



**MARINHA DO BRASIL
INSTITUTO DE ESTUDOS DO MAR ALMIRANTE PAULO MOREIRA
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA MARINHA
PPGBM – IEAPM/UFF**

DIEGO SEDA D' ELIA

**BIOPROSPECÇÃO DE POLIQUETAS PARA INSUMOS EM MARICULTURA:
BIODIVERSIDADE E COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA**

**ARRAIAL DO CABO - RJ
2021**

DIEGO SEDA D' ELIA

**BIOPROSPECÇÃO DE POLIQUETAS PARA INSUMOS EM MARICULTURA:
BIODIVERSIDADE E COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA**

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) e à Universidade Federal Fluminense (UFF), como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Biotecnologia Marinha.

Orientador: Prof. Dr. Flavio da Costa Fernandes

**ARRAIAL DO CABO - RJ
2021**

DIEGO SEDA D' ELIA

**BIOPROSPECÇÃO DE POLIQUETAS PARA INSUMOS EM MARICULTURA:
BIODIVERSIDADE E COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA**

Tese apresentada ao Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira e à Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Biotecnologia Marinha.

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Paulo Cesar Paiva
(Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ)

Prof. Dra. Maria Helena Campos Baeta Neves
(Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Marinha - Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM)

Prof. Dr. Luiz Ricardo Gaelzer
(Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM)

Prof. Dr. Júlio César Monteiro
(Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM)

Prof. Dr. Eduardo Barros Fagundes Netto
(Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Marinha - Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM)

Prof. Dr. Flavio da Costa Fernandes
(Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Marinha - Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM)
Professor Orientador – Presidente da Banca Examinadora

Arraial do Cabo, 02 de agosto de 2021

AGRADECIMENTOS

Já dizia Carlos Drummond de Andrade: “... Nunca me esquecerei desse acontecimento na vida de minhas retinas tão fatigadas. Nunca me esquecerei que no meio do caminho tinha uma pedra...” Pedras aparecem e precisam ser superadas. Elas são desafios e após passá-las nos deixam mais fortes, hábeis, confiantes, sábios. Porém nem sempre é fácil superar sozinho as adversidades. As pessoas que nos cercam ou passam pela nossa vida durante a caminhada são de extrema importância. Quero agradecer a todos que passaram por mim durante esses quatro anos e que contribuíram para a minha formação, para meu círculo de amizade, para momentos de descontração e leveza em meio a dúvidas e incertezas. Conversas são importantes para arejar a cabeça. Uma mente descansada traz luz às ideias.

Muito obrigado,

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo e auxílio de bancada.

Ao Dr. Flavio da Costa Fernandes, meu chefe, orientador, um homem sábio, que mostra com leveza, educação, argumentação as suas ideias. Me incentivou e embarcou comigo nessa jornada, sempre me dando espaço, liberdade de agir, conselhos e sugestões de como agir em situações de trabalho. Sempre conversando e mostrando pontos fortes e fracos em projetos de pesquisa. Foram quase dez anos de convivência. Aprendi muito com você! Muito obrigado por tudo e por acreditar no meu trabalho!

À Dra. Elizabeth de Souza Martins, minha mentora, que viu em mim um potencial que até eu desconhecia e me direcionou a esse novo mundo, até aquele momento, da macrofauna bentônica. Agradeço todos os momentos de trabalho, no escritório, lavando aquele sedimento cheiroso de lama, a caça aos invertebrados embaixo do sol porque não há luz melhor para ver os animais que essa (e isso é

verdade! – risos), as horas entre a lupa e os livros e glossários de invertebrados, a companhia, as conversas descontraídas, as orientações desde aquela época em que me sugeriu começar a estudar os poliquetas até hoje. Sou grato por ter te conhecido, poder trabalhar com você e aprender com toda a sua experiência e sabedoria de trabalho e de vida. Muito Obrigado!

Aos professores Dr. Paulo Paiva, Lohengrin Fernandes, Eduardo Barros, Júlio Monteiro pelas críticas na avaliação da qualificação. O trabalho científico cresce por meio de leitura e críticas, os seus comentários me ajudaram a crescer como pessoa, pesquisador e a melhorar o meu documento final.

À Dr. Fabíola Fogaça, da Embrapa Agroindústria de Alimentos, pela parceria e análise bioquímica dos grupos tróficos.

À professora Dra. Cynthia Santos, da Universidade Federal Fluminense, pela conversa esclarecedora sobre algumas linhas de pesquisa com poliquetas. Foi um momento rápido, porém de muito aprendizado, que me trouxe de volta ao meu projeto de pesquisa e a pensar em novas possibilidades.

Aos amigos, orientandos do Flavio, David, Patrícia, Guilherme, Dora pelo apoio nas coletas, pelas conversas sobre pesquisas, a vida e coisas aleatórias. Foi muito bom conhecer e conviver com vocês. Tenho certeza que ainda teremos muitas conversas e aprendizados juntos!

Aos tenentes Cortez e Danúbia pelo apoio nas coletas, no laboratório de microscopia e por me acolherem na Divisão de Oceanografia Biológica do IEAPM.

Aos amigos Jorge, Márcio, Renato dos Santos pela ajuda nas coletas e fazer com que aqueles momentos puxando o van veen se tornassem literalmente mais leves e descontraídos.

Ao Roberto por me ensinar a fazer a análise de granulometria e de carbonato de cálcio nas amostras de sedimento.

Aos técnicos da química: Marcos, Laudemir, Sargento Lucas, Sargento Nina e Dagles por estarem juntos nas coletas, pela análise de matéria orgânica e pela paciência de sempre para me enviar os resultados quando precisei e tirar as minhas dúvidas quanto aos processos.

Aos colegas da pós-graduação que estiveram juntos durante as disciplinas, apresentações do IEAPM de Portas Abertas, nas reuniões de alunos e nos representando nas reuniões do Colegiado da Pós.

Aos meus amigos da Elite, Cláudia, Daniele, Edson e Sayonara, pelas conversas descontraídas, momentos de espairecer a cabeça e rir, também pelos momentos de preocupação e por sempre se interessarem em saber como andava a minha pesquisa. Vocês são demais!

À minha família Lena e Deo pelo apoio, orientação para minha vida, preocupação e incentivo. Chegar até aqui não foi uma caminhada que começou há quatro anos, mas uma dedicação de uma vida, de compromisso, de trabalho, de amor, de acreditar nos sonhos. Vocês me formaram e por isso estou aqui. Amo vocês!

À Ednara Avolio pelo incentivo para dar início a essa jornada acadêmica.

Ao meu filho Guilherme que deu forças para continuar até o final. Terminar esse curso é uma vitória nossa; uma caminhada que fizemos juntos, de alegrias, choro, conversas, exemplo. As conquistas vêm por meio de estudo, dedicação e sacrifícios. Dedico essa especialmente a você!

*Não é sobre chegar no topo do
mundo e saber que venceu. É
sobre escalar e sentir que o
caminho te fortaleceu.*

Ana Vilela.

RESUMO

Os poliquetas estão entre os três principais grupos da macrofauna bentônica. Possuem uma grande variedade de formas e apêndices, o que lhes confere habilidades para habitar diferentes tipos de substratos e obter diferenciados recursos alimentares. Historicamente, sabe-se que são utilizados como isca em comunidades que praticam pesca artesanal e observa-se a expansão dessa atividade no ramo da economia com a exploração desse recurso no ambiente natural, retirando-se toneladas de poliquetas e movimentando milhares de dólares ao redor do mundo. Ademais, os poliquetas têm sido estudados em outras áreas como a maricultura e a biotecnologia marinha, tendo o seu uso na alimentação de espécies comercialmente de valor, principalmente no cultivo de camarões e na biorremediação da matéria orgânica nos efluentes de viveiros de peixes e camarões. Entretanto, o cultivo de poliquetas para atender a demanda desses setores ainda é difícil de estabelecimento e manutenção, fazendo-se necessários estudos sobre a forma de vida, distribuição, reprodução e composição bioquímica dessas espécies e também uma análise em grupos de indivíduos, como os grupos funcionais de alimentação. Este estudo teve como objetivo ampliar o conhecimento da biodiversidade de poliquetas na Enseada dos Anjos, em Arraial do Cabo/RJ, assim como entender a distribuição da sua densidade e dos grupos tróficos relacionando-os às variáveis ambientais e à composição bioquímica desses organismos a partir de grupos tróficos. Foram identificados 103 morfotipos de poliquetas, pertencentes a 51 espécies, 71 gêneros e 31 famílias em um total de 2.300 espécimes coletados. Foram observados 31 novos registros para a Plataforma Continental interna de Arraial do Cabo e seis novos registros para o estado do Rio de Janeiro. A Enseada dos Anjos está estruturada de acordo com a granulometria do sedimento, variando de grãos grossos a finos no sentido sul-norte. A intensidade e sentido do vento parecem influenciar nas correntes marinhas que entram na porção interna da enseada, movimentando as camadas mais superficiais do substrato inconsolidado, determinando a presença de espécies que habitam essa área, mais relacionadas ao grupo trófico depositívoro de superfície. Na estação Cais, protegida da ação direta do vento nordeste pelo quebra-mar do Porto do Forno não é percebida a variação das espécies entre os quatro grupos tróficos, assim como foi observado nas estações Hotel e Tayo. A maior concentração de

proteínas foi encontrada no grupo depositívoro. Os minerais que se destacaram em maior quantidade nos organismos foram cálcio, fósforo, ferro e magnésio. O fósforo foi encontrado em valores maiores em animais de hábito carnívoro e os demais minerais em animais de hábito depositívoro. Pode-se concluir que as variações ambientais afetam diretamente a sobrevivência dos poliquetas. Entretanto, a presença de grupos tróficos diversos pode favorecer a sua permanência no ambiente. Em um cultivo de uma espécie, as variações das condições físico-químicas da água ou da velocidade da corrente de água no viveiro podem afetar os organismos ali presentes. A criação de espécies diferentes de um mesmo grupo trófico, por exemplo, depositívoros, pode favorecer não somente a continuidade do cultivo, assim como a melhoria da oferta das espécies como produto ou serviço.

Palavras-chave: Grupo trófico, Alimentação, Pesca.

ABSTRACT

Polychaetes are among the three main groups of benthic macrofauna. They have a wide variety of shapes and appendages, which gives them the skills to inhabit different types of substrates and obtain differentiated food resources. Historically, it is known that they are used as bait in communities that practice artisanal fishing and there is an expansion of this activity in the economy with the exploitation of this resource in the natural environment, removing tons of polychaetes and moving thousands of dollars around the world. Furthermore, polychaetes have been studied in other areas, such as mariculture and marine biotechnology, having their use in the feeding of commercially valuable species, mainly in the cultivation of shrimp and in the bioremediation of organic matter in the effluents of mariculture nurseries. However, the cultivation of polychaetes to meet the demand of these sectors is still difficult to establish and maintain, making studies on the way of life, distribution, reproduction and biochemical composition of these species necessary and also an analysis in groups of individuals, such as functional feeding groups. This study aimed to expand the knowledge of the polychaete biodiversity in Enseada dos Anjos, in Arraial do Cabo / RJ, as well as to understand the distribution of its density and the trophic groups relating them to environmental variables, and the biochemical composition of these organisms to form trophic groups. 103 polychaetes morphotypes were identified, belonging to 51 species, 71 genera and 31 families in a total of 2,300 specimens collected. 31 new records were observed for the internal Continental Platform of Arraial do Cabo and six new records for the state of Rio de Janeiro. Enseada dos Anjos is structured according to the granulometry of the sediment, ranging from coarse to fine grains in the south-north direction. The intensity and direction of the wind seem to influence the marine currents that enter the inner portion of the inlet, moving the most superficial layers of the unconsolidated substrate, determining the presence of species that inhabit this area, more related to the surface depositivorous trophic group. At the Cais station, protected from the direct action of the northeast winds by the breakwater of Forno Port, the variation of species between the four trophic groups is not perceived, as was observed at the Hotel and Tayo stations. The highest concentration of protein was found in the depositivore group. The minerals that stood out in greater quantity were calcium, phosphorus, iron and magnesium. Phosphorus was found in higher values in animals

with a carnivorous habit and the other minerals in animals with a depositivorous habit. It can be concluded that environmental variations directly affect the survival of polychaetes. However, the presence of different trophic groups can favor their permanence in the environment. In a species cultivation, variations in the physicochemical conditions of the water or the speed of the water flow in the breeding pond can affect the organisms present there. The creation of different species of the same trophic group, for example, depositivores, can favor not only the continuity of cultivation, but also the improvement of the offer of species as a product or service.

Keywords: Trophic groups, Food, Fishing.

SUMÁRIO

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	10
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3 REFERÊNCIAS.....	16
4 CAPÍTULO 1.....	19
UTILIZAÇÃO ECONÔMICA DE POLIQUETAS NOS SETORES DE PESCA E MARICULTURA.....	19
1 INTRODUÇÃO.....	19
2 MATERIAL E MÉTODOS	21
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4 CONCLUSÃO	25
5 REFERÊNCIAS	25
5 CAPÍTULO 2.....	28
BIODIVERSIDADE DE POLIQUETA DA ENSEADA DOS ANJOS, ARRAIAL DO CABO – RJ.	28
1 INTRODUÇÃO.....	28
2 MATERIAL E MÉTODOS	29
2.1 Área de estudo.....	29
2.2 Amostragem	30
2.3 Análise estatística.....	31
3 RESULTADOS	32
4 DISCUSSÃO	38
5 CONCLUSÃO	39
6 REFERÊNCIAS	40
6 CAPÍTULO 3.....	44
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA COMUNIDADE DE POLIQUETAS E GRUPOS TRÓFICOS DA ENSEADA DOS ANJOS, ARRAIAL DO CABO – RJ.....	44
1 INTRODUÇÃO.....	45
2 MATERIAL E MÉTODOS	46
2.1 Área de Estudo.....	46
2.2 Amostragem	47
2.3 Variáveis Abióticas	48
2.4 Processamento dos Poliquetas	49
2.4 Análise Estatística.....	50
3 RESULTADOS	52
3.1 Variáveis Abióticas	52

3.2 Comunidade de Poliquetas	57
3.2 Grupos Funcionais de Alimentação	59
4 DISCUSSÃO	62
5 CONCLUSÃO	66
6 REFERÊNCIAS	67
7 CAPÍTULO 4	71
POLIQUETAS UTILIZADOS COMO FONTE NUTRICIONAL NA MARICULTURA -	
ANÁLISE BIOQUÍMICA DE DOIS GRUPOS TRÓFICOS DE POLIQUETA	71
1 INTRODUÇÃO.....	71
2 MATERIAL E MÉTODOS	73
2.1 Área de estudo.....	73
2.2 Amostragem	74
2.3 Determinação de Proteínas.....	75
2.4 Determinação de minerais.....	76
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
5 CONCLUSÃO	79
6 REFERÊNCIAS	79
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	82

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A bioprospecção é um termo utilizado para pesquisas em biodiversidade visando à descoberta de recursos genéticos e substâncias bioativas comercialmente úteis. Entretanto, esse conceito, definido pela primeira vez no ano de 1993 por Reid e colaboradores (Laird, 2002) vem ganhando adaptações e ampliando a sua descrição inicial. Segundo Berlinck (2012), esse termo deveria ganhar uma descrição mais ampla, uma vez que a genética e a bioquímica é apenas uma parte da complexa atividade que a bioprospecção aborda. Um novo conceito abordaria a busca por novas espécies, sua descrição e potencial utilização desses seres vivos, assim como a sua relação com o meio ambiente.

Neste trabalho, o termo bioprospecção foi utilizado com essa ideia mais ampla, da procura por espécies, e/ou grupos de organismos, comercialmente viáveis que forneçam nutrientes necessários e/ou funções específicas a um setor determinado, como o setor de maricultura.

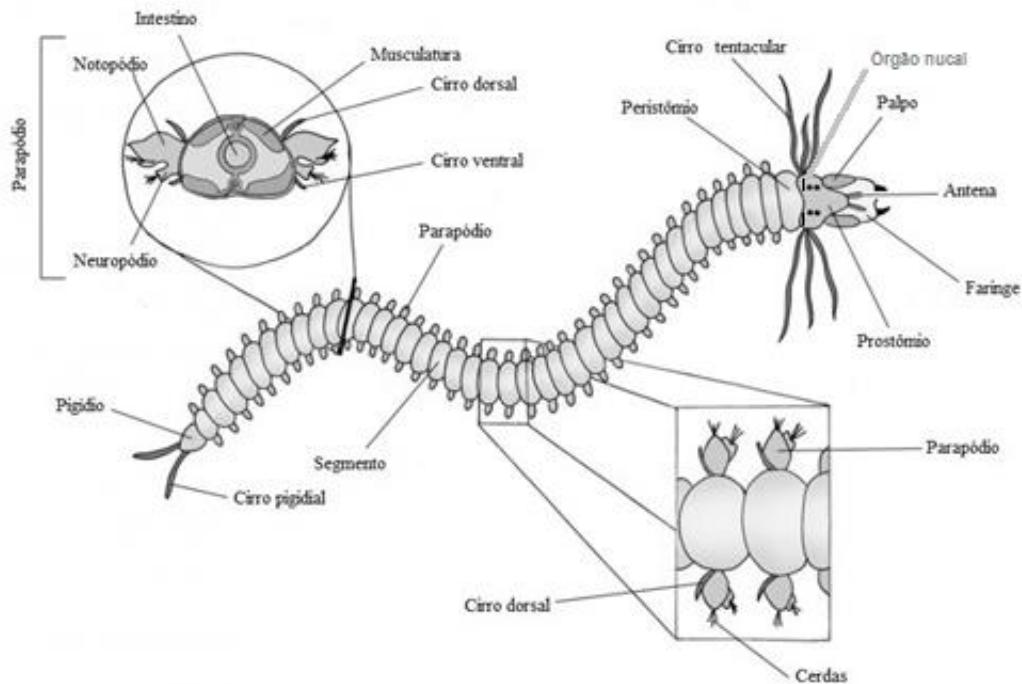
A maricultura é um ramo específico da aquicultura e concentra-se na produção de espécimes marinhos e estuarinos (FAO, 2010 *apud* Pereira & Rocha. 2015). A aquicultura é definida como toda atividade de desenvolvimento, desde os primeiros estágios até os adultos, de organismos aquáticos sejam de água doce, salgada ou salobra. Entre os grupos mais cultivados estão as algas, os crustáceos, peixes e moluscos (Figueras & Novoa, 2014). Atualmente, o cultivo de camarões e moluscos são a base da maricultura brasileira, concentrando-se nas espécies *Litopenaeus vannamei*, *Perna perna*, *Crassostrea gigas*, *C. brasiliana* e *C. rhizophorae*. A produção de algas e peixes marinhos ainda possui baixa produtividade (Pereira & Rocha. 2015).

Os poliquetas são um grupo de vermes marinhos que habitam diversos ambientes ao redor do mundo, desde áreas costeiras a grandes profundidades. Vivem tanto em locais de superfície dura (substrato consolidado), como os costões rochosos, quanto em locais de superfície mole ou de substrato inconsolidado (fundos arenosos e/ou lamosos). Junto com os moluscos e crustáceos, os poliquetas estão entre os três principais grupos dos organismos marinhos bentônicos, quando é levada em consideração sua diversidade, abundância, riqueza e biomassa (Amaral & Jablonski, 2005; Sukumaran & Devi, 2009; Manokaran *et al.*, 2013).

Estão tradicionalmente inseridos dentro do Filo Annelida, formado por duas Classes: Clitellata e Polychaeta. A Classe Clitellata, representada principalmente pelas minhocas e sanguessugas, apresenta caracteres morfológicos e moleculares que suportam a monofilia do grupo. Polychaeta é um grupo parafilético, a partir de caracteres morfológicos e moleculares. (Purschke, 2002; Struck *et al.*, 2011; Kvist & Siddall, 2013). Segundo Rouse & Fauchald (1997), a presença de órgãos nucais seria a única sinapomorfia que o grupo Polychaeta possui que o distingue dos demais anelídeos. Contudo, Rouse & Pleijel (2006) apontam que dos caracteres morfológicos encontrados nos poliquetas, somente três são válidos: a segmentação, as cerdas e os órgãos nucais. Neste trabalho, foi escolhido utilizar a nomenclatura em português “poliqueta” para se referir aos indivíduos que estão inseridos na Classe Polychaeta.

Os poliquetas são caracterizados por possuírem um corpo alongado metamérico, com poucos a numerosos segmentos. Na região anterior, apresentam um prostômio provido ou não de olhos e apêndices (palpos, antenas e cirros tentaculares) e um par de órgãos nucais, seguido do peristômio. Os órgãos nucais são estruturas ciliadas, innervadas diretamente da parte posterior do cérebro e possuem uma função quimiosensorial. Podem ser apresentados em diferentes formatos, como em sulcos ou manchas ciliadas (ex. Hesionidae), em formato de dedo eversível ou estrutura dobrada (ex, Opheliidae), sendo encontrados no prolongamento posterior da cabeça (ex, alguns Spionidae) ou na carúncula (ex. Amphinomida). Alguns poliquetas apresentam os órgãos nucais internalizados (ex. Sabellidae) ou aparentemente perdidos (ex. *Magelona*). A probóscide ou faringe pode apresentar ou não mandíbula, dentes quitinosos ou papilas. Nos segmentos, ao longo do corpo, são encontrados um par de parapódios, unirremes ou birremes, com cirros e cerdas que podem ser simples ou compostas e de diversos formatos. Podem ainda possuir brânquias, tentáculos, escamas ou páleas. Na parte posterior do corpo, possuem a região do pigídio, onde é encontrado o ânus, e é a parte de desenvolvimento dos segmentos do corpo. O pigídio pode apresentar cirros pigidiais, placa ou funil anal (Rouse & Pleijel, 2001) (**Fig. 1**).

