando que as diferenças podem ser aleatórias.

A estrutura populacional do poliqueta entre as praias não apresentou variações significativas, mostrando que há um possível padrão na organização das populações nos recifes.

O presente estudo foi pioneiro no mundo em relacionar a abundância e estrutura de tamanho de *Phragmatopoma caudata* com a fauna acompanhante, indicando a importância de serem realizados novos estudos que possam ter as mesmas características, para posterior análise dos mesmos e melhor entendimento sobre a espécie.

7. REFERÊNCIAS

ALHADAS, E.S; CASTRO, G.A. **A fauna associada aos agregados de *Phragmatopoma lapidosa* Kinberg, 1867 (Annelida, Polychaeta, Sabellariidae) do costão rochoso da praia Monte Aghá, Piúma (ES)**. Oceanografia e Políticas Públicas, Santos, SP, Brasil. 5p. 2011.

AMARAL, A.C.Z. **Breve caracterização de *Phragmatopoma lapidosa* KINBERG, 1867 (Polychaeta, Sabellariidae)**. Universidade Estadual de Campinas, Campinas,SP. Em: Revista Brasileira de Zoologia v. 3 (8), 471-474, 4p, 1987.

APPELTANS, W. et al. **The Magnitude of Global Marine Species Diversity**. Current Biology, Vol 22 No 23, 2189–2202. 2012.

AYATA, S. D. et al. **Modelling larval dispersal e settlement of the reef-building polychaete *Sabellaria alveolata*: role of hydroclimatic processes on the sustainability of biogenic reefs**. Continental Shelf Research 29:1605-1623, 2009.

BOSA, C.R.; MASUNARI, S. **Crustáceos decápodos associados aos bancos de *Phragmatopoma caudata* (Krøyer) (Polychaeta, Sabellariidae) na Praia de Caiobá, Matinhos, Paraná**. Revta bras. Zool. 19 (Supl. 1): 117 – 133, 2002.

BOSA, C.R.; MASUNARI, S. **Peracáridos associados aos bancos de *Phragmatopoma caudata* (Krõyer) (Polychaeta, Sabellariidae) na Praia de Caiobá, Matinhos, Paraná**. Revta bras. Zool. 19 (Supl. 1): 135 – 147, 2002b.

BREMEC, C. et al. ***Sabellaria nanella* (Sabellariidae): fromsolitary subtidal to intertidal reef-buildingworm at Monte Hermoso, Argentina (398S, south-west Atlantic)**. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 93(1), 81–86; 2013.

DEAN, M. et al. **Surface analyses of biocements from *Pectinaria gouldii* (Polychaeta: Pectinariidae) and *Phragmatopoma lapidosa* (Polychaeta: Sabellariidae)**. Zoosymposia 2: 329–337, 2009.

DESROY, N. et al. **The conservation status of *Sabellaria alveolata* (L.) (Polychaeta: Sabellariidae) reefs in the Bay of Mont-Saint-Michel**. Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. 21: 462–471, 2011.

DIAS, A.S.; PAULA, J. **Associated fauna of *Sabellaria alveolata* colonies on the central coast of Portugal**. J. Mar. Biol. Ass. U.K. (2001), 81, 169-170, 2001.

DUBOIS, S.; RETIÈRE, C. & OLIVIER, F. **Biodiversity associated with *Sabellaria alveolata* (Polychaeta: Sabellariidae) reefs: effects of human disturbances**. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 82, 817-826, 2002.

DUBOIS S, et al**. Effects of epibionts on *Sabellaria alveolata* (L.) biogenic reefs and their associated fauna in the Bay of Mont Saint-Michel**. Estuar Coast Shelf Sci 68:635–646, 2006.

ECKELBARGER, K.J. **Larval development and population aspects of the reef-building polychaete Phragmatopoma lapidosa from the east coast of Florida**. Bull. Mar. Sci. 26: 117-132, 1976.

ECKELBARGER, K.J. **Larval develolpment of *Sabellaria floridensis* from Florida and *Phragmatopoma californica* from southern California (Polychaeta: Sabellaxiidae), with a key to the sabellariid larvae of Florida and a review of development in the family**. Bull. Mar. Sci. 27:241-255, 1977.