Figura 1: Esquema da anatomia de um poliqueta.



Fonte: Adaptado de Agnès Escurriola, disponível em <https://cutt.ly/GfQgMq0>.

A Classe Polychaeta possui uma grande biodiversidade, com espécies de diferentes hábitos de vida. Quanto à mobilidade, podem ser de vida livre, cavadores, habitando túneis escavados no sedimento; tubícolas, com tubos feitos de muco, incrustados ou não de areia, conchas ou estruturas diversas encontradas no sedimento; rastejadores sobre o substrato; e sedentários, em tubos fixados em rochas ou outras estruturas, ou parasitas não obrigatórios, com espécies perfuradoras de conchas de moluscos (Amaral & Nonato, 1996). A mobilidade também está ligada às formas de dispersão e colonização do ambiente bentônico. Animais com menor movimentação dispersam suas larvas em uma fase planctônica (planctotrófica ou lecitotrófica) durante a reprodução sexuada, enquanto que aqueles com maior mobilidade apresentam larvas bentônicas, com desenvolvimento direto e migração para outros ambientes (Wilson, 1991; Cole *et al.*, 2018).

Podem habitar diversos ecossistemas, como estuários, praias, mangues, bancos de algas, sistemas lagunares e rios, águas profundas com mais de 200 m de profundidade, costões rochosos e recifes de corais, além de ocorrerem em ambientes

com temperaturas extremas como nas regiões polares e fontes hidrotermais (Rouse & Pleijel, 2006; Correia, 2015).

Atualmente, são conhecidas, mundialmente, 82 famílias e cerca de 9.000 espécies válidas (Rouse & Pleijel, 2006). De acordo com um levantamento realizado no banco de dados NONATObase, em agosto de 2020, dessas espécies, 2.176 são encontradas no Brasil, distribuídas em 81 famílias (Pagliosa *et al.*, 2014).

A grande diversidade de formas desses animais e seus diferentes hábitos de vida refletirão diretamente na sua alimentação (Jumars *et al.*, 2015). Cinco são os principais tipos alimentares de poliquetas: suspensívoros, carnívoros, depositívoros, herbívoros e onívoros. Poliquetas carnívoros possuem faringes musculosas com fortes maxilas, como as espécies das famílias Glyceridae, Nereididae e Syllidae. Os depositívoros possuem tentáculos ou palpos alongados, como as espécies das famílias Spionidae e Terebellidae. Poliquetas filtradores ou suspensívoros, geralmente, são providos de aparatos eficientes para movimentação de água, denominados coroas branquiais ou rádolos, como as espécies das famílias Sabellidae e Serpulidae (Amaral & Nonato, 1996).

Economicamente, os poliquetas são frequentemente apontados com valor comercial para algumas atividades específicas: isca para pesca, organismos usados em aquarofilia e insumo em maricultura para cultivo de espécies de peixes e crustáceos de valor comercial. Algumas publicações trazem ainda o consumo desses animais por humanos, sendo servidos em vários locais como iguaria típica (Olive, 1994; Amaral & Rossi-Wongtschowski, 2004; Rangel, 2005; Alves *et al.*, 2010). Nas últimas décadas, os poliquetas têm sido alvo de estudos para o uso em biorremediação, como uma ferramenta natural em filtros de areia de sistemas fechados de recirculação de água em cultivos de peixes e camarões, para o consumo de matéria orgânica (Palmer, 2010; Brown *et al.*, 2011).

Uma vez que os espécimes de poliquetas comercializados são, em sua maioria, extraídos do ambiente natural, é possível vislumbrar um crescente mercado de produção e comercialização desses organismos para os mais variados fins. Estudos sobre a biodiversidade de poliquetas em regiões ainda não estudadas, modos de reprodução e desenvolvimento, metabolismo, substâncias bioativas e conteúdos bioquímicos nutricionais auxiliam a compreender a utilização desse grupo dentro do

mercado econômico e reduzir os impactos ambientais que advêm da atividade de exploração em comunidades naturais.

Desta forma, no capítulo um é apresentado um panorama sobre os usos de poliquetas dentro do mercado econômico e pesquisas biotecnológicas que podem auxiliar no suprimento da demanda comercial tanto para o setor de pesca como para o setor de aquicultura e na área ambiental como uma ferramenta de biorremediação de compostos orgânicos. No capítulo dois mostra a biodiversidade de poliquetas dentro da Enseada dos Anjos, em Arraial do Cabo/RJ. O capítulo três analisa como a densidade da biodiversidade e dos grupos alimentares de poliqueta estão distribuídos dentro da Enseada dos Anjos e quais os parâmetros ambientais são os mais determinantes para o padrão observado. O capítulo quatro descreve a concentração de proteínas e minerais em um pool de espécies agrupadas por hábitos alimentares.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a biodiversidade e a composição bioquímica a partir de um agrupamento de espécies de poliquetas separadas por hábitos alimentares a fim de contribuir no avanço da sua sustentabilidade econômica como um bioproduto.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Capítulo 1

Descrever as formas de utilização dos poliquetas na área da maricultura, abordando espécies envolvidas, manejo e sustentabilidade.

Capítulo 2

Identificar a biodiversidade de poliquetas da Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo – RJ.

Capítulo 3

Descrever os parâmetros estruturais (densidade, riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância) e a estrutura trófica da comunidade de poliquetas da Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo – RJ;

Avaliar em escala espacial as relações entre os padrões de distribuição da densidade de espécies de poliqueta e dos grupos tróficos e as variáveis ambientais: temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, pH, transparência, granulometria, matéria orgânica, carbonato de cálcio, precipitação e intensidade de vento.

Capítulo 4

Quantificar a concentração de proteínas e minerais encontrados nos espécimes de poliquetas analisados por grupos tróficos: carnívoros e depositívoros.

3 REFERÊNCIAS

- ALVES, G.; DALBEN, A. & HANAZAKI, N. Gênero *Diopatra*: dados etnobiológicos da Baía da Ilha de Santa Catarina, 181–192. In: Mauricio Cantor; Luiz C. P. Macedo-Soares & Natalia Hanazaki. (Org.). **Ecologia de Campo na Lagoa do Peri**. Florianópolis: PPG Ecologia UFSC. 193p. 2010.
- AMARAL, A. C. Z. & JABLONSKI, S. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadiversidade**, 1(1): 43–51. 2005.
- AMARAL, A. C. Z. & NONATO, E. F. **Annelida Polychaeta: características, glossário e chaves para famílias e gêneros da costa brasileira**. Editora da UNICAMP. Campinas, SP. 124p. 1996.
- AMARAL, A. C. Z. & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. B (Eds.). **Biodiversidade bentônica da região Sudeste-Sul do Brasil, plataforma externa e talude superior**. Instituto Oceanográfico – USP. São Paulo. 216p. 2004.
- BERLINCK, R. G. S. Bioprospecção no Brasil: um breve histórico. **Ciência e Cultura**, 64(3), 27-30. 2012.
- BROWN, N.; EDDY, S. & PLAUD, S. Utilization of waste from a marine recirculating fish culture system as a feed source for the polychaete worm, *Nereis virens*. **Aquaculture**, 322-323: 177–183. 2011.
- COLE, V. J.; CHICK, R. C. & HUTCHINGS, P. A. A review of global fisheries for polychaete worms as a resource for recreational fishers: diversity, sustainability and research needs. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**. 2018.
- CORREIA, M. J. As surpreendentes fontes termais. **Naturlink**. 2015. Disponível em: <<http://naturlink.sapo.pt/Natureza-e-Ambiente/Sistemas-Aquaticos/content/As-surpreendentes-Fontes-Hidrotermais?bl=1&viewall=true>> Acesso em: 18 mai. 2015.
- FIGUERAS, A. & NOVOA, B. Biotecnología marina y acuicultura. **Arbor Ciencia, Pensamiento y Cultura**, 190 (768): a153. 2014.
- JUMARS, P. A.; DORGAN, K. M. & LINDSAY, S. M. Diet of worms emended: an update of polychaete feeding guilds. **Annual Review of Marine Science**, 7: 497–520. 2015.

KVIST, S. & SIDDALL, M. E. Phylogenomics of Annelida revisited: a cladistic approach using genome-wide expressed sequence tag data mining and examining the effects of missing data. **Cladistics**, 29: 435–448. 2013.

LAIRD, S. A. in **Biodiversity and traditional knowledge – equitable partnerships in practice**, Edited By Sarah A. Laird, Earthscan Publications Ltd., London & Sterling (USA), p. xxii. 2002.

MANOKARAN, S; KHAN, S; A.; LYLA, S.; RAJA, S. & ANSARI, K. G. M. T. Feeding guild composition of shelf macrobenthic polychaetes of southeast coast of India. **Tropical Zoology**, 26(3): 120–139. 2013.

OLIVE, P. J. W. Polychaeta as a world resource: a review of patterns of exploitation as sea angling baits and the potential for aquaculture based production. In: J.-C. DAUVIN, L. LAUBIER & D.J. REISH (Eels), **Actes de la 4eme Conference Internationale des Polychetes**. Mem. Mus. narn. Hist. nat., 162 : 603-610. Paris 1994.

PAGLIOSA, P. R.; DORIA, J. G.; MISTURINI, D.; OTEGUI, M. B. P. OORTMAN, M. S.; WEIS, W. A.; FARONI-PEREZ, L.; ALVES, A. P.; CAMARGO, M. G., AMARAL, A. C. Z.; MARQUES, A. C. & LANA, P. C. NONATObase: a database for Polychaeta (Annelida) from the Southwestern Atlantic Ocean. Database Vol. 2014

PALMER, P. J. Polychaete-assisted sand filters. **Aquaculture**, 306: 369–377. 2010.

PEREIRA, L. A. & ROCHA, R. M. A Maricultura e as bases econômicas, social e ambiental que determinam seu desenvolvimento e sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, XVIII(3): 41-54. 2015.

PURSCHE, G. On the ground pattern of Annelida. **Organism, Diversity and Evolution**, 2: 181–196. 2002.

RANGEL, L. F. C. M. S. **Parasitas metazoários de Polychaetas (*Nereis diversicolor* e *Diopatra neapolitana*) da Ria de Aveiro**. 2005. 88p. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Porto, Porto, 2005.

ROUSE, G. W. & FAUCHALD, K. Cladistics and polychaetes. **Zoologica Scripta**, 26(2): 139–204. 1997.

ROUSE, G. W. & PLEIJEL, F. **Polychaetes**. Oxford: Oxford University Press, 347p. 2001.

ROUSE, G. W. & PLEIJEL, F. **Reproductive biology and phylogeny of Annelida**. Science Publishers, 667p. 2006.

STRUCK, T. H.; PAUL, C.; HILL, N.; HARTMANN, S.; HO"SEL, C.; KUBE, M.; LIEB, B.; MEYE, A.; TIEDEMANN, R.; PURSCHKE, G. & BLEIDORN, C. Phylogenomic analyses unravel annelid evolution. **Nature**, 471: 95–98. 2011.

SUKUMARAN, S. & DEVI, K. S. Polychaete diversity and its relevance in the rapid environmental assessment of Mumbai Port. **Current Science**, 97(10). 2009.

WILSON, W. H. Sexual reproductive modes in polychaetes: classification and diversity. **Bulletin of Marine Science**, 48(2): 500-516. 1991.

4 CAPÍTULO 1

UTILIZAÇÃO ECONÔMICA DE POLIQUETAS NOS SETORES DE PESCA E MARICULTURA

RESUMO – Poliqueta é um grupo de vermes marinhos presentes em todos os ambientes marinhos e estuarinos. Tradicionalmente são utilizados por pescadores artesanais como isca para pesca e a sua exploração foi ampliada ao longo do tempo, movimentando, nos últimos anos, um comércio intercontinental como um produto para pescaria. Na maricultura, os poliquetas têm começado a ganhar destaque como alimentos vivos e em processos de biorremediação, consumindo nutrientes provenientes de efluentes de viveiros de cultivo de espécies marinhas. Contudo, dois problemas afetam diretamente a economia e o estabelecimento do consumo desses organismos como produtos. A exploração dos poliquetas é feita de forma extrativista, impactando diretamente o meio ambiente, o estoque desses organismos e toda a biota adjacentes local e regional. O cultivo dos poliquetas é uma solução capaz de mitigar esse dano ambiental e suprir de forma sustentável o mercado econômico. Entretanto, manter um cultivo eficiente, com uma taxa estável de sobrevivência das larvas ainda é um problema encontrado pelos pesquisadores. Para que haja um melhor desenvolvimento e sustentabilidade, nesses setores, são necessários mais estudos nos campos de reprodução e desenvolvimento dos poliquetas.

PALAVRAS-CHAVE: Aquicultura; Pesca; Biorremediação; Alimentação.

1 INTRODUÇÃO

Os poliquetas são um grupo de vermes marinhos que habitam diversos ambientes ao redor do mundo, desde áreas costeiras, marinhas e estuarinas, até grandes profundidades. São encontrados tanto em substratos consolidados, como os costões rochosos, quanto em superfícies moles inconsolidadas (fundos arenosos e/ou lamosos). Junto com os moluscos e crustáceos, integram os três principais grupos dos organismos marinhos bentônicos, quando é levada em consideração sua diversidade, abundância, riqueza e biomassa (Amaral & Jablonski, 2005; Sukumaran & Devi, 2009; Manokaran *et al.*, 2013).

No mercado econômico, são frequentemente comercializados em algumas atividades específicas: isca para pesca, organismos usados em aquarofilia e insumo em maricultura, como alimento em cultivo de espécies de peixes e crustáceos de valor comercial. Algumas publicações trazem ainda o consumo desses animais por

humanos, sendo servidos em vários locais como iguaria típica (Olive, 1994; Amaral & Rossi-Wongtschowski, 2004; Rangel, 2005; Alves *et al.*, 2010). Nas últimas décadas, os poliquetas têm sido alvo de estudos para o uso em biorremediação, como uma ferramenta natural em filtros de areia de sistemas fechados de recirculação de água em cultivos de peixes e camarões, para o consumo de matéria orgânica (Palmer, 2010; Brown *et al.*, 2011).

Contudo, a maior parte dos organismos comercializados é obtida pela exploração das comunidades naturais. Poucas são as localidades que possuem cultivo de poliquetas para fins comerciais.

A aquicultura no Brasil tem apresentado registros de crescimento, com a maior parte da produção desenvolvida em sistemas extensivos e semi-intensivos (Thompson *et al.*, 2018). A maricultura é um ramo específico da aquicultura e concentra-se na produção de espécimes marinhos e estuarinos (FAO, 2010 apud Pereira & Rocha. 2015). Atualmente, o cultivo de camarões e moluscos são a base da maricultura brasileira, concentrando-se nas espécies *Litopenaeus vannamei*, *Perna perna*, *Crassostrea gigas*, *C. brasiliiana* e *C. rhizophorae*. A produção de algas e peixes marinhos ainda possui baixa produtividade (Pereira & Rocha. 2015).

Entretanto, o cultivo desses organismos aquáticos, mesmo em sistemas intensivos, gera grande quantidade de resíduos ricos em nutrientes. Segundo Pereira & Rocha (2015), menos de 20% da ração fornecida a um cultivo de camarões é incorporada como biomassa no organismo alvo. Mais de 80% é convertido em alimento para a biota associada aos aquários (bactérias, algas e invertebrados) e poluição, sendo um problema não somente ambiental como também econômico, uma vez que os recursos financeiros investidos com alimentação representam o maior custo da produção.

Processos biotecnológicos têm sido utilizados no tratamento desses efluentes advindos de cultivos de organismos aquáticos. Tais técnicas variam entre utilização de microrganismos presentes no biofilme, bioflocos, sistemas integrados e policulturas, sendo estas baseadas em culturas de camarões com cultivos de arroz, vegetais hidropônicos, culturas de peixes e outros crustáceos (Marques *et al.*, 2016; Thompson *et al.*, 2018).

A policultura é o cultivo de duas ou mais espécies simultaneamente em um mesmo viveiro ou área (Abrunhosa, 2011). Os estudos de policultura com uso de poliquetas ainda são escassos, sendo uma área ainda a ser explorada. Os estudos realizados com aspectos reprodutivos e de desenvolvimento, utilizando-se poliquetas, possuem um foco biológico e evolutivo, poucos são os trabalhos de cultivo que levam em conta aspectos econômicos. Na maior parte desses estudos, os cultivos são baseados em apenas uma espécie e são desenvolvidos nos EUA, Austrália e alguns países da Europa (Cole *et al.*, 2018).

Tendo em vista que os poliquetas são organismos extremamente diversos, se desenvolvem em diferentes sistemas marinhos e que são potenciais organismos benéficos para a maricultura, o presente trabalho tem por objetivo apontar as principais utilizações dos poliquetas dentro da maricultura, assim como evidenciar as principais rotas comerciais, espécies vendidas, manejo, sustentabilidade e os produtos/serviços que podem vir a ser alcançados a partir da produção em larga escala desses organismos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa dos artigos foi realizada a partir do acesso à biblioteca virtual da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), utilizando-se do material disponível em diferentes bancos de dados (Elsevier, Science Direct, JSTOR, Scielo, Web of Science, Medline and Scopus).

A busca foi realizada utilizando combinações com as palavras-chave, em inglês e espanhol: poliqueta em combinação com os termos aquicultura; filtro de areia; maricultura; biotecnologia marinha.

Os resultados foram organizados nos seguintes tópicos: pesca e maricultura.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados levantados, foi observado que os poliquetas são organismos utilizados em alguns setores da economia. A sua comercialização e exploração é uma atividade recorrente, com leis e protocolos de proteção em alguns países da Europa,

como, por exemplo, Portugal. Dois setores principais foram elucidados como potenciais consumidores e exploradores desses organismos: pesca e maricultura.

No setor de pesca, os poliquetas são utilizados como produto e consumidos na forma de isca para pescaria. Alguns autores apontam o uso desses vermes como isca por pescadores artesanais que coletam espécies das famílias Nereididae e Onuphidae, em regiões de praias e manguezais. Por ser uma atividade artesanal, de pequena escala, a exploração pelo revolvimento manual ou com o auxílio de pequenos instrumentos para cavar o substrato provoca um menor dano ao ambiente.

Em larga escala, estimativas indicam que, durante o ano de 2016, aproximadamente, 314 toneladas desses vermes foram coletadas ao redor do mundo (FAO, 2018). Os valores de venda variam de acordo com a espécie comercializada. A espécie *Glycera dibranchiata*, da família Glyceridae, é vendida por 200 dólares americanos por quilo, nos EUA, enquanto o poliqueta *Halla okudai*, da família Oeonidae, custa 606 dólares americanos por quilo, no Japão (Cole *et al.*, 2018).

Três rotas principais foram apontadas na distribuição dos poliquetas como isca. A primeira parte do sul da China com destino para o Japão, Europa e EUA; a segunda tem origem na costa nordeste dos EUA, na cidade de Maine, para os estados do Golfo do México e Califórnia; e a terceira está concentrada em duas regiões dentro da Europa, partindo uma das regiões costeiras do norte (Holanda, Irlanda do Norte e Bretanha [França]) para a costa do Mediterrâneo, e outra da Lagoa Veneziana para o sul da Itália (Olive, 1994).

Atualmente, 12 das 82 famílias de poliquetas são utilizadas como isca para a pesca, sendo as mais procuradas: Arenicolidae, Eunicidae, Nereididae e Onuphidae, todas coletadas em seu ambiente natural (Cole *et al.*, 2018). Uma vez que a coleta desses organismos é realizada com dragas que revolvem o fundo marinho, esse tipo de exploração é considerado de grande impacto para o meio ambiente. Outros grupos de organismos bentônicos que vivem nesse mesmo habitat, que possuem diferentes funções ecológicas, ou outras espécies de animais que se alimentam dos organismos que ali vivem também são afetados pela remoção do substrato, podendo desencadear um desequilíbrio nesse sistema local.

O cultivo de poliquetas em larga escala mitigaria o impacto gerado pela exploração *in situ*. Contudo, somente algumas poucas espécies são cultivadas e o cultivo é desenvolvido por poucos países. *Arenicola marina*, *Arenicola defodiens* (Arenicolidae) e *Alitta virens* (Nereididae) são cultivadas no Reino Unido e *Diopatra aciculata* (Onuphidae) e *Perinereis helleri* (Nereididae), na Austrália. Além disso, a produção desses animais é muito incipiente e pouco se conhece sobre essa atividade (Cole *et al.*, 2018).