EMERY, K. O. **A simple method of measuring beach profiles**. Limnol.Oceanogr., v. 6, p. 90-93, 1961.

FARONI-PEREZ, L. **Variação sazonal no recrutamento de *Phragmatopoma caudata* (Polychaeta, Sabellariidae) na costa sudeste do Brasil: biometria e validação de metodologia para categorização de classes etárias**. Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre, 104(1):5-13, 2014.

FOLK, R. L. & WARD, W. C. **Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters**. Journal of Sedimentary Petrology, 27 (1): 3-26, 1957.

GORE, R.H.; SCOTTO, L.E.; BECKER, L.J. **Community composition, stability, and trophic partitioning in decapod crustaceans inhabiting some subtropical sabellariid worm reefs**. Bull. Mar. Sci., 28:221-248, 1978.

GRAM, R. **A Florida Sabellariidae reef and its effect on sediment distribution**. J. Sediment. Petrol. 38:863-868, 1968.

GRUET, Y. **Morphologie, croissance etfauneassociée dês récifs de *Sabellaria alveolata* (Linné) de La Bernerie-en-Retz (Loire-Atlantique)**. *Tethys*, 3, 321-380. 1971 - 1972.

HENNEBERT, E. et al. **"From sand tube to test-tube: The adhesive secretion from Sabellariidae tubeworms"**In "Bioadhesion and Biomimetics: From Nature to Applications". Pan Stanford Publishing, 2015.

HOLT, T.J. et al. **BIOGENIC REEFS: An overview of dynamic and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs**. UK Marine SACs Project, Vol. IX. Biogenic reefs. 170p, 1998.

JENSEN, R.A.; MORSE, D.E. **Intraspecific facilitation of larval recruitment: gregarious settlement of the polychaete *Phragmatopoma californica* (Fewkes)**. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 1984, Vol. 83, pp. 107-126, 1984.

KIRTLEY, D.W. **Intertidal reefs of Sabellariidae (Annelids, Polychaeta) along the coasts of Florida**. Florida State University, Tallahassee. 104 pp, 1966.

KIRTLEY, D. W. **A review and taxonomic revision of the family Sabellariidae Johnston, 1865 (Annelida; Polychaeta)**. Sabecon Press-Science Series, Vero Beach, FL, 1994.

KIYOTANI, I.B. **Turismo de segundas residências: a degradação ambiental e paisagística das praias de Jacumã, Carapibus e Tabatinga – Conde/PB**. Dissertação, Universidade Federal da Paraíba, PB, 2011.

LA PORTA, B.; NICOLETTI, L. ***Sabellaria alveolata* (Linnaeus) reefs in the central Tyrrhenian Sea (Italy) and associated polychaete fauna**. Zoosymposia 2: 527–536, 2009.

MAIN, M.B.; NELSON, W.G. **Sedimentary characteristics of sabellariid worm reefs *Phragmatopoma lapidosa* Kinberg**. Estuarine Coastal Shelf Sci. 26:105-109, 1988a.

MCCARTHY, D.A et al**. Ontogeny of phototaxis and geotaxis during larval development of the sabellariid polychaete *Phragmatopoma lapidosa***. Marine Ecology Progress Series, Vol. 241: 215–220, 2002.

MCCARTHY, D.A et al. **The Ecological Importance of a Recently Discovered Intertidal Sabellariid Reef in St. Croix, U.S. Virgin Islands).** Caribbean Journal of Science, Vol. 44, No. 2, 223-227, 2008.

MICHELETTI-FLORES, C.V; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. **Porcellanid Crabs (Crustacea, Decapoda) inhabiting sand reefs built by *Phragmatopoma lapidosa***

(Polychaeta, Sabellariidae) at Paranapuì beach, Sìo Vicente, SP, Brazil Rev. Brasil. Biol., 59(1): 63-73, 1999.

MULTER, H.G.; J.D. MILLIMAN. **Geologic aspects of sabellarian reefs, southeastern Florida.** Bull.Mar. Sci. 17:257-267, 1967.

NARCHI, W. **On the functional morphology of *Hiatella solida* (Hiatellidae: Bivalvia)**. Mar. Biol. (Berl.) 19:332-337, 1973.

NARCHI, W. **Functional morphology of *Petricola (Rupellaria) typica* (Bivalvia: Petricolidae)**. Mar. Biol. (Berl.) 27: 123- 129, 1974.

NASCIMENTO, M.A.L. **Potencialidades geoturísticas na região do granito do Cabo de Santo Agostinho (NE do Brasil): meio de promover a preservação do patrimônio geológico**. Estudos Geológicos, v. 15: 3-14, 2006.

OCCHIONI, G.E.; BRASIL, A.C.S.; ARAÚJO, A.F.B. **Morphometric study of *Phragmatopoma caudata* (Polychaeta: Sabellida: Sabellariidae)**. ZOOLOGIA 26 (4): 739–746, 2009.

OCCHIONI, G.E. **Variação interpopulacional de *Phragmatopoma caudata* (Kroyer) Morch, 1863 (Polychaeta- Sabellariidae) em ilhas e litoral costeiro da região Costa Verde, Rio de Janeiro, Brasil**. Dissertação, Universidade Federal Fluminense, RJ, 2011.

PINTO, A.J.A. **Biologia reprodutiva de *Sabellaria wilsoni* (Polychaeta: Sabellariidae) na Ilha de Algodoal-Maiandeua (Pará)**. Dissertação, Universidade Federal do Pará, PA, 2011.

ROUSE, G. W. & PLEIJEL, F. **Polychaetes**. Oxford University Press, Oxford, 354p, 2001.

SEPÚLVEDA, R.D.; MORENO, R.A.; CARRASCO, F.D. **Diversidad de macroinvertebrados associados a arrecifes de *Phragmatopoma moerchi* Kinberg, 1867 (Polychaeta: Sabellariidae) en el intermareal rocoso de Cocholgüe, Chile**. Gayana 67(1): 45-54, 2003.

SHAO, H. et AL. **A water-borne adhesive modeled after the sandcastle glue of *P. californica***. Macromol Biosci, May 13; 9(5): 464–471, 2009.

SILVA, L. M. et al. **Detecção de mudanças antrópicas no ambiente praial em Boa Viagem – Recife – PE**. IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, p. 002 – 007, 2012.

SOUZA, R.C.R. **A fauna dos bancos de areia de *Phragmatopoma lapidosa* Kinberg, 1867 (Annelida-Polychaeta), da região de Ubatuba**. Dissertação, Universidade Estadual de Campinas, SP, 1989.

STEWART, R.J. et al. **The tube cement of *Phragmatopoma californica*: a solid foam**. J Exp Biol, 207:4727, 2004.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. Editora E. Blücher, 1973.

THOMAS, F.I.M. **Morphology and orientation of tube extensions on aggregations of the polychaete annelid *Phragmatopoma californica***. Marine Biology, 119:525-534, 1994.

VENEKEY, V. et al. **Distribuição espaço-temporal da meiofauna em *Sargassum polyceratium* Montagne (Fucales, Sargassaceae) de um costão rochoso do nordeste do Brasil**. Atlântica, Rio Grande, 30(1) 53-67, 2008.

WANG, C.S; STEWART, R.J. **Localization of the bioadhesive precursors of the sandcastle worm, *Phragmatopoma californica* (Fewkes)**. The Journal of Experimental Biology 215, 351-361, 2012.

WINSLOW, B. D. et al. **Biocompatibility of adhesive complex coacervates modeled after the Sandcastle glue of *P. californica* for craniofacial reconstruction**. Biomaterials. December 31(36): 9373–9381. doi:10.1016/j.biomaterials.2010.07.078. 2010.

WORMS. ***Phragmatopoma* Mörch, 1863**. In: Read, G.; Fauchald, K. (Ed.) (2015) World Polychaeta database. Acessado através de World Register of Marine Species em http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=325241, em 2015-12-05.

ZALE, A.V; MERRIFIELD, S.G. **Species Profiles: Life Histories and Environmental Requirements of Coastal Fishes and Invertebrates (South Florida): REEF-BUILDING TUBE WORM**. Biological Report, 82 (11 .I 15), 1989.

ZHAO, H. et al. **Cement Proteins of the Tube-building Polychaete *Phragmatopoma californica***. J Biol Chem, 280:42938, 2005.