Associados à maricultura, os poliquetas são utilizados como fonte nutricional em viveiros de cultivo de camarões e peixes e como organismos biorremediadores de efluentes do cultivo de espécies marinhas.

Como fonte nutricional, estudos mostram que os poliquetas são considerados a maior fonte de bromofenol na dieta de camarões. Os bromofenóis simples estão amplamente distribuídos nos oceanos, através da cadeia alimentar. Estes compostos, quando presentes em altas concentrações em peixes, causam aroma desagradável (“off-flavor”) e são associados à má qualidade do alimento. Entretanto, quando presentes em baixas concentrações (ng.g^{-1}) estão associados à melhoria do aroma e ao sabor marinado ou iodado (“on-flavor”) característico das espécies de origem marinha, agregando valor ao alimento (da Silva *et al.*, 2007).

Além da melhoria do pescado dado o sabor marinado pelo bromofenol, estudos experimentais apontam que os poliquetas disponibilizam bons nutrientes, proteínas e gorduras, necessários ao desenvolvimento dos organismos cultivados. Hormônios produzidos por poliquetas foram capazes de estimular a maturação sexual em camarões que tinham esse animal como principal fonte de alimentação, sendo observada a aceleração do amadurecimento dos ovócitos das fêmeas, com o aumento das taxas de fecundidade (quantidade de ovócitos fecundados) e fertilidade (quantidade de nascimentos) (Olive, 1994; Basan *et al.*, 2009).

Na biorremediação, os poliquetas têm sido incorporados em tanques secundários para tratamento dos efluentes do cultivo da maricultura. As águas residuais são um dos maiores problemas relacionados à aquicultura em geral, comumente enriquecidas com matéria orgânica proveniente dos pellets fecais e das sobras de ração. Outros tipos de acúmulo indesejado de nutrientes são observados

nos viveiros de cultivo, como a presença de lodo orgânico, o crescimento de algas, plantas, bactérias e invertebrados.

Diversas pesquisas já foram empregadas nesse campo, até que nos últimos anos, sistemas fechados de recirculação de água têm sido empregados, com tanques adicionais para tratamento desse resíduo. Nos tanques de tratamento, são utilizados microrganismos, algas e bactérias, para processar esses nutrientes, além de filtros para capturar e concentrar os sólidos restantes (Palmer, 2010; Brown *et al.*, 2011). Uma vez que o crescimento descontrolado de invertebrados, incluindo poliquetas acontece nos tanques de filtragem, alguns pesquisadores têm realizado experimentos utilizando o potencial natural de assimilação de matéria orgânica do substrato por poliquetas, principalmente com espécies detritívoras e onívoras. São usados como uma fonte biotecnológica para tratamento dos resíduos da maricultura.

Palmer (2010) mostra uma diminuição significativa na concentração de clorofila a, nitrogênio, fósforo e total de sólidos em suspensão na água dos tanques de areia usados como filtro para águas residuais dos viveiros de criação de camarões e peixes, quando há presença de poliquetas nesse substrato, sendo propício também ao crescimento desses animais, com o aumento da densidade de indivíduos. Contudo, a biomassa total não foi alterada em diferentes condições populacionais, uma vez que em locais com menor densidade, os vermes apresentaram maior crescimento e biomassa, quando comparados com tanques com maiores densidades, onde os animais eram menores e com menos biomassa.

Um problema encontrado para a produção de poliquetas em larga escala é manter a taxa de sobrevivência das larvas desses organismos. Estudos mostram que a porcentagem de animais que sobrevivem ao início dos experimentos varia de menos de 1% a 99% (Palmer, 2010). A falta de um protocolo eficiente, que assegure a padronização dos resultados, é um limitador para a expansão desse setor.

Pesquisadores concordam que estudos focados na biologia, reprodução e desenvolvimento das espécies e da ecologia das comunidades de poliquetas auxiliariam na elaboração de protocolos mais eficientes para a produção de espécimes na maricultura e na compreensão do impacto direto e indireto do extrativismo das espécies de campo (Olive, 1999; Cole *et al.*, 2018).

4 CONCLUSÃO

O uso de poliquetas é reconhecido há muito tempo no setor de pesca artesanal e comercial, movimentando um comércio intercontinental. Entretanto, a exploração desses organismos afeta diretamente o ecossistema marinho, pelo revolvimento do substrato, extração da fauna associada sem objetivo final e impactos decorrentes da perda de níveis tróficos da cadeia alimentar, uma vez que os poliquetas podem participar como presas, predadores ou consumidores da matéria orgânica adsorvida no fundo marinho.

A produção de poliquetas por meio da maricultura é uma solução sustentável para esse setor da economia, mas manter uma cultura com uma eficiência produtiva ainda não foi bem estabelecida.

Ademais, os poliquetas podem despontar como ferramentas biotecnológicas para a biorremediação de efluentes vindos de viveiros da maricultura. Sendo apontados como uma alternativa sustentável, tanto para a diminuição da poluição gerada pelo cultivo, quanto pelo controle e produção desses animais que passariam a ser utilizados como alimentos naturais.

Estudos sobre reprodução e desenvolvimento dos poliquetas são importantes para o conhecimento da sua biologia e para o possível estabelecimento de novas técnicas de cultivo, com controle eficiente desde as fases iniciais da vida dos animais.

5 REFERÊNCIAS

ABRUNHOSA, F. A. **Apostila Técnica em Aquicultura: Piscicultura**. E-Tec/MEC. 113p. 2011.

ALVES, G.; DALBEN, A. & HANAZAKI, N. Gênero *Diopatra*: dados etnobiológicos da Baía da Ilha de Santa Catarina, 181–192. In: Mauricio Cantor; Luiz C. P. Macedo-Soares & Natalia Hanazaki. (Org.). **Ecologia de Campo na Lagoa do Peri**. Florianópolis: PPG Ecologia UFSC. 193p. 2010.

AMARAL, A. C. Z. & JABLONSKI, S. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadiversidade**, 1(1): 43–51. 2005.

AMARAL, A. C. Z. & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. B (Eds.). **Biodiversidade bentônica da região Sudeste-Sul do Brasil, plataforma externa e talude superior**. Instituto Oceanográfico – USP. São Paulo. 216p. 2004.

BAZÁN, M.; GÁMEZ, S. & REYES, W. E. Rendimiento reproductivo de hembras de *Cryphiops caementarius* (Crustacea: Palaemonidae) mantenidas con alimento natural. **Revista Peruana de Biología**, 16(2): 191- 193. 2009.

BROWN, N.; EDDY, S. & PLAUD, S. Utilization of waste from a marine recirculating fish culture system as a feed source for the polychaete worm, *Nereis virens*. **Aquaculture**, 322-323: 177–183. 2011.

COLE, V. J.; CHICK, R. C. & HUTCHINGS, P. A. A review of global fisheries for polychaete worms as a resource for recreational fishers: diversity, sustainability and research needs. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**. 2018.

DA SILVA, V. M.; LOPES, W. A. & ANDRADE, J. B. Bromofenóis simples relacionados ao “flavor” de organismos marinhos. **Química Nova**, 30 (3): 629-635. 2007.

FAO. The state of world fisheries and aquaculture. Roma: **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2010.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Fisheries and Aquaculture Department**. 2018. Disponível em:

<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-capture-production/query/en>. Acesso em: 17 ago. 2020

MANOKARAN, S; KHAN, S; A.; LYLA, S.; RAJA, S. & ANSARI, K. G. M. T. Feeding guild composition of shelf macrobenthic polychaetes of southeast coast of India. **Tropical Zoology**, 26(3): 120–139. 2013.

MARQUES, H. L. A.; NEW, M. B.; BOOCK, M. V.; BARROS, H. P.; MALLASEN, M. & VALENTI, W. C. Integrated Freshwater Prawn Farming: State-of-the-Art and Future Potential, **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**, 24(3): 264-293. 2016.

OLIVE, P. J. W. Polychaeta as a world resource: a review of patterns of exploitation as sea angling baits and the potential for aquaculture based production. In: J.-C. DAUVIN , L. LAUBIER & D.J. REISH (Eels), **Actes de la 4eme Conference Internationale des Polychetes**. Mem. Mus. narn. Hist. nat., 162 : 603-610. Paris. 1994.

PALMER. P. J. Polychaete-assisted sand filters **Aquaculture**, 306: 369–377. 2010.

PEREIRA, L. A. & ROCHA, R. M. A Maricultura e as bases econômicas, social e ambiental que determinam seu desenvolvimento e sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, XVIII(3): 41-54. 2015.

RANGEL, L. F. C. M. S. **Parasitas metazoários de Polychaetas (*Nereis diversicolor* e *Diopatra neapolitana*) da Ria de Aveiro**. 2005. 88p. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Porto, Porto. 2005.

SUKUMARAN, S. & DEVI, K. S. Polychaete diversity and its relevance in the rapid environmental assessment of Mumbai Port. **Current Science**, 97(10). 2009.

THOMPSON F, KRÜGER R, THOMPSON C. C, BERLINCK R. G. S, COUTINHO R, LANDELL M. F, PAVÃO M, MOURÃO P. A. S, SALLES A, NEGRI N, LOPES F. A. C, FREIRE V, MACEDO A. J, MARASCHIN M, PÉREZ C. D, PEREIRA R. C, RADIS-BAPTISTA G, REZENDE R. P, VALENTI W. C, ABREU P. C AND BIOTECMAR NETWORK. Marine Biotechnology in Brazil: Recent Developments and Its Potential for Innovation. **Frontiers in Marine Science**, 5:236. 2018.

5 CAPÍTULO 2

BIODIVERSIDADE DE POLIQUETA DA ENSEADA DOS ANJOS, ARRAIAL DO CABO – RJ.

RESUMO – Os poliquetas são um dos grupos mais representativos da macrofauna bentônica. Os estudos com enfoque nesse grupo estão concentrados nas áreas de taxonomia, sistemática e ecologia, contudo ainda existem lacunas a serem preenchidas. A região de Arraial do Cabo é um desses espaços onde foram realizados alguns trabalhos, mas que ainda carece de um olhar mais específico em determinadas áreas, como por exemplo, a Enseada dos Anjos. Foram encontrados nove trabalhos para as zonas marinhas de Arraial do Cabo, envolvendo algum estudo com poliquetas. A maioria dos estudos foi desenvolvida em substrato inconsolidado, sendo apenas um trabalho em costões rochosos. Entretanto, a Enseada dos Anjos é utilizada como ponto de estudo em dois trabalhos e que não são apresentadas listagens de espécies para a localidade. Dessa forma, o objetivo do presente artigo foi registrar as espécies de poliquetas encontradas na parte interna da Enseada dos Anjos. Entre o período de fevereiro de 2017 e maio de 2018, em coletas trimestrais, foram encontrados 103 morfotipos de poliquetas, identificados em 51 espécies, 71 gêneros e 31 famílias, sendo 31 novos registros para a região de Arraial do Cabo e seis novas ocorrências para o Estado do Rio de Janeiro.

Palavras-chave: Infralitoral; Substrato inconsolidado; Diversidade biológica, Poliquetas, Arraial do Cabo.

1 INTRODUÇÃO

Os poliquetas são um grupo representativo dentro da macrofauna bentônica. No Brasil, estudos desse grupo estão concentrados nas regiões sul e sudeste, locais de origem e expansão dessas pesquisas a partir do Prof Dr. Raimundo Nonato. No entanto, apesar dos grandes esforços realizados no desenvolvimento de estudos ecológicos e taxonômicos dos poliquetas, ainda existem lacunas a serem preenchidas (Amaral & Jablonski, 2005; Lana *et al.*, 2009; Lana *et al.*, 2017).

A região de Arraial do Cabo pode ser considerada um hot spot de biodiversidade devido ao fenômeno da ressurgência. Este fenômeno aumenta a produtividade primária, influenciando toda a biota sob a sua abrangência (Ruta *et al.*, 2020).

Diversos estudos que abordam aspectos ecológicos e/ou taxonômicos de poliquetas e da macrofauna bentônica foram realizados na região de Arraial do Cabo em fundo inconsolidado (Bolivar, 1990; Ruta, 1999; Almeida & Ruta, 2000; De Leo, 2003; Ribeiro *et al.*, 2003; Martins, 2009 – dados não publicados; Reis, 2017; Tamanini, 2019). Ruta *et al.* (2020) realizou um levantamento da biodiversidade de poliquetas em fundo consolidado, analisando os organismos dos costões rochosos desse município.

Apesar da variedade de literatura sobre o assunto, poucos são o que apresentam uma listagem das espécies e famílias de poliquetas. Os trabalhos são realizados em sua maioria na plataforma continental externa ou margeando a Ilha do Cabo Frio, sendo poucos os estudos dentro da Enseada dos Anjos.

Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo realizar um levantamento da diversidade de poliquetas da Enseada dos Anjos, analisando a distribuição das espécies em três pontos dentro dessa localidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

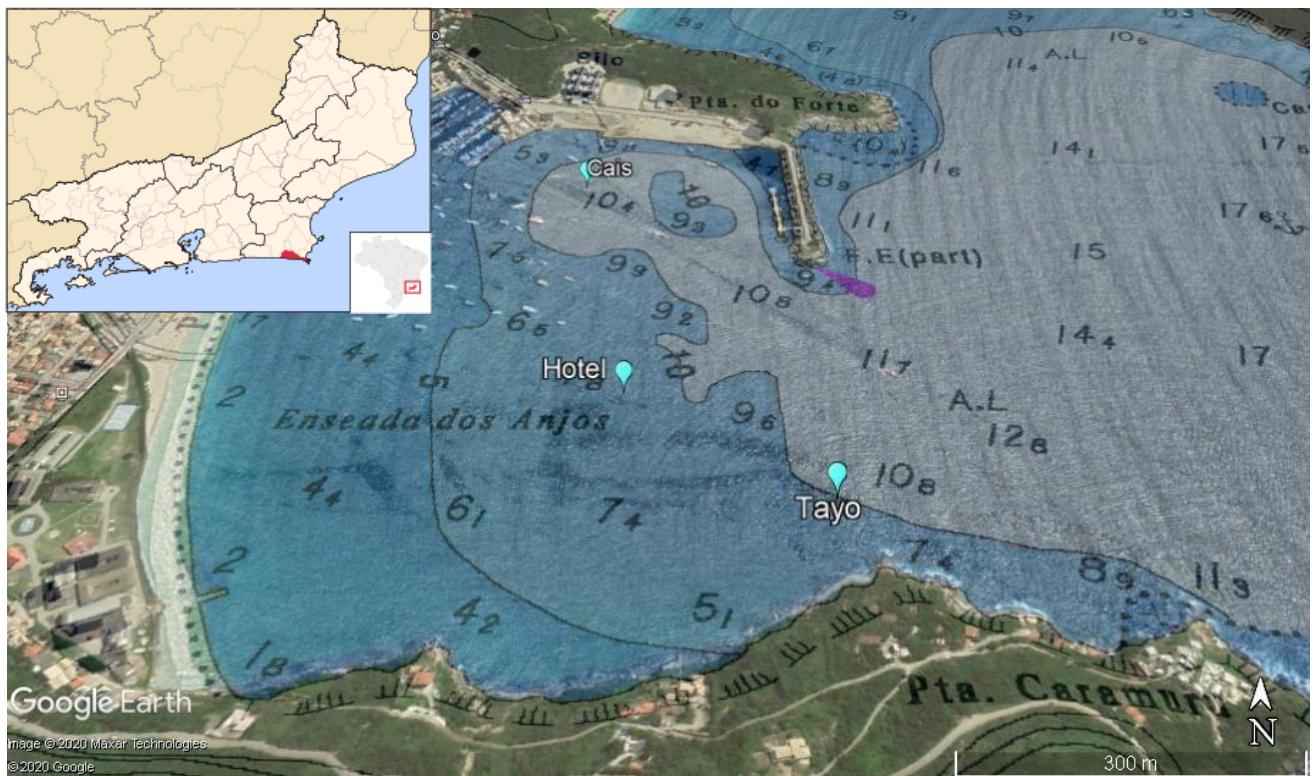
O estudo foi realizado na Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo – RJ, em três estações de coleta: Cais (22°58'20"S e 42°00'59"O), Hotel (22°58'33"S e 42°01'00"O) e Tayo (22°58'38"S e 42°00'49"O).

A Enseada dos Anjos apresenta um trecho restrito, com um arco praias de aproximadamente 1.200 metros e corda de 1.075 metros. A abertura apresenta um quebra-mar construído para proteção dos navios que atracam no Porto do Forno e ocupa a entrada da enseada em cerca de 35% da seção transversal. Está inserida no macrocompartimento da Baía de Campos, com ventos de nordeste durante 68% do intervalo, e secundariamente de sudeste. As marés são assimétricas, semidiurna com desigualdade diurna, caracterizadas como micromarés, com amplitude de um metro. O sedimento apresenta composição textural média, com predominância de areias e a

batimetria é formada por isóbatas suaves com profundidades de até 10 metros (Savi, 2007; Fonseca *et al.*, 2011, da Motta *et. al.*, 2018).

O quebra-mar do Porto do Forno produz uma menor circulação hidrodinâmica dentro da Enseada dos Anjos, formando microhabitats com características sedimentológicas diferentes dentro dessa área (Savi, 2007). Desta forma, foram escolhidas três estações, uma diretamente exposta às correntes e ventos (Tayo), uma abrigada desses fatores (Cais) e uma na zona de transição entre a porção norte e sul da enseada (Hotel) (**Fig. 1**).

Figura 1: Estações de coleta na Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo – RJ, Brasil.



Fonte: Adaptado do Google Earth e Carta Náutica N° 1503, confeccionada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

2.2 Amostragem

As amostragens foram realizadas a cada três meses, de fevereiro de 2017 a maio de 2018, totalizando seis coletas. O substrato inconsolidado foi coletado com um pegador Van Veen, com área de 0,1m², em triplicata. As saídas de campo foram

realizadas com apoio da embarcação “Anchova” do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM).

O sedimento para análise biológica foi armazenado em sacos plásticos devidamente etiquetados, e os organismos fixados em formalina entre 4 e 10% para posterior triagem em laboratório. A triagem e a identificação dos poliquetas foram realizadas nos laboratórios úmido e de microscopia da Divisão de Oceanografia Biológica do IEAPM.

Para a retirada dos poliquetas, o sedimento foi cuidadosamente lavado em uma série de peneiras, com abertura de malha de 2,0, 1,0 e 0,5 mm, em água doce corrente. Após a passagem pelas peneiras, os organismos foram transferidos para uma bandeja, separados manualmente com o auxílio de uma pinça e conservados em álcool 70%.

Sob um microscópio binocular estereoscópico (Zeiss SteREO Discovery.V8), os poliquetas foram primeiramente separados e quantificados em nível taxonômico de Família. Em seguida, utilizando o microscópio binocular estereoscópico (Zeiss SteREO Discovery.V8) e o óptico (Zeiss Axio Scope.A1), os espécimes foram identificados até o menor nível taxonômico possível, utilizando bibliografia específica, e quantificados. As espécies mais representativas serão tombadas na Coleção Científica do IEAPM.

Foi realizado um levantamento de registro das espécies, utilizando literatura específica para a área de abrangência da plataforma continental no Município de Arraial do Cabo (Ruta, 1999; Almeida & Ruta, 2000; Ribeiro *et al.*, 2003; Martins, 2009; Reis, 2017; Tamanini, 2019; Ruta *et al.*, 2020), o catálogo de referência brasileiro para espécies de poliquetas (Amaral *et al.*, 2013) e sites de banco de dados de espécies (NONATObase, WoRMS, EOL, OBIS e BISMAL).

2.3 Análise estatística

A contribuição de cada espécie para a percentagem de similaridade nas estações de coleta e entre elas foi avaliada pela rotina SIMPER, disponível no programa Primer-e 7. Os dados das espécies durante as amostragens foram

transformados em presença/ausência e utilizada a similaridade de Bray-Curtis para a análise da rotina.

3 RESULTADOS

No presente estudo, foram reconhecidos 103 morfotipos de poliquetas, pertencentes a 51 espécies, 71 gêneros e 31 famílias em um total de 2.300 espécimes coletados. Foram observados 31 novos registros para a Plataforma Continental interna de Arraial do Cabo e seis novos registros para o estado do Rio de Janeiro (**Tab. 1**).

Tabela 1: Famílias, gêneros e espécies identificadas na Enseada dos Anjos, sendo (*) novo registro para a região de Arraial do Cabo e (**) novo registro para o estado do Rio de Janeiro.

Polychaeta	CAIS	HOTEL	TAYO
Família Ampharetidae			
Amphicteis sp.	X		
Ampharetidae sp.	X		
Família Amphinomidae			
Pareurythoe elongata (Treadwell, 1931)	X	X	X
Família Capitellidae			
Notomastus latericeus Sars, 1851			X
Notomastus lobatus Hartman, 1947		X	
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	X		X
Família Cirratulidae			
Aphelochaeta sp.*	X	X	X
Timarete punctata (Grube, 1859)*	X	X	
Timarete sp.*	X		X
Timarete sp. 2*	X	X	X
Família Dorvilleidae			
Protodorvillea kefersteini (McIntosh, 1869)	X	X	X
Família Eulepethidae			
Grubeulepis mexicana (Berkeley & Berkeley, 1939)**		X	
Grubeulepis sp.*	X		
Família Eunicidae			
Lysidice ninetta Audouin & H Milne Edwards, 1833*	X		
Eunice vittata (Delle Chiaje, 1828)*	X		

Polychaeta	CAIS	HOTEL	TAYO
Família Glyceridae			
<i>Glycera tessellata</i> Grube, 1863	X		X
<i>Glycera lapidum</i> Quatrefages, 1866	X		
<i>Glycera robusta</i> Ehlers, 1868**	X		
<i>Hemipodia simplex</i> (Grube, 1857)*			X
Família Goniadidae			
<i>Goniada littorea</i> Hartman, 1950*	X	X	
<i>Goniada maculata</i> Örsted, 1843	X		X
<i>Goniada teres</i> Treadwell, 1931	X		X
<i>Goniada vorax</i> (Kinberg, 1866)	X	X	X
Família Hesionidae			
<i>Oxydromus obscurus</i> (Verrill, 1873)	X		X
<i>Podarke</i> sp.*	X		
<i>Podarkeopsis brevipalpa</i> (Hartmann-Schröder, 1959)**			X
Família Lumbrineridae			
<i>Lumbrineris</i> sp.	X		X
Família Magelonidae			
<i>Magelona</i> sp.1	X		X
<i>Magelona</i> sp.2	X	X	X
<i>Magelona</i> sp.3	X		X
<i>Magelona</i> sp.4		X	X
Família Maldanidae			
<i>Clymenella</i> sp.	X		
<i>Euclymene</i> sp.	X		
<i>Asychis</i> sp.*			X
Família Nephtyidae			
<i>Nephtys</i> sp.1	X	X	X
<i>Nephtys</i> sp.2		X	X
Família Nereididae			
<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847)*	X		
Família Onuphidae			
<i>Americanuphis</i> sp.*	X		
<i>Kinbergonuphis</i> sp.		X	

Polychaeta	CAIS	HOTEL	TAYO
<i>Mooreonuphis lineata</i> Lana, 1991*	X		
<i>Nothria</i> sp. 1	X	X	X
<i>Nothria</i> sp. 2		X	
<i>Rhamphobrachium</i> sp.	X		
Família Opheliidae			
<i>Armandia agilis</i> (Andrews, 1891)		X	X
<i>Polyophthalmus pictus</i> (Dujardin, 1839)**	X		
Família Orbiniidae			
<i>Leitoscoloplos fragilis</i> (Verrill, 1873)*	X	X	X
<i>Leitoscoloplos robustus</i> (Verrill, 1873)*	X	X	X
<i>Leitoscoloplos</i> sp.	X	X	X
<i>Leodamas</i> sp.	X	X	
<i>Phylo felix</i> Kinberg, 1866*	X		
Família Paraonidae			
<i>Aricidea (Acmira) lopezi</i> Berkeley & Berkeley, 1956*			X
<i>Aricidea (Acmira) simplex</i> Day, 1963	X	X	X
<i>Aricidea (Aricidea) wassi</i> Pettibone, 1965*	X	X	X
<i>Aricidea (Aedicira)</i> sp.	X		X
<i>Paraonis</i> sp.	X		
Família Pectinaridae			
<i>Pectinaridae</i> sp.	X		
Família Pholoididae			
<i>Pholoe</i> sp.			X
Família Phyllodoceidae			
<i>Eulalia bilineata</i> (Johnston, 1840)**	X		
<i>Eulalia</i> sp.*		X	X
<i>Phyllodoce mucosa</i> Örsted, 1843		X	X
<i>Phyllodoce</i> sp. 1	X		
<i>Phyllodoce</i> sp. 2	X		
<i>Phyllodoce</i> sp. 3	X		

Polychaeta	CAIS	HOTEL	TAYO
Familia Pilargidae			
<i>Hermundura tricuspis</i> Müller, 1858*	X		
<i>Sigambra tentaculata</i> (Treadwell, 1941)*	X		
<i>Cabira incerta</i> Webster, 1879*	X		
Familia Poecilochaetidae			
<i>Poecilochaetus australis</i> Nonato, 1963	X	X	X
Familia Sabellidae			
<i>Acromegalomma bioculatum</i> (Ehlers, 1887)	X		X
<i>Branchiomma</i> sp.	X		
<i>Pseudobranchiomma</i> sp.*	X		
Familia Serpulidae			
<i>Filograna implexa</i> Berkeley, 1835*	X		
Familia Sigalionidae			
<i>Ehlersileanira incisa</i> (Grube, 1877)	X		
<i>Sigalion</i> sp.	X	X	X
<i>Sthenelais</i> sp.	X	X	X
Familia Spionidae			
<i>Boccardia</i> sp.*		X	
<i>Dipolydora</i> sp.		X	X
<i>Dispia</i> sp.		X	X
<i>Microspio pigmentata</i> (Reish, 1959)		X	X
<i>Paraprionospio pinnata</i> (Ehlers, 1901)	X		
<i>Paraprionospio</i> sp.	X		X
<i>Prionospio dayi</i> (Foster, 1969)	X	X	X
<i>Prionospio heterobranchia</i> Moore, 1907*	X		X
<i>Prionospio steenstrupi</i> Malmgren, 1867	X	X	X
<i>Prionospio</i> sp.	X		
<i>Pygospio elegans</i> Claparède, 1863**		X	
<i>Scolelepis (Scolelepis) andradei</i> Delgado-Blas, Diaz & Linero-Arana, 2010		X	X
<i>Spio</i> sp.			X
<i>Spiophanes</i> sp.	X		

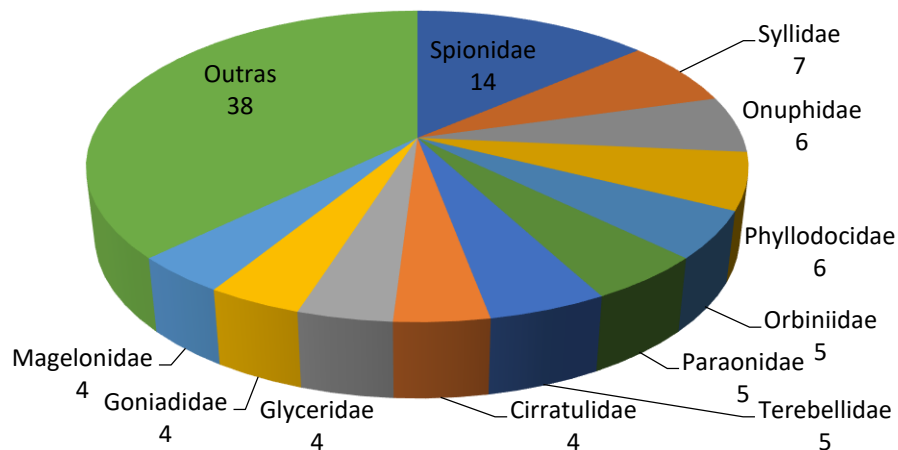
Polychaeta	CAIS	HOTEL	TAYO
Família Syllidae			
<i>Pionosyllis</i> sp.1	X	X	X
<i>Pionosyllis</i> sp.2	X	X	X
<i>Pionosyllis</i> sp.3	X		
<i>Exogone</i> sp. 1	X	X	X
<i>Exogone</i> sp. 2	X	X	X
<i>Trypanosyllis zebra</i> (Grube, 1860)			X
<i>Typosyllis</i> sp.	X	X	X
Família Terebellidae			
<i>Pista cristata</i> (Müller, 1776)	X		
<i>Polycirrus breviuncinatus</i> Carrerette & Nogueira, 2013*	X	X	X
<i>Polycirrus plumosus</i> (Wollebaek, 1912)*	X	X	X
<i>Polycirrus</i> sp.*	X	X	
<i>Thelepus setosus</i> (Quatrefages, 1866)	X		
Família Trichobranchidae			
<i>Octobranchus longipes</i> Blankensteyn & Lana, 1987	X		
<i>Terebelides</i> sp.	X		
<i>Trichobranchus lobiungens</i> Hessle, 1917*	X		

A família Spionidae apresentou o maior número de morfotipos identificados, seguida das famílias Syllidae, Onuphidae e Phyllodocidae (**Fig.2**). Na estação Cais, foram observados 80 morfotipos, dos quais foram identificadas 40 espécies, 53 gêneros e 30 famílias. Na estação Hotel, 44 morfotipos foram reconhecidos, dentre eles: 21 espécies, 31 gêneros e 18 famílias. Na estação Tayo foram identificados 55 morfotipos (28 espécies, 38 gêneros e 23 famílias).

De acordo com a análise de similaridade, a estação Cais apresentou 32,71% de similaridade entre as espécies coletadas, sendo *Aphelochaeta* sp. (12,34%), *Magelona* sp.2 (8,82%), *Acromegalomma bioculatum* (8,41%), e *Goniada vorax* (5,57%) as mais representativas. Na estação Hotel, foi registrada uma similaridade de 26,87% entre as espécies amostradas no período de coleta, tendo como mais representativas: *Armandia agilis* (22,18%), *Exogone* sp.1 (8,76%), *Pionosyllis* sp.1

(8,76%), *Aricidea (Aricidea) wassi* (8,59%), *Scolelepis andradei* (6,22%) e *Exogone sp.2* (5,21%). Na estação Tayo, foram observadas as espécies *Prionospio dayi* (12,58%), *Magelona sp.2* (10,73%), *A. wassi* (9,77%) e *A. agilis* (8,99%), que contribuíram para a similaridade de 32,21%, nessa região (**Tab. 2**).

Figura 2: Famílias identificadas na Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo/RJ, no período de fevereiro de 2017 a maio de 2018.



Fonte: Autor.

Tabela 2: Análise de Similaridade (SIMPER) da contribuição das espécies nas estações de coleta da Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo/RJ.

Cais		Hotel		Tayo	
Espécie	% Contribuição	Espécie	% Contribuição	Espécie	% Contribuição
<i>Aphelochaeta sp.</i>	12,34	<i>Armandia agilis</i>	22,18	<i>Prionospio dayi</i>	12,58
<i>Magelona sp.2</i>	8,82	<i>Exogone sp.1</i>	8,76	<i>Magelona sp.2</i>	10,73
<i>Acromegalomma bioculatum</i>	8,41	<i>Pionosyllis sp.1</i>	8,76	<i>Aricidea (Aricidea) wassi</i>	9,77
<i>Goniada vorax</i>	5,26	<i>Aricidea (Aricidea) wassi</i>	8,59	<i>Armandia agilis</i>	8,99
<i>Paraprionospio pinnata</i>	4,59	<i>Scolelepis andradei</i>	6,22	<i>Aricidea (Acmira) simplex</i>	5,88
<i>Pionosyllis sp.1</i>	4,45	<i>Exogone sp.2</i>	5,21	<i>Protodorvillea kefersteini</i>	5,08
<i>Capitella capitata</i>	4,21	<i>Sthenelais sp.</i>	4,76	<i>Pionosyllis sp.1</i>	5,08
<i>Leitoscoloplos robustus</i>	4,13	<i>Microspio pigmentata</i>	4,65	<i>Aphelochaeta sp.</i>	5,08
<i>Magelona sp.3</i>	4,13	<i>Prionospio dayi</i>	4,65	<i>Scolelepis andradei</i>	3,23
<i>Typosyllis sp.</i>	4,13			<i>Magelona sp.1</i>	2,66
<i>Aricidea (Acmira) simplex</i>	4,13			<i>Goniada teres</i>	2,49
<i>Hermundura tricuspis</i>	3,12				
<i>Timarete punctata</i>	2,42				
% Cumulativa	70,14		73,77		71,59

A média de dissimilaridade entre as estações Cais e Hotel foi de 82,30%. *A. bioculatum* e *P. pinnata* estiveram presentes somente na estação Cais, enquanto *A. agilis* foi encontrada apenas na estação Hotel. *A. agilis* também foi registrada na estação Tayo, contribuindo juntamente com outras espécies observadas na estação Cais (*P. pinnata*, *Hermundura tricuspis*, *Timarete punctata* e *Goniada littorea*) para uma dissimilaridade de 74,23%. As estações Hotel e Tayo apresentaram espécies mais comuns entre si, ainda assim com uma dissimilaridade de 70,88%.

4 DISCUSSÃO

Para a região de Arraial do Cabo são reconhecidas 43 famílias, 93 gêneros e 127 espécies (Ruta *et al.*, 2020). Neste trabalho, foram encontrados 103 morfotipos de poliquetas, identificados em 51 espécies, 71 gêneros e 31 famílias.

Ruta (1999) realizou uma amostragem no infralitoral da Restinga de Massambaba, Arraial do Cabo. Registrou a ocorrência de 38 famílias, destas as famílias Oweniidae, Sternaspidae, Scalibregmatidae, Flabelligeridae, Chaetopteridae, Arabellidae e Polynoidae não foram identificadas no presente trabalho.

Ribeiro e colaboradores (2003), ao analisar a fauna associada na esponja *Mycale microsigmatosa*, listaram 18 táxons de poliquetas, entre famílias, gêneros e espécies, identificados em três locais de coletas (Rio de Janeiro, Niterói e Arraial do Cabo). Apenas cinco táxons foram encontrados em Arraial do Cabo, contudo a listagem dos organismos é geral, não especificando as espécies encontradas em cada região.

Tamanini (2019) observou a distribuição dos poliquetas no substrato inconsolidado em duas localidades de Arraial do Cabo, uma no lado interno da Ilha do Cabo Frio e outra no infralitoral do que foi chamado de mar de fora, área externa ao Pontal do Atalaia. No seu trabalho, foram identificadas 26 famílias e 42 gêneros, sendo 30 gêneros reconhecidos para o lado interno da Ilha do Cabo Frio. Todas as famílias encontradas foram identificadas no presente trabalho. Os gêneros listados não foram separados por localidade, desta forma impedindo a comparação com os gêneros encontrados nesta pesquisa.

Reis (2017) analisou as guildas tróficas de poliqueta na bacia de Campos, onde apenas uma das 45 estações de coleta encontrava-se próxima à Enseada dos Anjos. Foram encontradas cerca de 550 espécies, mas como o trabalho não fornece uma relação de espécies por estação de coleta ou transecto, é inviável a comparação entre as pesquisas.

Ruta *et al.*(2020) realizaram um estudo nos costões rochosos na região de Arraial do Cabo, com amostragem em 17 pontos, sendo apenas um dentro da Enseada dos Anjos. Nesse trabalho, encontraram 14 famílias já registradas em estudos anteriores. Entretanto, a lista de espécies informada é geral para a região de Arraial do Cabo.

Segundo Ruta *et al.* (2020), são encontradas na área de Arraial do Cabo 43 famílias de poliquetas, todavia é apresentado um quadro com 32 famílias. Das famílias descritas, quatro não constam neste trabalho: Oeonidae, Chaetopteridae, Flabelligeridae e Owenonidae. Quatro famílias encontradas não foram registradas por Ruta *et al.* (2020): Dorvilleidae, Eulepethidae, Nephtyidae e Paraonidae.

Martins (2009 - dados não publicados), ao realizar o Estudo de Impacto Ambiental para o Porto do Forno, encontrou 24 famílias na região de Arraial do Cabo, sendo apenas quatro dentro da Enseada dos Anjos: Goniadidae, Nephtyidae, Orbiniidae e Ophellidae, todas encontradas no presente estudo.

Considerando os trabalhos apresentados e a descrição das famílias encontradas, a família Eulepethidae foi registrada apenas no estudo de Martins (2009) na área denominada Boqueirão, situada entre a Ilha do Cabo Frio e o Pontal do Atalaia.

5 CONCLUSÃO

A Enseada dos Anjos é uma região de Arraial do Cabo com uma carência específica de estudos, sendo referenciada apenas em dois dos nove trabalhos encontrados.

No presente estudo, entre os meses de fevereiro de 2017 a maio de 2018, foram reconhecidos 103 morfotipos, pertencentes a 51 espécies, 71 gêneros e 31

famílias. Foram observados 31 novos registros para a plataforma continental interna de Arraial do Cabo e seis para o Estado do Rio de Janeiro. A família Spionidae foi a que apresentou um maior número de espécies na Enseada dos Anjos.

Os trabalhos publicados para a região de Arraial do Cabo não possuem um objetivo taxonômico e não apresentam uma lista de espécies. O único que se destaca com esse caráter, mas também com enfoque ecológico é o de Ruta (1999). Assim, este estudo amplia o conhecimento sobre a biodiversidade de poliquetas na região de Arraial do Cabo, mais especificamente dentro da Enseada dos Anjos.

6 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. C. M & RUTA, C. Effects of a subtidal macroalgae bed on soft-bottom Polychaete assemblages in Arraial do Cabo, Ro de Janeiro, Brazil. **Bulletin of Marine Science**, 67 (1): 199–207. 2000.
- AMARAL, A. C. Z. & JABLONSKI, S. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadiversidade**, 1(1): 43–51. 2005.
- AMARAL, A. C. Z.; NALLIN, S. A. H.; STEINER, T. M.; FORRONI, T. O. & GOMES, D. F. **Catálogo das espécies de Annelida Polychaeta do Brasil (2006-2012)**. 2013. Disponível em: <http://www.ib.unicamp.br/museu_zoologia/files/lab_museu_zoologia/Catalogo_Polychaeta_Amaral_et_al_2012.pdf>. Acesso em 15 ago. 2017
- BOLIVAR, G. A. **Orbiniidae, Paraonidae, Heterospionidae, Cirratulidae, Capitellidae, Maldanidae, Scalibregmidae e Flabelligeridae (Annelida: Polychaeta) da costa sudeste do Brasil (22o57'S - 27o20'S)**. 1990. 191 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 1990.
- BRASIL, A. C. S. & DA SILVA, S. H. G. Spatial distribution of polychaeta in a Soft-bottom community at Saco do Céu, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil. **Bulletin of Marine Science**, 67(1): 103-112. 2000.
- CHOLLETT, I. & BONE, D. Effects of heavy rainfall on polychaetes: Differential spatial patterns generated by a large-scale disturbance. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 340: 113–125. 2007.

DA MOTTA, P. R.; NETTO, L. R.; BASTOS, E. B.; PEREIRA, T. G. & BULHÕES, E. M. R. Distribuição e transporte de sedimentos costeiros exemplos em Arraial do Cabo, RJ. **Revista Brasileira de Geomorfologia** (Online), São Paulo, 19 (2): 341-358. 2018.

DE LEO, F. C. **Estrutura e dinâmica da fauna bêntica em regiões da plataforma e talude superior do Atlântico Sudoeste**. 2003. 152 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2003.

FONSECA, R. B. M.; CASTRO, J. W. A.; SILVA, A. C.; SEOANE, J. C. S. Variação batimétrica e morfológica do banco de areia “*sandbar*” Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. **XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA**, 1 (1). 2011.

LANA, P. C.; AMARAL, A. C. Z.; SOUZA, J. R. B.; RUTA, C.; PAIVA, P. C.; BRASIL, A. C. S.; SANTOS, C. S. G. & GARRAFONI, A. R. S.: Polychaeta. In: **Congresso Brasileiro de Zoologia. Estado da arte e perspectivas para a zoologia no Brasil, Curitiba, 17/02 a 21/02/2008**. Curitiba: Editora UFPR. 2009. Cap. 6, 296p.

LANA, P. C.; PAGLIOSA, C.; PAIVA, P. C.; CARRERETTE, O.; PARESQUE, K.; NOGUEIRA, J. M. M.; AMARAL, A. C. Z.; STEINER, T. M.; CHRISTOFFERSEN, M. L.; GARRAFFONI, A. R. S.; DI DOMENICO, M.; BARROSO, R.; RIZZO, A. E. & FUKUDA, M. V. Polychaetes in Brazil: people and places, past, present and future. **Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela**, 24-50. 2017. Disponível em: <http://ojs.udo.edu.ve/index.php/boletiniiov/article/view/2421/1471>. Acesso em: 27 jun. 2018.

MARTINS, E. S. Macrofauna Bentônica de Substrato Inconsolidado. In: **Estudo de Impacto do Meio Ambiente/ Relatório de Impacto do Meio Ambiente do Porto do Forno**, Arraial do Cabo/RJ. 2009.

NEAVE, M. J.; GLASBY, C. J.; MCGUINNESS, K. A.; PARRY, D. L.; STRETEN-JOYCE, C. & GIBB, K. S. The diversity and abundance of polychaetes (Annelida) are altered in sediments impacted by alumina refinery discharge in the Northern Territory, Australia. **Marine Environmental Research**, 92: 253-263. 2013.

PAIXÃO, S. V.; CASTRO, B. M. & SOUSA JÚNIOR, S. B. Estudo de caso de duas condições hidrográficas em Arraial do Cabo com ventos predominantes de sudoeste e nordeste. **Revista Pesquisa Naval**, Brasília, n. 25, p. 2-11. 2013.

REIS, R. S. **Guildas tróficas de Polychaeta e a sua relação com os fatores abióticos na Bacia de Campos, Rio de Janeiro, RJ**. 2017. 48p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus/BA, 2017.

RIBEIRO, S. M.; OMENA, E. P. & MURICY, G. Macrofauna associated to *Mycale microsigmatosa* (Porifera, Demospongiae) in Rio de Janeiro State, SE Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 57: 951–959. 2003.

RUTA, C. **Padrões de distribuição espaço-temporal dos anelídeos poliquetas da Plataforma Continental ao largo da Bacia de Massambaba, RJ, Brasil**. 1999. 97p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro., 1999.

RUTA, C.; LEITÃO, A. S.; GOMES, M. A. B; BAPTISTA, R. B. & PAIVA, P. C. 2020. Vermes Marinhos (Annelida: Polychaeta), IN: BATISTA, D.; GRANTHOM-COSTA, L. V. & COUTINHO, R. 2020. **Biodiversidade Marinha dos Costões Rochosos de Arraial do Cabo: Histórico, Ecologia e Conservação**. Arraial do Cabo: Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira. Cap. 7, 407p.

SAVI, D. C. Erosão e acresção costeira na Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo, RJ. **Revista Brasileira de Geofísica**, 25(1): 91-99. 2007.

SHANNON, C. E. & WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. University of Illinois Press. 125p. 1949.

SHIMABUKURU, M. **Comunidades de Polychaeta (Annelida) da plataforma continental ao largo de Santos, SP: Composição, distribuição e estrutura trófica**. 2011. 168p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. 2011.

TAMANINI, P. F. **Estrutura espacial e temporal dos anelídeos poliquetas associados ao substrato inconsolidado na reserva extrativista marinha de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro**. 2019. 56p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ. 2019.

WEISSBERGER, E. J.; JUMARS, P. A.; MAYER, L. M. & SCHICK, L. L.. Structure of a northwest Atlantic Shelf macrofaunal assemblage with respect to seasonal variation in sediment nutritional quality. **Journal of Sea Research**, 60: 164–175. 2008.

6 CAPÍTULO 3

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA COMUNIDADE DE POLIQUETAS E GRUPOS TRÓFICOS DA ENSEADA DOS ANJOS, ARRAIAL DO CABO – RJ.

RESUMO – Os poliquetas são um dos grupos mais importantes da macrofauna bentônica. Respondem, rapidamente, às mudanças ambientais e muitas espécies são consideradas como bioindicadoras ambientais. Os parâmetros da comunidade como densidade, riqueza e diversidade são constantemente utilizados em estudos de distribuição espacial. O uso de dados sobre hábitos alimentares ou grupos funcionais tem sido utilizado como uma ferramenta adicional a esses dados clássicos e que auxiliam o entendimento da distribuição das espécies sob um ponto de vista funcional. A região de Arraial do Cabo possui alguns estudos de poliqueta, com a maioria ocorrendo em substrato inconsolidado do infralitoral. Entretanto, somente dois desses estudos possuem pontos de amostragem na porção interna da Enseada dos Anjos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi verificar a distribuição dos poliquetas e dos seus grupos tróficos nessa área, correlacionando-os com os dados ambientais. O estudo foi realizado em três pontos na porção interna da Enseada dos Anjos (Cais, Hotel e Tayo), com coletas trimestrais de fevereiro de 2017 a maio de 2018. Foram analisadas variáveis abióticas, como a granulometria do sedimento, teor de CaCO_3 e de matéria orgânica, variáveis físico-químicas da água e fatores meteorológicos que afetam o oceano, como chuva e vento. A granulometria do sedimento é a variável ambiental que estrutura a Enseada dos Anjos, com uma variação de sedimentos grossos a fino e lamoso no sentido de sul a norte, seguida da intensidade e sentido do vento que afetam mais fortemente a estação Hotel. Foram identificados 103 morfotipos de poliquetas, pertencentes a 51 espécies, 71 gêneros e 31 famílias em um total de 2.300 espécimes coletados. Foi observada a ocorrência dos grupos tróficos: depositívoros, carnívoros, suspensívoros e onívoros. A espécie *Prionospio dayi* apresentou maior densidade relativa, seguida por *Armandia agilis*, *Aricidea (Aricidea) wassi*, *Aphelochaeta sp.* e *Exogone sp.1*. A distribuição das espécies se correlaciona mais com a granulometria do sedimento. Foi observado que a alta intensidade de ventos nordeste influenciou a distribuição de *P. dayi* e *A. agilis* nas estações Hotel e Tayo. A corrente criada pela força do vento parece revolver o fundo marinho e retirar as espécies que vivem nas camadas mais superficiais, depositívoras

de superfície, permanecendo os indivíduos que possuem hábito alimentar nas camadas mais profundas, como os depositívoros de subsuperfície.

PALAVRAS-CHAVE: Hábito alimentar, Granulometria, Hidrodinamismo, Poliquetas, Arraial do Cabo.

1 INTRODUÇÃO

Poliquetas são um dos grupos mais importantes da macrofauna bentônica em substratos inconsolidados. Geralmente, são os mais frequentes, abundantes e de maior riqueza de espécies e diversidade (Sukumaran & Devi, 2009; Manokaran *et al.*, 2013. Neave *et al.*, 2013). Ademais, são identificados como o grupo de invertebrados marinhos que melhor responde aos distúrbios ambientais (Chollett & Bone, 2007; Sukumaran & Devi, 2009; Neave *et al.*, 2013).

A distribuição da comunidade de poliquetas em substratos inconsolidados possui uma grande influência da composição dos grãos do sedimento, que resulta do padrão de circulação das massas de água daquela localidade (Paiva, 1993; Brasil e Silva, 2000; Anderson, 2008).

Essa capacidade de distribuição é um reflexo da grande diversidade de formas e hábitos dos poliquetas. Dada essa plasticidade, esses animais possuem diferentes hábitos alimentares, desde macrófago (herbívoros e carnívoros) a micrófagos (depositívoros e suspensívoros) (Jumars *et al.*, 2015).

Os trabalhos tradicionais de distribuição espacial utilizam dados de densidade e diversidade em suas análises. Entretanto, os grupos tróficos são frequentemente usados como uma ferramenta alternativa e complementar a esses dados para avaliar os padrões de distribuição e estrutura da comunidade, a existência de distúrbios ambientais, assim como a disponibilidade de recursos, os tipos de sedimento e os efeitos antropogênicos (Fauchald & Jumars, 1979; Paiva, 1993; Jumars *et al.*, 2015).

A região de Arraial do Cabo é considerada de grande biodiversidade, reflexo do aumento da produtividade primária, dado ao fenômeno da ressurgência (Ruta *et al.*, 2020). Por conta disso, diversos estudos que abordam aspectos ecológicos de

poliquetas e da macrofauna bentônica foram realizados nessa região, a maioria deles em fundo inconsolidado (Bolivar, 1990; Ruta, 1999; Almeida & Ruta, 2000; De Leo, 2003; Ribeiro *et al.*, 2003; Martins, 2009; Reis, 2017; Tamanini, 2019). Contudo, esses trabalhos possuem como área de amostragem a área da plataforma continental externa de Arraial do Cabo, bem como a porção externa da Enseada dos Anjos. Dos trabalhos apontados, apenas o de Reis, 2017 e Martins, 2009 possuem algum ponto de coleta na porção interna da Enseada dos Anjos, no limite dentro do quebra-mar do Porto do Forno.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição espacial da comunidade de poliquetas em substrato inconsolidado na porção interna da Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo/RJ, analisando a densidade das espécies identificadas, bem como os grupos tróficos e suas respostas às variáveis ambientais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

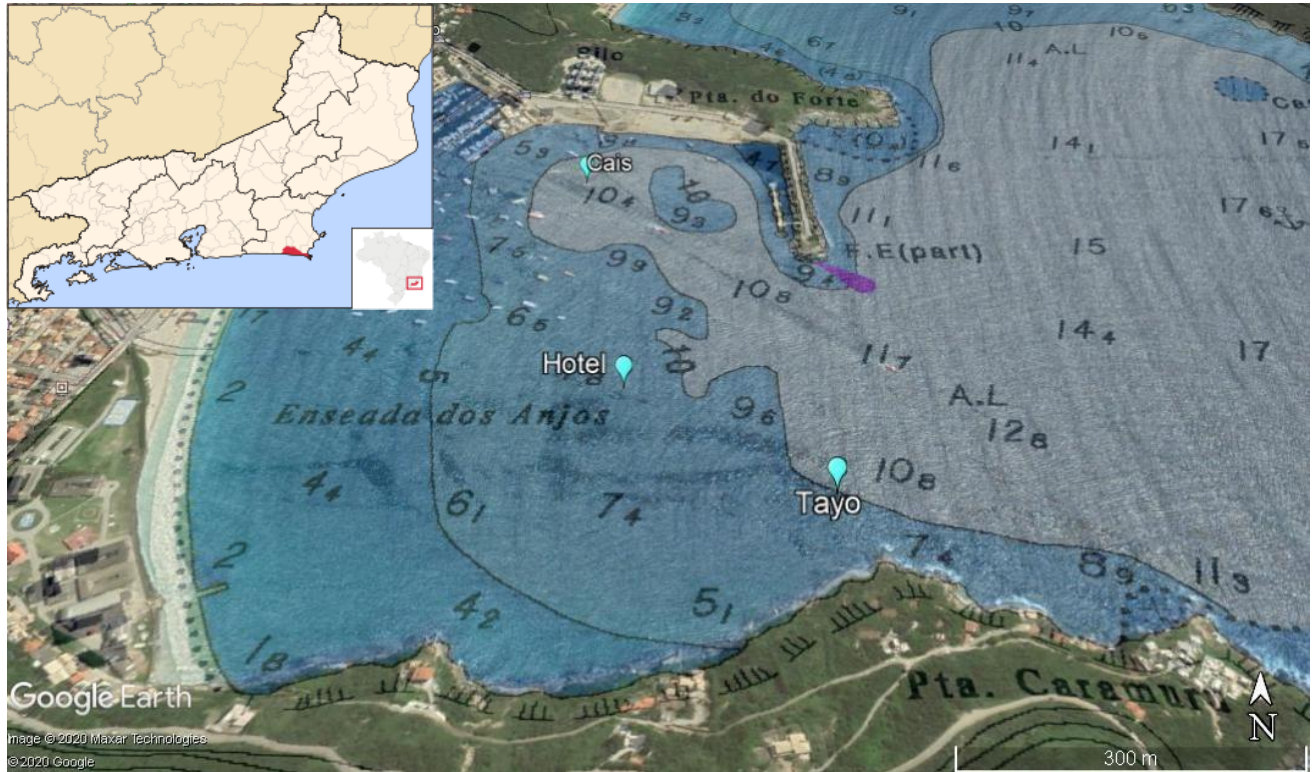
O estudo foi realizado na Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo, RJ, em três estações de coleta: Cais (22°58'20"S e 42°00'59"O), Hotel (22°58'33"S e 42°01'00"O) e Tayo (22°58'38"S e 42°00'49"O).

A Enseada dos Anjos apresenta um trecho restrito, com um arco praial de aproximadamente 1.200 metros e corda de 1.075 metros. A abertura apresenta um quebra-mar construído para proteção dos navios que atracam no Porto do Forno e ocupa a entrada da enseada em cerca de 35% da seção transversal. Está inserida no macrocompartimento da Bacia de Campos, com ventos de nordeste durante 68% do intervalo, e secundariamente de sudeste. As marés são assimétricas, semidiurna com desigualdade diurna, caracterizadas como micromarés, com amplitude de um metro. O sedimento apresenta composição textural média, com predominância de areias e a batimetria é formada por isóbatas suaves com profundidades que variam de até 10 metros (Savi, 2007; Fonseca *et al.*, 2011, da Motta *et al.*, 2018).

O quebra-mar do Porto do Forno produz uma menor circulação hidrodinâmica dentro da Enseada dos Anjos, formando microhabitats com características

sedimentológicas diferentes dentro dessa área. Desta forma, foram escolhidas três estações, uma diretamente exposta às correntes e ventos, uma abrigada desses fatores e uma na zona de transição entre a porção norte e sul da enseada (**Fig. 1**).

Figura 1: Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo, RJ, Brasil.



Fonte: Adaptado do Google Earth e Carta Náutica Nº 1503, confeccionada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

2.2 Amostragem

As amostragens foram realizadas a cada três meses, de fevereiro de 2017 a maio de 2018, totalizando seis coletas. O substrato inconsolidado foi coletado com um pegador Van Veen, com área de 0,1m², em triplicata. As saídas de campo foram realizadas com apoio da embarcação “Anchova” do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM).

O sedimento para análise biológica foi armazenado em sacos plásticos, devidamente etiquetados, e fixado em formalina entre 4 e 10%, para posterior triagem em laboratório. A triagem e a análise foram realizadas nos laboratórios úmido e de microscopia da Divisão de Oceanografia Biológica do IEAPM.

Com o mesmo coletor, duas amostras de 500 g do sedimento foram retiradas para análise da matéria orgânica, granulometria e carbonato de cálcio (CaCO_3). As duas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos etiquetados para análise em laboratório. A amostra correspondente à matéria orgânica foi conservada em caixa térmica com gelo até a chegada em terra, transferida imediatamente para um freezer e mantida congelada até o momento da análise. Essas análises foram realizadas com o apoio do Laboratório de Análises Granulométricas e de Teor de Carbonatos (LABGEO) e do Laboratório de Geoquímica Ambiental do IEAPM.

2.3 Variáveis Abióticas

As variáveis físico-químicas da água, aferidas com um medidor multiparâmetro do tipo Horiba (modelo U-52), foram: temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido e total de sólido dissolvido (TDS). Por meio de um disco de Secchi, preso a um cabo graduado, foi medida a transparência da água. Os dados de velocidade e direção do vento e chuva foram obtidos pelo Histórico de Dados Meteorológicos no portal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sendo considerados os valores obtidos no período de uma semana anterior ao dia da coleta. Para os dados de vento, foi considerada a média da velocidade semanal e para os dados de chuva, o acumulado desse período. A fim de verificar a direção dos ventos nas estações de coleta, foi produzida uma rosa dos ventos, utilizando os dados de velocidade e direção, sem ajuste, com auxílio do programa WRPLOT View (versão 8.0.0). Também foram analisados dados de pluviosidade dos últimos 10 anos para verificação de períodos de seca e chuva.

A análise de matéria orgânica foi realizada a partir do método descrito pela FAO (1975), onde a concentração de matéria orgânica é obtida a partir do produto da porcentagem de carbono orgânico encontrada na amostra por uma constante de valor 1,7. A análise granulométrica foi realizada pelo método de peneiramento (Suguió, 1973), separando o sedimento em duas frações: grossa e fina. As classes de tamanho da fração grossa foram classificadas de acordo com a escala granulométrica de Wentworth (1922) e a fração fina, maior que 4 phi, composta de silte e argila, foi classificada como lama.

Para quantificação do carbonato de cálcio (CaCO_3), uma amostra do sedimento foi seca em estufa a 60 °C, pesada e, em seguida, tratada com ácido clorídrico até que o material deixasse de reagir ao ácido. Ao final da reação, a amostra foi lavada com água destilada, seca e pesada novamente. A porcentagem de carbonato foi dada pela diferença entre o peso inicial e o peso final do sedimento.

2.4 Processamento dos Poliquetas

Para a análise da comunidade de poliquetas, o sedimento foi passado em uma série de peneiras com abertura de malha de 2,0, 1,0 e 0,5 mm, e lavado cuidadosamente com água doce corrente. Após a passagem pelas peneiras, os organismos foram transferidos para uma bandeja, separados manualmente, utilizando-se de uma pinça, e conservados em álcool 70%.

Com o auxílio de um microscópio binocular estereoscópico (Zeiss SteREO Discovery.V8), os poliquetas foram primeiramente separados e quantificados em nível taxonômico de Família. Em seguida, utilizando o microscópio binocular estereoscópico (Zeiss SteREO Discovery.V8) e o óptico (Zeiss Axio Scope.A1), os espécimes foram identificados até o menor nível taxonômico possível, utilizando bibliografia específica, e quantificados. As espécies mais representativas serão tombadas na Coleção Científica do IEAPM.

Os espécimes foram classificados segundo os grupos funcionais de alimentação. A classificação foi realizada, utilizando-se os estudos de Fauchald & Jumars (1979), Paiva (1993), Ruta (1999) e Jumars *et al.* (2015). As espécies identificadas no presente estudo que ainda não tiveram os seus grupos funcionais descritos foram classificadas de acordo com o grupo funcional do gênero ou família, e aquelas descritas para mais de um grupo funcional foram classificadas no grupo dos onívoros.

Essa classificação utilizou uma sigla composta pela combinação de três letras, conforme proposto por Fauchald & Jumars (1979). A primeira letra representa o hábito alimentar, a segunda letra indica o tipo de mobilidade e a terceira letra a estrutura morfológica utilizada na alimentação (**Tab.1**).

Tabela 1: Grupos tróficos de poliquetas. Os grupos são formados por um código de três letras: Sendo, a 1ª H - Herbívoro; C - Carnívoro; F - Suspensívoro; S - Depositívoro de Superfície; B - Depositívoro de Subsuperfície; 2ª. M - Móvel; D - Discretamente Móvel; S - Sésil; 3ª. J - Faringe com mandíbula (mandibulado); X - Faringe sem mandíbula (não mandibulado); T - Tentaculado; P - Bombeador ou com aparato mucoso. (Adaptado de Fauchald & Jumars, 1979)

	Móvel	Discretamente Móvel	Sésil
Macrófagos			
Herbívoros			
Não mandibulados	HMX		
Mandibulados	HMJ	HDJ	
Carnívoros			
Não mandibulados	CMX	CDX	
Mandibulados	CMJ	CDJ	
Micrófagos			
Suspensívoros			
Tentaculados		FDT	FST
Bombeadores ou aparato mucoso		FDP	FSP
Depositívoros de Superfície			
Não mandibulados	SMX	SDX	
Mandibulados	SMJ	SDJ	
Tentaculados	SMT	SDT	SST
Depositívoros de Subsuperfície			
Não mandibulados	BMX		BSX
Mandibulados	BMJ	BDJ	
Tentaculados	BMT		BST

2.4 Análise Estatística

Para a realização dos testes estatísticos uni e multivariados, os dados das variáveis abióticas foram padronizados, utilizando-se a transformação *escore-Z*. Esta padronização é utilizada para controlar as diferenças e comparar as variáveis cujas medidas possuem grandezas e escalas diferentes (Gotelli & Ellison, 2011).

A Análise de Componentes Principais (PCA) foi utilizada para analisar os padrões de distribuição das variáveis ambientais, criando eixos principais, não correlacionados entre si, por meio de combinações lineares das variáveis originais (Mingoti, 2005; Gotelli & Ellison, 2011).

Os parâmetros estudados da estrutura da comunidade foram: abundância, densidade, riqueza, índices de diversidade, equitabilidade e dominância. A abundância (N) foi obtida pelo número total de indivíduos por área amostral; a densidade foi registrada, considerando-se a média da densidade dos espécimes por metro quadrado (ind.m^{-2}); e a riqueza de espécies (S) pelo número total de espécies para cada estação oceanográfica.

A diversidade de espécies (H') foi obtida a partir do índice de Shannon (Shannon & Weaver, 1949), calculado com o logaritmo na base 10. O índice de equitabilidade proposto por Pielou (1975) foi utilizado para verificar a distribuição dos indivíduos dentro das diferentes espécies em uma amostra.

A dominância de Simpson foi utilizada para verificar a dominância de uma espécie sobre as demais, ou seja, a probabilidade de dois indivíduos, selecionados na amostra ao acaso, pertencerem à mesma espécie. Parte-se do princípio que uma comunidade de espécies com maior diversidade apresenta a menor dominância, com valores mais distantes de 1, esse considerado como número relacionado à maior dominância de espécies (Clarke & Warwick, 2001).

A análise multivariada permutacional de variância (PERMANOVA) foi utilizada para verificar se as variações dos dados ambientais, densidade e dos grupos tróficos foram significantes entre si. Para isso, foram utilizados dois testes: o teste principal, o qual evidencia diferenças significativas gerais nos fatores estabelecidos, resultando em valores de pseudo-F e p, e o teste de pares, que elucida a diferença significativa entre os níveis dos fatores, semelhante ao teste *t*-student (Monokaran, 2013). Os fatores utilizados para a PERMANOVA foram os locais, a variação do tempo (seca - fevereiro e novembro - e chuva - maio e agosto) e a direção do vento (nordeste e sudoeste).

A rotina DistLM (Modelo Linear Baseado em Distância) foi utilizada para avaliar a influência das variáveis ambientais na densidade de poliquetas e nos hábitos alimentares, entre os locais e os períodos de seca (fevereiro e novembro) e chuva (maio e agosto). A ordenação dos dados deste modelo linear foi realizada utilizando-se a Análise de Redundância Baseada em Distância (dbRDA).

Para execução dos testes multivariados que utilizam as medidas de distância entre os pontos, foram utilizadas a distância Euclidiana para processamento dos dados ambientais e a similaridade de Bray-Curtis para os dados biológicos de densidade. Todos os índices e testes foram processados com o auxílio do pacote estatístico PRIMER 7.0.13.

3 RESULTADOS

3.1 Variáveis Abióticas

Os dados para as variáveis ambientais da água estão registrados na **Tabela 2**. A massa de água na Enseada dos Anjos apresentou valores semelhantes em todas as estações de coleta. A temperatura variou de 18°C a 26°C, com uma média de 21,76±2,46°C. A menor temperatura (18,42°C) foi registrada em agosto de 2017 e a maior temperatura (26,9°C), em fevereiro de 2018. O oxigênio dissolvido teve uma média de 7,89±1,15 mg.L⁻¹, com os menores valores nos meses de maio e novembro e os maiores, em agosto de 2017. A salinidade apresentou uma média de 36,9±0,4 com os maiores valores registrados nos meses de agosto e novembro de 2017. A transparência da água foi em média de 4,72±1,03m com uma concentração total de sólidos dissolvidos de 33,48±0,22 g.L⁻¹.

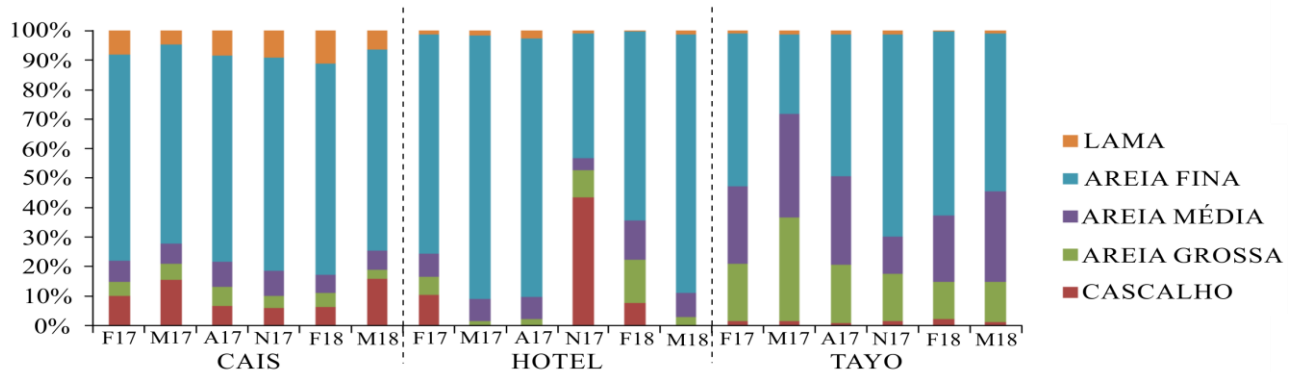
Tabela 2: Valores das variáveis ambientais da água registrados na Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo, no período de fevereiro de 2017 a maio de 2018.

Estação	Período	Salinidade	Temperatura (°C)	Oxigênio Dissolvido (mg.L ⁻¹)	pH	Transparência (m)	Total de Sólido Dissolvido
Cais	FEV17	36,70	20,79	8,17	8,13	6	33,5
	MAI17	37,00	21,74	6,61	8,02	5	33,4
	AGO17	37,30	18,42	9,02	8,15	6,5	33,8
	NOV17	37,30	22,85	7,16	8,35	3,5	33,8
	FEV18	37,30	26,30	7,74	8,16	4	33,4
	MAI18	37,23	22,33	7,63	8,17	4	33,5
Hotel	FEV17	36,60	18,40	6,68	8,12	6	33,3
	MAI17	36,70	21,78	6,32	7,98	4	33,5
	AGO17	37,20	18,48	10,55	8,18	6	33,8
	NOV17	37,30	22,86	6,99	8,35	4,5	33,7
	FEV18	36,00	26,90	7,63	8,16	3	33,3
	MAI18	36,80	22,50	7,87	8,17	4,5	33,4
Tayo	FEV17	36,90	21,72	8,94	8,02	5	33,3
	MAI17	36,80	20,15	8,19	8,10	5	33,1
	AGO17	37,00	18,53	9,67	8,20	6	33,6
	NOV17	37,00	22,83	6,35	8,35	4,5	33,8

Estação	Período	Salinidade	Temperatura (°C)	Oxigênio Dissolvido (mg.L ⁻¹)	pH	Transparência (m)	Total de Sólido Dissolvido
	FEV18	36,00	23,80	8,29	8,17	3,5	33,3
	MAI18	36,70	21,33	8,12	8,20	4	33,2

A granulometria do infralitoral da Enseada dos Anjos variou de sedimento areno-lamoso a grãos de areia média-grossa no sentido Cais-Tayo (**Fig. 2**). Na estação Cais, o sedimento é predominantemente formado por areia fina, lama e grande concentração de cascalho. Na estação Hotel, o sedimento apresentou maior proporção de areia fina, com exceção dos períodos próximos ao verão (novembro de 2017 e fevereiro de 2017 e 2018), onde foi observada uma concentração mais elevada de cascalho para essa estação (43,65%; 10,47% e 7,98%). Na estação Tayo, a fração grosseira esteve em maior concentração, com destaque para as areias média e grossa, que não possuíram um valor expressivo nas demais localidades (**Tab.3**).

Figura 2: Composição granulométrica das estações estudadas. As letras F, M, A e N correspondem aos meses de fevereiro, maio, agosto e novembro; e os números 17 e 18 correspondem aos anos de 2017 e 2018, respectivamente.



Fonte: Autor.

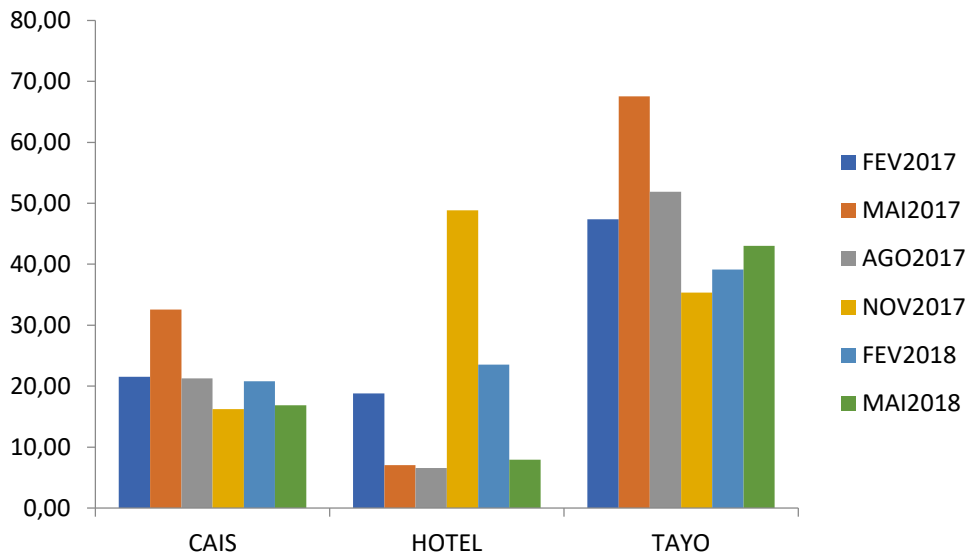
Tabela 3: Granulometria, carbonato de cálcio (CaCO₃) e matéria orgânica do infralitoral da Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo, no período de fevereiro de 2017 a maio de 2018.

Estação	Período	Cascalho (%)	Areia Grossa (%)	Areia Média (%)	Areia Fina (%)	Lama (%)	CaCO ₃ (%)	Matéria Orgânica (%)
Cais	FEV17	10,19	4,87	7,13	69,74	8,06	21,56	0,25
	MAI17	15,66	5,58	6,69	67,23	4,84	32,58	0,23
	AGO17	6,92	6,42	8,42	69,87	8,38	21,29	0,25
	NOV17	6,02	4,31	8,37	71,99	9,30	16,26	0,52
	FEV18	6,45	4,81	5,96	71,45	11,32	20,84	0,73

Hotel	MAI18	15,92	3,22	6,22	68,17	6,48	16,85	0,31
	FEV17	10,47	6,03	8,05	74,07	1,38	18,80	0,12
	MAI17	0,16	1,52	7,36	89,41	1,55	7,04	0,2
	AGO17	0,37	1,88	7,74	87,40	2,60	6,58	0,09
	NOV17	43,65	9,15	4,09	41,95	1,16	48,87	0,15
	FEV18	7,98	14,61	13,12	63,93	0,37	23,55	0,97
Tayo	MAI18	0,17	3,00	7,94	87,68	1,21	7,95	0,3
	FEV17	1,64	19,43	26,13	51,67	1,13	47,38	0,13
	MAI17	1,84	34,83	35,16	26,90	1,27	67,54	0,19
	AGO17	0,98	19,92	29,70	48,01	1,39	51,88	0,15
	NOV17	1,67	16,12	12,61	68,08	1,53	35,36	0,21
	FEV18	2,42	12,57	22,46	62,09	0,46	39,12	0,15
	MAI18	1,31	13,70	30,72	53,28	1,00	43,01	0,18

A maior concentração de carbonato de cálcio foi encontrada na estação Tayo, com valores chegando a 67,54%, em maio de 2017. Na estação Hotel, os valores mais altos foram observados nos meses de fevereiro e dezembro de 2017 e fevereiro de 2018. A estação Cais apresentou a menor variação de CaCO_3 entre as estações, durante o período estudado (**Fig. 3**).

Figura 3: Porcentagem de Carbonato de Cálcio na Enseada dos Anjos



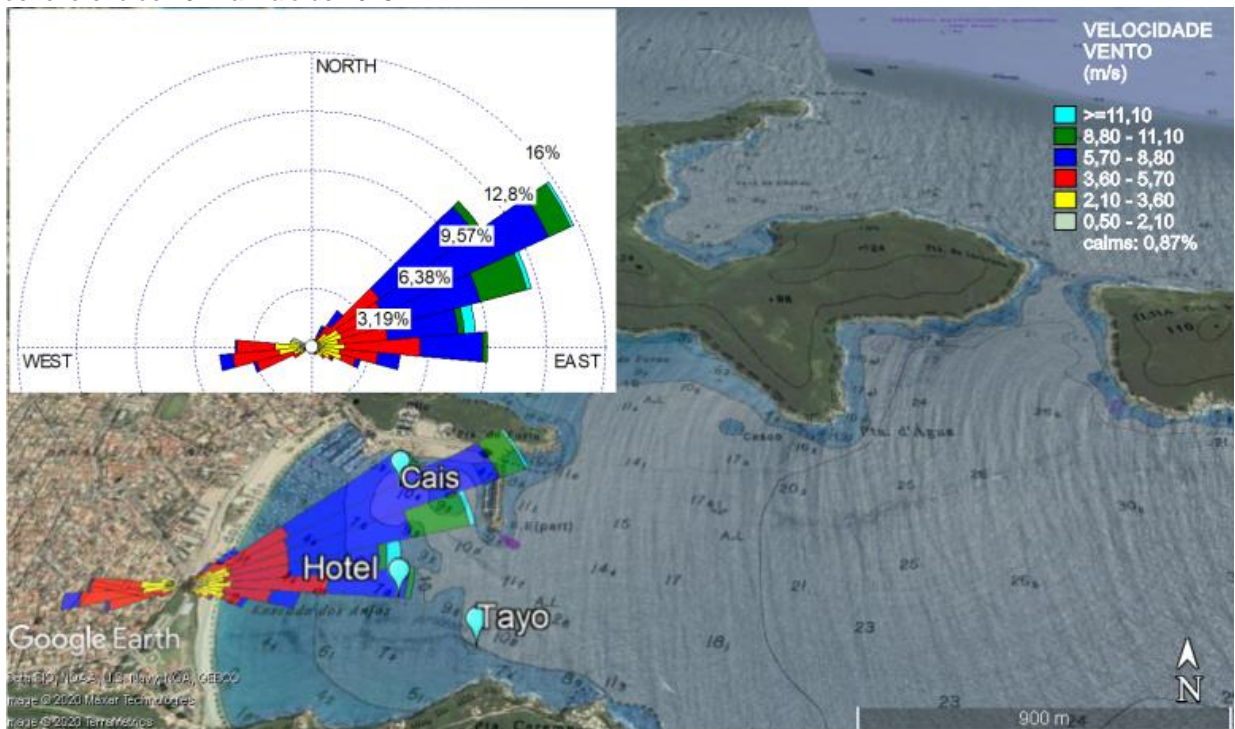
Fonte: Autor.

Os períodos mais chuvosos ocorreram em fevereiro de 2018 (58,8mm) e em maio de 2017 (16mm), no acumulado semanal (**Tab. 4**). A média da velocidade dos ventos mais fortes foi registrada em fevereiro (7,12m/s), agosto e novembro de 2017 (5,96 e 5,13 m/s). Os ventos predominantes foram os ventos nordeste, com registro de ventos de leste, oeste e sudoeste (**Fig. 4**).

Tabela 4: Valores de precipitação, velocidade e direção do vento para a Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo/RJ, no período de fevereiro de 2017 a maio de 2018.

Período	Precipitação (mm)	Vento (m/s)	Direção do vento
FEV17	0	7,12	Nordeste
MAI17	16	4,02	Sudoeste
AGO17	0	5,96	Nordeste
NOV17	6,2	5,13	Nordeste
FEV18	58,8	3,88	Nordeste
MAI18	5	4,4	Sudoeste

Figura 4: Frequência da direção e velocidade do vento para a Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo/RJ, no período de fevereiro de 2017 a maio de 2018

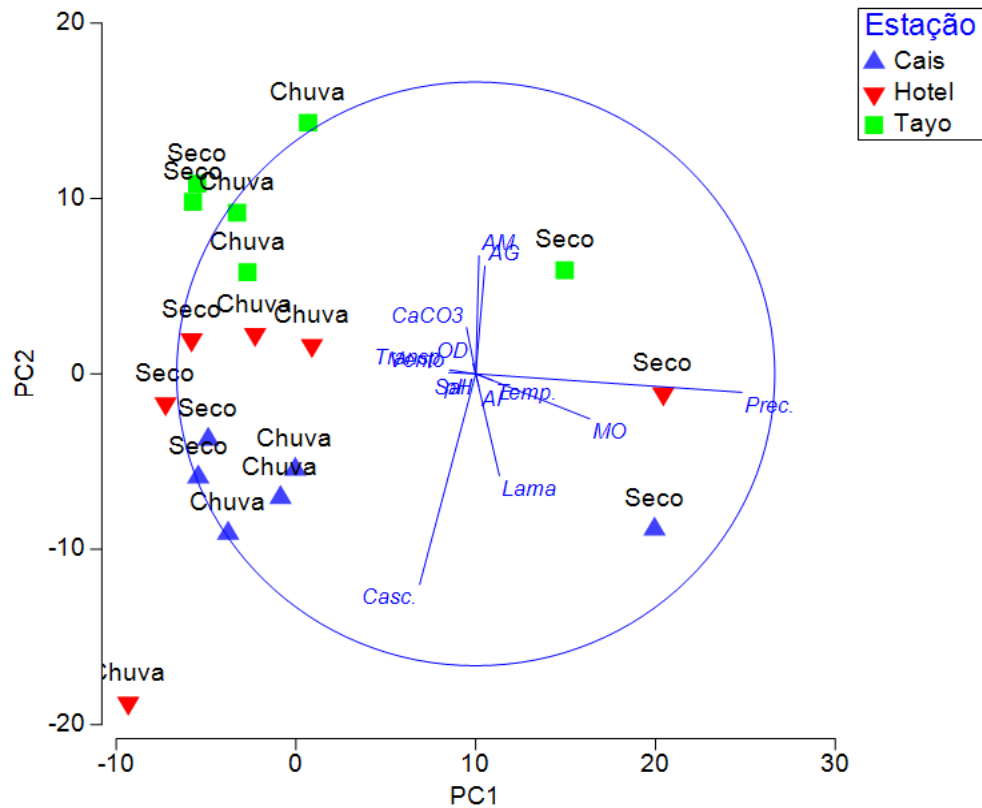


. Fonte: Autor.

O substrato do infralitoral é claramente diferenciado entre as estações amostrais e é a principal variável ambiental estruturadora da Enseada dos Anjos. A PCA mostra as frações granulométricas como as principais variáveis ambientais explicativas. Essa análise explicou 65,1% da variação observada. O eixo 1 explicou 34,3% das variações e a principal variável explicativa foi a precipitação, responsável pela separação do mês de fevereiro de 2018 com maior índice de chuva (58,8mm) em um mês caracterizado como de tempo seco. O eixo 2 explicou 30,8% das variações observadas e teve a granulometria como destaque, separando as estações de

amostragem, caracterizando a estação Cais formada por sedimento areno-lamoso e cascalho, a estação Hotel com maior concentração de areia fina e a estação Tayo com quantidades mais elevadas de areia média, grossa e CaCO_3 (**Fig. 5**).

Figura 5: Diagrama PCA das variáveis abióticas das estações de coleta na Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo/RJ.



Fonte: Autor.

O teste da PERMANOVA mostrou diferença significativa entre os locais de amostragem (Pseudo- $F = 3,31$; $p = 0,007$). Essa diferença estava presente entre as estações Cais e Tayo ($t = 2,37$; $p = 0,009$). As estações Hotel e Tayo ($t = 1,69$; $p = 0,06$) e Cais e Hotel ($t = 1,34$; $p = 0,19$) não apresentaram variação significativa, mesmo estando bem separadas no diagrama da PCA. Não foi evidenciada variação significativa entre os períodos de seca e chuva (Pseudo- $F = 0,73$; $p = 0,52$). Contudo, no diagrama da PCA observa-se a formação de uma faixa padrão para as duas formas de tempo. A direção do vento obteve um resultado mais expressivo quando analisada em conjunto com as localidades (Pseudo- $F = 2,13$; $p = 0,06$) do que quando vista isoladamente (Pseudo- $F = 1,03$; $p = 0,37$). O teste de pares evidencia que a estação

Hotel é a que mais varia com a direção dos ventos nordeste ($t = 1,90$; $p = 0,06$), em contraposição às estações Cais ($t = 0,78$; $p = 0,52$) e Tayo ($t = 0,69$; $p = 0,59$).

3.2 Comunidade de Poliquetas

No presente estudo, 103 morfotipos de poliquetas, pertencentes a 51 espécies, 71 gêneros e 31 famílias, foram identificadas num total de 2.300 espécimes coletados (557 indivíduos na estação Cais, 977 na estação Hotel e 766 na estação Tayo).

Na região da Enseada dos Anjos, a espécie *Prionospio dayi* apresentou maior densidade relativa, seguida por *Armandia agilis*, *Aricidea (Aricidea) wassi*, *Aphelochaeta sp.* e *Exogone sp.1*.

A estação Cais foi a de maior diversidade, seguida da Tayo e Hotel. A estação Hotel foi a de maior abundância de indivíduos, com 977 indivíduos coletados, seguida da Tayo, com 766 indivíduos, e Cais, com 557 espécimes. A maior riqueza foi encontrada na estação Cais e a menor riqueza de espécies na estação Hotel, onde também ocorreu o menor índice de equitabilidade, com três espécies dominantes: *A. agilis*, *P. dayi* e *A. wassi*. A estação Cais apresentou o maior índice de equitabilidade, pois teve menor número de espécies dominantes. A estação Tayo apresentou duas espécies dominantes e uma riqueza maior que a estação Hotel. (**Tab. 5**).

No período estudado, a maior diversidade foi encontrada na estação Cais, em agosto de 2017, enquanto a menor diversidade foi registrada em fevereiro de 2017, na estação Hotel. Os maiores índices de diversidade variaram entre períodos e estações. Na estação Hotel, o maior valor foi observado em novembro de 2017, e na Tayo, em maio do mesmo ano.

Tabela 5: Descritores estruturadores da comunidade de poliquetas da Enseada dos Anjos: N – abundância; S – Riqueza; J' – índice de equitabilidade; H' – índice de diversidade; $1-\lambda$ – índice de dominância.

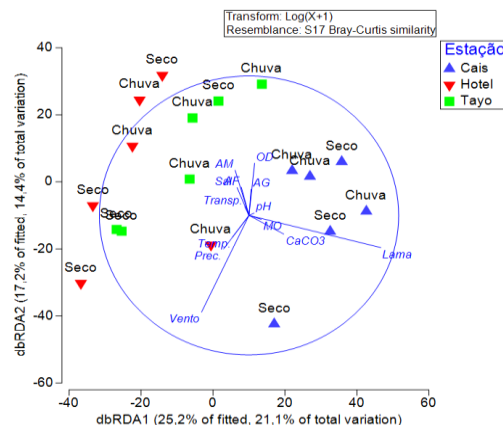
Estações	Período	N	S	J'	H'	1- λ
Cais	Fev17	77	12	0,97	1,05	0,93
	Mai17	54	23	0,99	1,34	0,97
	Ago17	122	35	0,99	1,52	0,98
	Nov17	140	31	0,98	1,46	0,98
	Fev18	74	25	0,98	1,37	0,97
	Mai18	90	28	0,98	1,41	0,98
	Total	557	80	0,98	1,86	0,99
Hotel	Fev17	7	3	0,95	0,45	0,76
	Mai17	287	21	0,96	1,27	0,96

	Ago17	107	18	0,97	1,21	0,96
	Nov17	244	22	0,96	1,29	0,96
	Fev18	125	9	0,93	0,89	0,89
	Mai18	207	10	0,94	0,94	0,90
	Total	977	44	0,97	1,59	0,98
Tayo	Fev17	13	5	0,98	0,68	0,87
	Mai17	142	28	0,98	1,41	0,97
	Ago17	166	25	0,97	1,36	0,97
	Nov17	171	22	0,97	1,30	0,96
	Fev18	83	11	0,95	0,99	0,92
	Mai18	191	23	0,97	1,32	0,97
	Total	766	55	0,98	1,70	0,98

Houve diferença significativa na densidade das espécies entre as estações estudadas (Pseudo- $F = 1,97$; $p = 0,011$). A estação Cais foi significativamente diferente da estação Hotel ($t = 1,67$; $p = 0,013$) e da estação Tayo ($t = 1,37$; $p = 0,04$). Não houve diferença significativa entre as estações Hotel e Tayo ($t = 1,08$; $p = 0,37$).

O padrão apresentado também é visto no gráfico de análise de redundância. Nessa análise, o eixo 1 explicou 21,1% da variação total, enquanto o eixo 2 explicou 14,4%, os quais juntos, explicaram apenas 35,5% da variação total. Os parâmetros ambientais mais representativos foram lama no primeiro eixo e vento no segundo eixo. De acordo como teste do DistLM, o teor de lama foi responsável por explicar 17,2% da variação total, seguido pela intensidade do vento (8%) (**Fig. 6**). Não foi observada diferença significativa nas densidades das espécies em diferentes condições de tempo (Pseudo- $F = 1,22$; $p = 0,25$), nem de direção dos ventos (Pseudo- $F = 1,30$; $p = 0,24$).

Figura 6: Diagrama dbRDA da interação entre as variáveis ambientais e a densidade média de poliquetas, plotado utilizando os fatores estação e condições de tempo.



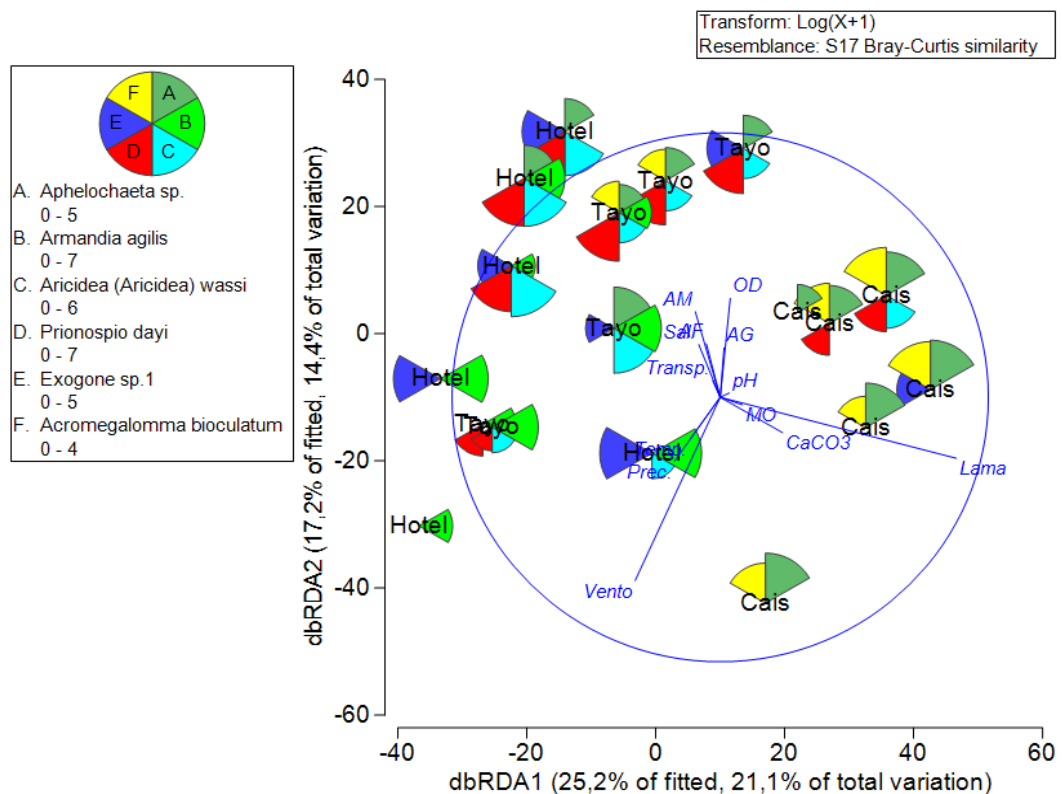
Fonte: Autor.

A distribuição das espécies, de acordo com o diagrama apresentado pela dbRDA, mostra *Aphelochaeta sp.* e *Acromegalomma bioculatum* mais concentradas na estação Cais, com maior teor de sedimentos finos e protegidas da intensidade dos ventos. Enquanto *P. dayi*, *A. agilis* e *Exogone sp.1* ocorreram em maior densidade nas estações Hotel e Tayo, com um sedimento mais grosseiro (**Fig. 7**).

3.2 Grupos Funcionais de Alimentação

Os poliquetas identificados na Enseada dos Anjos foram classificados dentro de 13 grupos funcionais, incluindo todos os hábitos alimentares micrófagos (filtradores ou suspensívoros, depositívoros de superfície e subsuperfície) e macrófagos representados pelos carnívoros. O hábito alimentar herbívoro, juntamente com outros tipos alimentares, foi classificado como onívoro.

Figura 7: Diagrama dbRDA da interação entre as variáveis ambientais e a densidade média de poliquetas, desenhado utilizando o fator estações e as espécies mais frequentes no estudo.



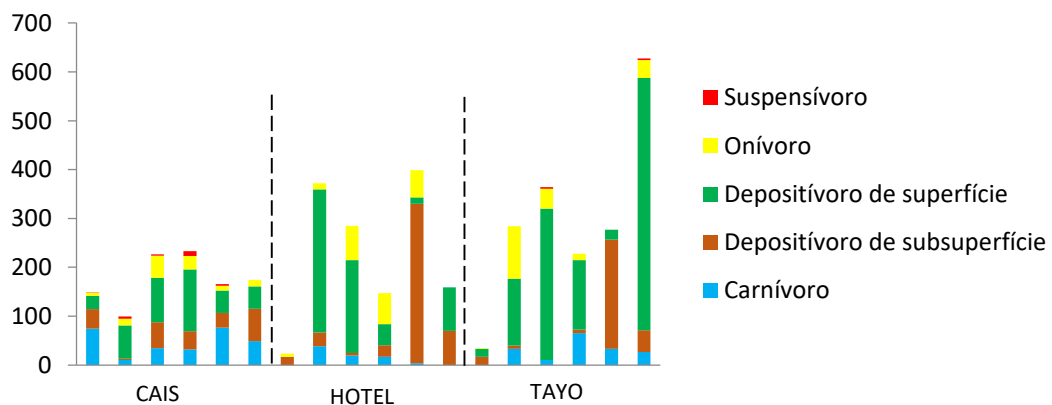
Fonte: Autor.

Entre os grupos de mobilidade, as espécies com hábito de mobilidade móvel foram as que apresentaram maior densidade de indivíduos, seguidas pelas espécies discretamente móveis e sésseis. Dezesete famílias foram classificadas como móveis, sendo as famílias Ophellidae, Syllidae e Paraonidae as mais representativas. As famílias Spionidae, Goniadidae e Magelonidae foram as que mais se destacaram em densidade dentre as 12 classificadas como discretamente móvel. Os organismos sésseis foram representados pelas espécies das famílias Serpulidae e Sabellidae, com maior frequência na estação Cais. Na estação Hotel, foi observada uma maior densidade de indivíduos móveis, enquanto que na estação Tayo, predominaram os espécimes discretamente móveis.

Em relação à estrutura morfológica utilizada na alimentação, as espécies classificadas com faringe eversível armada apresentaram maior densidade na estação Tayo, assim como as espécies tentaculadas. Na estação Hotel, ocorreram com maior densidade as espécies com faringe eversível desarmada. Dentre as famílias com faringe eversível armada, destacam-se: Syllidae, Goniadidae e Sigalionidae. Os tentaculados foram observados na Ordem Canalipalpata, caracterizados pela presença de palpos, representados principalmente pelas famílias Spionidae, Magelonidae e Terebellidae. As famílias Paraonidae e Orbiniidae estão entre as famílias mais importantes dentro das espécies com faringe eversível desarmada.

Entre os hábitos alimentares, os depositívoros de superfície apresentaram maior densidade, seguido dos depositívoros de subsuperfície, carnívoros, onívoros e suspensívoros (**Fig. 8**).

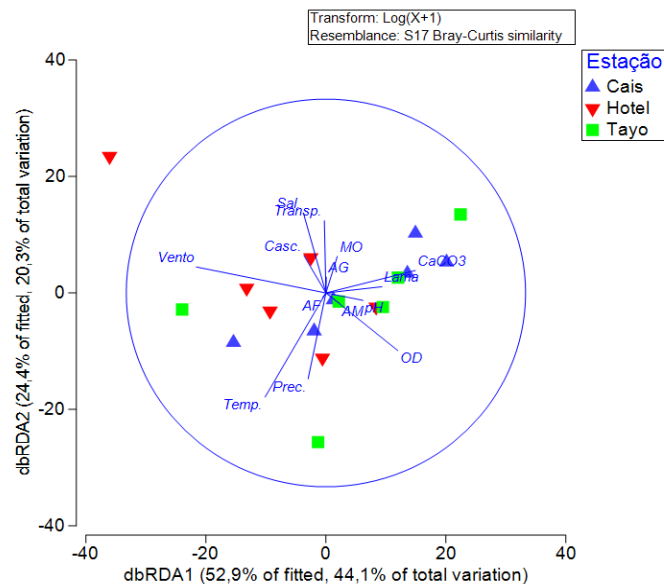
Figura 8: Densidade de indivíduos por hábitos alimentares da comunidade de poliquetas na Enseada dos Anjos.



Fonte: Autor.

Os grupos alimentares se mantiveram constantes durante todo o período estudado em todas as estações. As variáveis ambientais que mais explicaram a variação dos hábitos alimentares entre as estações foram o vento e a salinidade da água, ambos com 11%. A dbRDA explicou 64,37% da variação total dos dados, onde 44,1% da variação total foi explicada pelo primeiro eixo e 20,3% pelo segundo eixo (**Fig. 9**). Os suspensívoros foram observados com maior frequência na estação Cais, relacionados à maior concentração de lama e carbonato de cálcio. No mês de fevereiro de 2017, onde se obteve a maior intensidade do vento, os carnívoros e suspensívoros não apareceram nas estações Hotel e Tayo, somente havendo registro na estação Cais. Nesse mesmo período, observou-se a ausência dos depositívoros de superfície na estação Hotel, com a sua ocorrência nas demais estações menos influenciadas pelo vento (**Fig. 10**). A PERMANOVA não diferenciou significativamente a distribuição dos grupos alimentares pelas estações de coleta (Pseudo- $F = 0,69$; $p = 0,65$), nem pelas condições de tempo (Pseudo- $F = 0,25$; $p = 0,81$). e direção do vento (Pseudo- $F = 0,09$; $p = 0,95$).

Figura 9: Diagrama dbRDA da interação entre as variáveis ambientais e o índice de importância trófica dos grupos de alimentação de poliquetas, plotado utilizando o fator estações e as variáveis com maior correlação

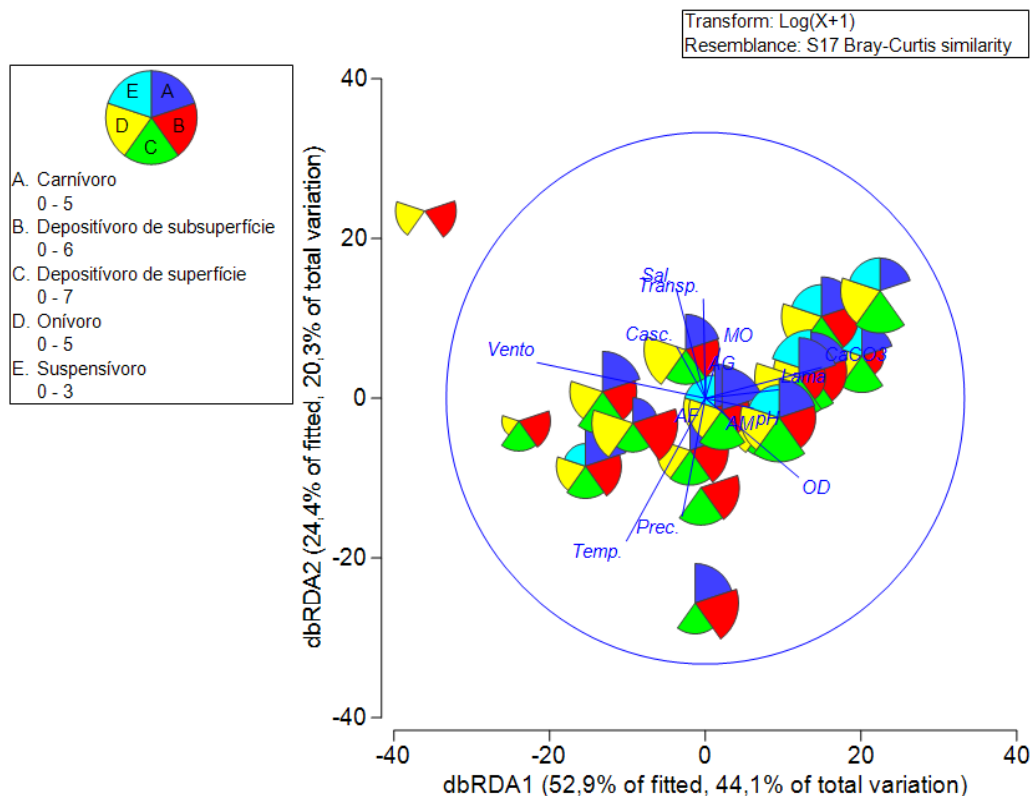


Fonte: Autor.

4 DISCUSSÃO

A Enseada dos Anjos foi caracterizada principalmente pela distribuição granulométrica dos grãos, com predomínio de areias finas e lama mais ao norte (Cais) e de areia média e grossa ao sul (Tayo). Esse padrão também foi observado por da Motta *et al.* (2018) e Savi (2007).

Figura 10: Diagrama dbRDA da interação entre as variáveis ambientais e o índice de importância trófica dos grupos de alimentação de poliquetas, plotado utilizando o fator estações, as variáveis com maior correlação e os grupos tróficos.



Fonte: Autor.

Segundo da Motta *et al.* (2018), o transporte de sedimento segue em direção à praia desde a isóbata de 10m com uma mudança de sentido em direção ao norte. Criando uma zona de maior hidrodinamismo desde a porção sul até o centro e uma área com menor energia ao norte, o que explica a variação dos grãos no sentido norte-sul da Enseada dos Anjos. A menor hidrodinâmica no Cais foi explicada por Savi (2007) como um efeito de sombra criado pelo quebra-mar do Porto do Forno.

O baixo hidrodinamismo na estação Cais facilita a deposição de grãos de sedimentos mais finos e matéria orgânica, quando comparada às demais estações. A

concentração de matéria orgânica, nessa estação, teve um pico de concentração no mesmo período em que foi registrado o maior índice de pluviosidade, juntamente com a observação da abertura do canal de efluentes na Praia dos Anjos. A alteração da massa de água próxima a Praia dos Anjos, em decorrência de alto índice pluviométrico e consequente abertura do canal de esgoto e drenagem das águas pluviais de Arraial do Cabo, já foi relatada por Paixão e colaboradores (2013), onde foi constatado o aumento da temperatura, menor salinidade e densidade da água. Este fato explica a alta repentina de matéria orgânica nas estações Hotel e Cais e a manutenção desse parâmetro na estação Tayo, uma vez que a corrente marinha entra na Enseada dos Anjos em direção à praia no sentido sul-norte.

A estação Cais apresentou a espécie *Aphelochaeta sp.*, pertencente à família Cirratulidae, como organismo com maior densidade. Ansari e colaboradores (1986) apontam o enriquecimento orgânico no Estuário de Mandovi como a causa do aumento da biomassa e densidade de espécies de poliquetas, principalmente das famílias Spionidae, Capitellidae e Cirratulidae. Os autores ainda afirmam que a presença dessas espécies se deve ao hábito alimentar, sendo depositívoros seletivos. Shimabukuru (2011) descreve a presença dessa espécie em substratos de sedimento misto e heterogêneo com frações de areia fina e lama, assim como observado na estação Cais.

Apesar das espécies dessas famílias serem identificadas como oportunistas e indicadoras de estresse ambiental, principalmente por enriquecimento orgânico, em ambientes costeiros (Neave *et al.*, 2013; Sukumaran & Devi, 2009), *P. dayi* (Família Spionidae) teve maior abundância na estação Tayo e na estação Hotel, localidades com menor concentração de matéria orgânica. De acordo com Shimabukuru (2011), *P. dayi* apresentou maior abundância em ambientes com alto hidrodinamismo, de areia fina e muito fina, bem selecionadas e baixo teor de matéria orgânica. Essas condições são encontradas em ambas as estações, contrapondo apenas no tamanho dos grãos, onde foram observados teores maiores de areia média e grossa na estação Tayo, enquanto na estação Hotel, houve a maior concentração de areia fina e média.

Neste estudo, *A. agilis* foi encontrada nas mesmas localidades que *P. dayi*. Shimabukuru (2011) relatada uma espécie não identificada do gênero *Armandia* em condições ambientais semelhantes, vivendo em sedimentos finos, região com maior

energia das ondas e baixo teor de matéria orgânica. Contudo, neste estudo, é possível observar que em épocas de maior intensidade do vento, *A. agilis* teve maior abundância que *P. dayi*, principalmente na estação Hotel, localidade que apresentou maior variação ambiental, em decorrência da direção e intensidade dos ventos. Esse fato poderia ser explicado pelo tipo de hábito alimentar apresentado pelas espécies depositívoras. *A. agilis* apresenta característica mais escavadora, com forrageamento nas camadas mais internas do substrato, sendo classificada como depositívora de subsuperfície, enquanto que *P. dayi*, alimenta-se nas camadas mais superficiais, recolhendo o material orgânico por meio de palpos (depositívoro de superfície) (Fauchald & Jumars, 1979). A partir da circulação de massa de água forçada pelo vento, a fricção das moléculas do ar na camada superficial da água, coloca essas moléculas em movimento também, criando correntes marinhas. Essa circulação surge nas camadas superficiais do mar, podendo atingir até 1.000 metros de profundidade (Rodrigues, 2017).

Em áreas mais rasas, como observado na Enseada dos Anjos, essa corrente pode chegar ao fundo marinho, revolvendo-o. Desta forma, espécies que habitam regiões mais superiores do substrato poderia ser carreadas para outras localidades ou soterradas e mortas. Todavia, espécies que vivem em camadas mais profundas não teriam seu habitat alterado por essa perturbação e conseguiriam sobreviver nessas condições.

Segundo Manokaran e colaboradores (2013), em sedimentos finos, a presença de organismos detritívoros é dominante, enquanto que em sedimentos grossos, são abundantes os organismos carnívoros. Isto porque em sedimentos finos há maior concentração de matéria orgânica e em sedimento grosso, maior ocorrência de animais nos espaços intersticiais. No entanto, seu estudo mostrou que os animais depositívoros foram encontrados em maior abundância em áreas de sedimento arenoso, levantando a hipótese de que organismos depositívoros são dominantes em áreas de baixo hidrodinamismo e que a dominância dos depositívoros também pode estar relacionada à boa qualidade e estabilidade da água e do sedimento, assim como ao sucesso do recrutamento.

Neste estudo, foi observada a presença de organismos depositívoros e carnívoros em ambos os ambientes: com sedimentos finos e maior concentração de

matéria orgânica e com sedimentos de grãos maiores com menor concentração de matéria orgânica, porém com melhor qualidade e estabilidade da água, uma vez que a estação Cais apresenta maior impacto provocado pela marina de pescadores e do Porto do Forno.

A presença de organismos carnívoros não esteve relacionada à forte circulação de água, encontrados tanto na estação Tayo como na estação Cais. O que difere do relatado por Manokaran e colaboradores (2013), que a dominância de carnívoros pode estar associada a lugares com altas concentrações de oxigênio dissolvido, baixa concentração de matéria orgânica e forte circulação da água.

A força do vento sobre a circulação de água e esta sobre a distribuição dos diferentes hábitos alimentares são observadas entre os tipos de depositívoros e os suspensívoros. Poliquetas depositívoros de subsuperfície e onívoros foram encontrados na estação Hotel no mesmo período, com registro de alta intensidade de vento nordeste. Na estação Tayo, houve a adição de depositívoro de superfície, enquanto na estação Cais foram registrados todos os hábitos alimentares: suspensívoros, carnívoros, depositívoros de superfície e de subsuperfície. O aparecimento de todos os hábitos alimentares na estação Cais pode ser explicada pelo efeito sombra do Porto do Forno, como indicado por Savi (2007), criando uma zona protegida do vento e conseqüentemente amenizada das correntes forçadas pelo vento.

Weissberger e colaboradores (2008) descrevem que o estoque de matéria orgânica na subsuperfície pode compensar a variação de recursos alimentares na superfície, inclusive explicando a não variação de resposta ao acréscimo de matéria orgânica na superfície. Como visto neste estudo, as variações atmosféricas e de teores de matéria orgânica não afetaram a comunidade de subsuperfície, sendo os depositívoros de subsuperfície o único hábito alimentar que se manteve em condições adversas de intensidade e direção de vento.

Os depositívoros de subsuperfície foram representados principalmente por *A. agillis* e os depositívoros de superfície por *P. dayi*. Foi observado que em períodos de maior intensidade do vento, há a ausência de *P. dayi* na estação Hotel, voltando a se estabelecer em períodos após o evento meteorológico. Porém, nessas condições adversas de tempo, *P. dayi* se mantém em menor número na estação Tayo, o que

sugere que a recolonização da estação Hotel é feita a partir do assentamento larval de indivíduos daquela estação. De acordo com Chollett & Bone (2007), a resposta inicial dos organismos bentônicos a perturbações físicas depende das características dos organismos disponíveis, como as formas de dispersão larval, mobilidade e crescimento. Em áreas mais estáveis após perturbações, indivíduos entrariam em atividades reprodutivas, de forma que as espécies que recolonizariam a área devastada são similares aquelas disponíveis em localidades adjacentes.

A baixa circulação de água na estação Cais e a proteção do quebra mar do Porto do Forno em condições de alta intensidade de vento nordeste podem ter favorecido o desenvolvimento de uma maior diversidade de poliquetas e de hábitos alimentares na Enseada dos Anjos. No entanto, apesar de haver maior concentração de matéria orgânica, o que desencadearia uma maior quantidade de organismos, a densidade é menor em relação às demais estações. A menor densidade na estação Cais poderia ser explicada pela competição entre espécies por recursos ou espaço.

5 CONCLUSÃO

Os poliquetas estão entre os principais grupos de organismos da macrofauna bentônica e respondem ativamente a diferentes variáveis ambientais, principalmente a granulometria do sedimento. Estudos de distribuição no espaço são realizados a partir de dados estruturais da comunidade, como densidade, diversidade e riqueza. A análise de grupos tróficos surge como uma ferramenta adicional a fim de auxiliar no entendimento de certos padrões, observando os indivíduos de forma funcional no meio ambiente.

Neste trabalho, foi possível observar que o sedimento foi o principal estruturador da porção interna da Enseada dos Anjos, com um padrão de disposição dos sedimentos de sul a norte, variando de areias grossas a um substrato arenolamoso. *Aphelochaeta sp.* esteve diretamente relacionada a grãos mais finos, areia fina e lama e com maior concentração de matéria orgânica, enquanto *P. dayi* e *A. agilis* estiveram relacionadas a sedimentos mais grosseiros dentro da classe de areia: fina, média e grossa.

Fatores externos ao ambiente marinho, como fenômenos atmosféricos (chuva e ventos), podem influenciar na composição de matéria orgânica no substrato e na movimentação de correntes de água, com isso, alterar as comunidades em ambientes rasos. Alguns autores já observaram que a comunidade de poliquetas foi afetada em períodos de fortes chuvas. Aqui percebemos que a ocorrência de ventos fortes na direção nordeste influenciou a presença de *P. dayi* na estação Hotel, área diretamente afetada por esse sentido de vento. Essa mudança deve-se principalmente pelo seu hábito alimentar e forma de vida, sendo depositívoro de superfície e habitando em tubos construídos nas camadas mais superficiais do substrato. *A. agilis*, depositívora de subsuperfície, não foi afetada diretamente por essa condição de vento nordeste forte, por viver e se alimentar em camadas mais profundas do assoalho marinho. Na estação Cais, protegida desses ventos pelo quebra-mar do Porto do Forno, registra-se espécies de todos os hábitos alimentares, incluindo as espécies suspensívoras e carnívoras.

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. C. M & RUTA, C. Effects of a subtidal macroalgae bed on soft-bottom Polychaete assemblages in Arraial do Cabo, Ro de Janeiro, Brazil. **Bulletin of Marine Science**, 67 (1): 199–207. 2000.

ANDERSON, M. J. Animal-sediment relationships re-visited: Characterising species' distributions along an environmental gradient using canonical analysis and quantile regression splines. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 366: 16–27. 2008.

ANSARI, Z. A.; INGOLE, B. S. & PARULEKAR, A. H. Effect of High Organic Enrichment of Benthic Polychaete Population in a Estuary. **Marine Pollution Bulletin**, 17 (8): 361-365. 1986.

BOLIVAR, G. A. **Orbiniidae, Paraonidae, Heterospionidae, Cirratulidae, Capitellidae, Maldanidae, Scalibregmidae e Flabelligeridae (Annelida: Polychaeta) da costa sudeste do Brasil (22o57'S - 27o20'S)**. 1990. 191 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 1990.

CLARKE, K. R. & WARWICK, R. M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. 2nd edition. PRIMER-E: Plymouth. 175p. 2001.

DA MOTTA, P. R.; NETTO, L. R.; BASTOS, E. B.; PEREIRA, T. G. & BULHÕES, E. M. R. Distribuição e transporte de sedimentos costeiros exemplos em Arraial do Cabo, RJ. **Revista Brasileira de Geomorfologia (Online)**, São Paulo, 19 (2): 341-358. 2018.

DE LEO, F. C. **Estrutura e dinâmica da fauna bêntica em regiões da plataforma e talude superior do Atlântico Sudoeste**. 2003. 152 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2003.

FAO. Manual of methods in aquatic environmental research. Part 1. Methods for Detection, Measurement and Monitoring of Water Pollution. **Fao Fisheries Technical Papers**, 137. 192p. 1975.

FAUCHALD, K. & JUMARS, P. A., The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. **Oceanography and Marine Biology – An Annual Review**, 17: 193–284. 1979.

FONSECA, R. B. M.; CASTRO, J. W. A.; SILVA, A. C.; SEOANE, J. C. S. Variação batimétrica e morfológica do banco de areia “*sandbar*” Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. **XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA**, 1 (1). 2011.

GOTELLI, N. J. & ELLISON, A. M. **Princípios de estatística em ecologia**. Tradução: Fabrício Beggiano Baccaro *et al.* Editora Artmed, Porto Alegre. 528p. 2011.

JUMARS, P. A.; DORGAN, K. M. & LINDSAY, S. M. Diet of worms emended: an update of polychaete feeding guilds. **Annual Review of Marine Science**, 7: 497–520. 2015.

MANOKARAN, S; KHAN, S; A.; LYLA, S.; RAJA, S. & ANSARI, K. G. M. T. Feeding guild composition of shelf macrobenthic polychaetes of southeast coast of India. **Tropical Zoology**, 26(3): 120–139. 2013.

MARTINS, E. S. Macrofauna Bentônica de Substrato Inconsolidado. In: **Estudo de Impacto do Meio Ambiente/ Relatório de Impacto do Meio Ambiente do Porto do Forno, Arraial do Cabo/RJ**, 2009.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Editora UFMG, Belo Horizonte. 297p. 2005.

PAIVA, P. C. Trophic structure of a shelf polychaete taxocoenosis in southern Brazil. **Cahiers de Biologie Marine**, 36: 497–512. 1993.

PIELOU, E. C. **Ecological Diversity**. Wiley Interscience. 165p. 1975.

REIS, R. S. **Guildas tróficas de Polychaeta e a sua relação com os fatores abióticos na Bacia de Campos, Rio de Janeiro, RJ**. 2017. 48p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus/BA, 2017.

RIBEIRO, S. M.; OMENA, E. P. & MURICY, G. Macrofauna associated to *Mycale microsigmatosa* (Porifera, Demospongiae) in Rio de Janeiro State, SE Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 57: 951–959. 2003.

RODRIGUES, R. Circulação Atmosférica e Oceânica. In: **Introdução às Ciências do Mar** / organizadores Jorge Pablo Castello e Luiz Carlos Krug; autores Jorge Pablo Castello ... [et al]. - Pelotas: Ed. Textos. 2017.

RUTA, C. **Padrões de distribuição espaço-temporal dos anelídeos poliquetas da Plataforma Continental ao largo da Bacia de Massambaba, RJ, Brasil**. 1999. 97p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

RUTA, C.; LEITÃO, A. S.; GOMES, M. A. B; BAPTISTA, R. B. & PAIVA, P. C. Vermes Marinhos (Annelida: Polychaeta), IN: BATISTA, D.; GRANTHOM-COSTA, L. V. & COUTINHO, R. 2020. **Biodiversidade Marinha dos Costões Rochosos de Arraial do Cabo: Histórico, Ecologia e Conservação**. Arraial do Cabo: Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira. Cap. 7: 407p.

SAVI, D. C. Erosão e acresção costeira na Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo, RJ. **Revista Brasileira de Geofísica**, 25(1): 91-99. 2007.

SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia**. Edgard Blücher, EDUSP. São Paulo. 318p. 1973.

SUKUMARAN, S. & DEVI, K. S. Polychaete diversity and its relevance in the rapid environmental assessment of Mumbai Port. **Current Science**, 97(10). 2009.

TAMANINI, P. F. **Estrutura espacial e temporal dos anelídeos poliquetas associados ao substrato inconsolidado na reserva extrativista marinha de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro**. 2019. 56p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, 2019.

WENTWORTH, C. K. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. **The Journal of Geology**, 30(5): 377–392. 1922.

7 CAPÍTULO 4

POLIQUETAS UTILIZADOS COMO FONTE NUTRICIONAL NA MARICULTURA - ANÁLISE BIOQUÍMICA DE DOIS GRUPOS TRÓFICOS DE POLIQUETA

RESUMO – Poliqueta é um importante grupo da macrofauna bentônica e está amplamente distribuído pelos mares e oceanos. Este grupo é frequentemente relacionado economicamente em usos para isca de pesca e alimentação de organismos cultivados em maricultura, mais especificamente para camarões. Nesses cultivos, poliqueta é um dos componentes principais de fonte alimentar e provê diferentes compostos bioquímicos, proteínas, gorduras e minerais, que estimulam e favorecem processos reprodutivos e crescimento. Contudo, a produção de poliquetas para o abastecimento do comércio ainda é escassa. Uma vez que espécies de poliquetas crescem aleatoriamente em viveiros de maricultura e que existem estudos sobre a utilização desses organismos como biorremediadores de efluentes da maricultura, o uso de espécies com o mesmo hábito alimentar parece ser uma solução mais eficiente do que a utilização do cultivo de apenas uma espécie. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi analisar dois componentes bioquímicos, proteínas e minerais, de dois grupos tróficos de poliqueta (carnívoros e depositívoros). Os animais foram capturados na Enseada dos Anjos, município de Arraial do Cabo/RJ – Brasil, separados em grupos tróficos e os que apresentaram biomassa maior que dois gramas foram enviados para a Embrapa e tiveram seus conteúdos bioquímicos analisados. A concentração de proteína (6 g) foi baixa em comparação com resultados encontrados na literatura, em média 60 g. Foi encontrada em maior proporção em animais de hábito depositívoro que em animais de hábito carnívoro. Os minerais variam em quantidade, cálcio, fósforo, ferro e magnésio foram os que tiveram valores maiores para a localidade. A pesar de parecer haver um padrão na distribuição dos minerais pelos grupos tróficos, a disponibilidade deles no meio ambiente parece ser o fator mais determinante para a sua concentração na biomassa dos poliquetas.

Palavras-chave: Aquicultura, Proteína, Minerais, Carcinicultura, Poliquetas.

1 INTRODUÇÃO

Os poliquetas são um grupo de vermes marinhos que habitam diversos ambientes ao redor do mundo. Junto com os moluscos e crustáceos, os poliquetas estão entre os três principais grupos dos organismos marinhos bentônicos, quando é levada em consideração sua diversidade, abundância, riqueza e biomassa (Amaral & Jablonski, 2005; Sukumaran & Devi, 2009; Manokaran *et al.*, 2013).

No mercado econômico, esses animais são frequentemente comercializados em algumas atividades específicas: isca para pesca, organismos usados em aquariofilia e insumo para a maricultura, como alimento em cultivo de espécies de peixes e crustáceos de valor comercial (Olive, 1994; Amaral & Rossi-Wongtschowski, 2004; Rangel, 2005; Alves *et al.*, 2010).

O cultivo de camarões pode ser feito em três tipos de sistemas de criação: extensivo (1 a 4 indivíduos/m² - alimento natural), semi-intensivo (5 a 30 indivíduos/m² - alimento natural e suplementar) e intensivo (30 a 120 indivíduos/m² - alimentação com ração balanceada) (Sobrinho, 2011). Em sistema de cultivo semi intensivo de camarões, a contribuição de alimento natural pode representar até 85%, enquanto em sistema intensivos esse quantitativo é menor, ainda que superior a 25% (Nunes *et al.*, 1997; Nunes, 2001).

Estima-se que a ração seja a maior parte do custo de produção na maricultura, representando cerca de 50 a 60%. A farinha de peixe era a fonte nutricional mais completa na produção de rações. Contudo, a baixa demanda dessa farinha no mercado elevou o custo de produção e outras fontes de nutrientes precisaram ser utilizadas, como rejeitos e subprodutos da pesca, pecuária e vegetais, mesmo apresentando carência de alguns aminoácidos essenciais e inibidores enzimáticos e antivitaminicos, o que produz um déficit nutricional no organismo cultivado (Sobrinho, 2011). Poliquetas podem compor cerca de 33% da alimentação de um cultivo de camarões na fase de desenvolvimento pós-larvar (Nunes *et al.*, 1997; Nunes & Parsons, 2000).

Sabe-se que os poliquetas disponibilizam bons nutrientes, proteínas e gorduras, necessários ao desenvolvimento dos organismos cultivados. Além de hormônios capazes de estimular a maturação sexual em camarões que tinham esse animal como principal fonte de alimentação. Nesses camarões, foi observada a aceleração do amadurecimento dos ovócitos das fêmeas, com o aumento das taxas de fecundidade (quantidade de ovócitos fecundados) e fertilidade (quantidade de nascimentos) (Olive, 1994; Basan *et al.*, 2009). Contudo, um problema encontrado para a produção de poliquetas em larga escala é manter elevada a taxa de sobrevivência das larvas desses organismos. Estudos mostram que a porcentagem de animais que sobrevivem ao início dos experimentos varia de menos de 1% a 99% (Palmer, 2010).

Uma vez que é difícil o estabelecimento reprodutivo de uma espécie de poliquetas e que esses organismos crescem livremente em viveiros marinhos, o cultivo controlado de diversas espécies que pertencem ao mesmo grupo trófico poderia ser uma solução. Os grupos tróficos são frequentemente usados como uma ferramenta alternativa e complementar às análises ambientais, como por exemplo: avaliar os padrões de distribuição e estrutura da comunidade, a existência de distúrbios ambientais, assim como a disponibilidade de recursos e os efeitos antropogênicos (Fauchald & Jumars, 1979; Doria, 2013; Jumars *et al.*, 2015).

No entanto, assim como pouco se conhece sobre a composição bioquímica de espécies de poliquetas, a contribuição nutricional de um pool de espécies pertencentes a um mesmo grupo trófico também é desconhecido. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo analisar a composição bioquímica de dois grupos tróficos de poliquetas, carnívoros e depositívoros, focado em dois componentes: proteínas e minerais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

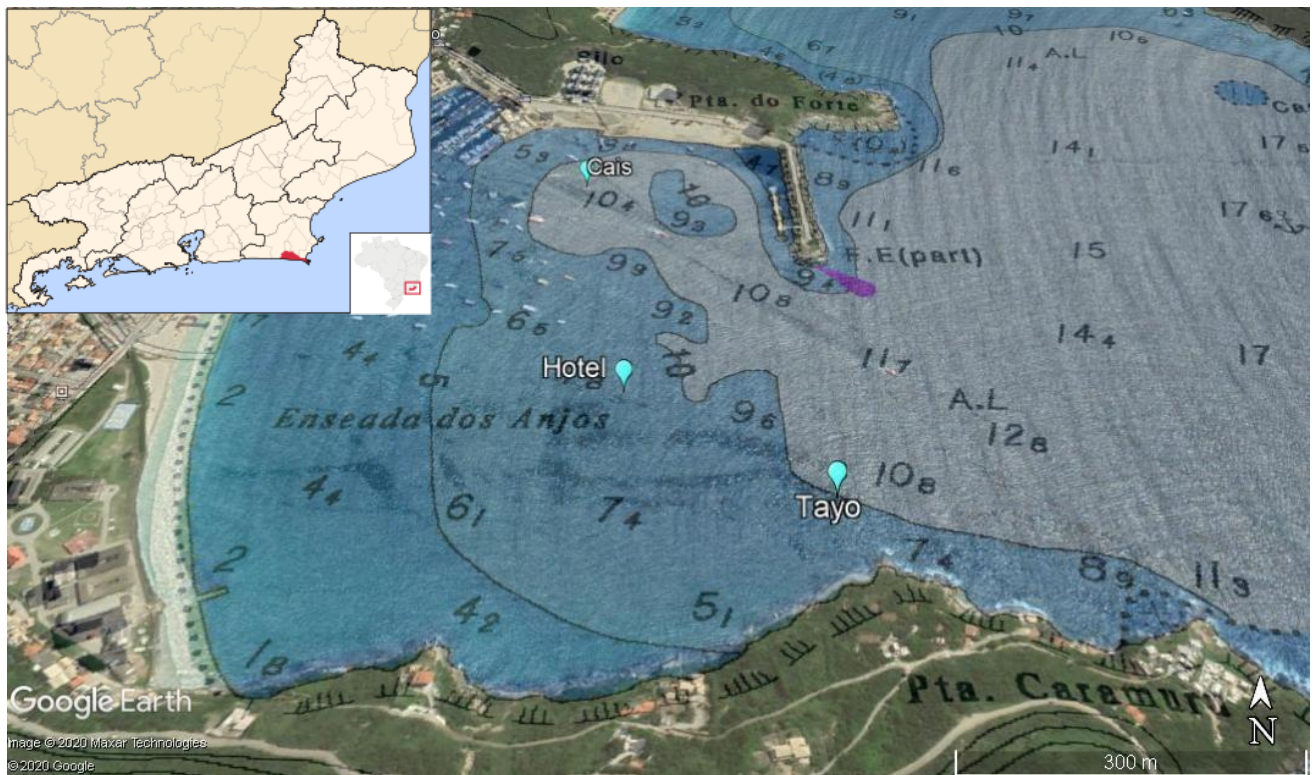
2.1 Área de estudo

A Enseada dos Anjos encontra-se situada no município de Arraial do Cabo no estado do Rio de Janeiro. Apresenta um trecho restrito, com um arco praias de aproximadamente 1.200 metros e corda de 1.075 metros. A abertura apresenta um quebra-mar construído para proteção dos navios que atracam no Porto do Forno e ocupa a entrada da enseada em cerca de 35% da seção transversal. Está inserida no macrocompartimento da Bacia de Campos, com ventos de nordeste durante 68% do intervalo, e secundariamente de sudeste. As marés são assimétricas, semidiurna com desigualdade diurna, caracterizadas como micromarés, com amplitude de um metro. O sedimento apresenta composição textural média, com predominância de areias e a batimetria é formada por isóbatas suave com profundidades que variam entre 10 metros (Savi, 2007; Fonseca *et al.*, 2011, da Motta *et al.*, 2018).

O quebra-mar do Porto do Forno produz uma menor circulação hidrodinâmica dentro da Enseada dos Anjos, formando microhabitats com características

sedimentológicas diferentes dentro dessa área. Esta formação propicia o aparecimento de espécies com hábitos alimentares diversos, desde animais depositívoros que se alimentam de matéria orgânica adsorvida no sedimento, suspensívoros e carnívoros. Desta forma, foram escolhidas três estações a fim de se obter o maior número de poliquetas com diferentes hábitos alimentares: Cais (22°58'20''S e 42°00'59''O), Hotel (22°58'33''S e 42°01'00''O) e Tayo (22°58'38''S e 42°00'49''O) (**Fig. 1**).

Figura 1: Estações de coleta na Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo – RJ, Brasil.



Fonte: Adaptado do Google Earth e Carta Náutica Nº 1503, confeccionada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

2.2 Amostragem

As amostragens foram realizadas a cada três meses, de fevereiro de 2017 a maio de 2018, totalizando seis coletas. O substrato inconsolidado foi coletado com um pegador Van Veen, com área de 0,1m², em triplicata. As saídas de campo foram realizadas com apoio da embarcação “Anchoa” do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM).

O sedimento para retirada dos organismos foi armazenado em sacos plásticos devidamente etiquetados, e os organismos fixados em formalina entre 4 e 10% para posterior triagem em laboratório. A triagem e a análise foram realizadas nos laboratórios úmido e de microscopia da Divisão de Oceanografia Biológica do IEAPM.

Para a retirada dos poliquetas, o sedimento foi cuidadosamente lavado em uma série de peneiras, com abertura de malha de 2,0, 1,0 e 0,5 mm, em água corrente. Após a passagem pelas peneiras, os organismos foram transferidos para uma bandeja, separados manualmente com o auxílio de uma pinça e conservados em álcool 70%.

Sob um microscópio binocular estereoscópico (Zeiss SteREO Discovery.V8), os poliquetas foram separados em grupos tróficos (suspensívoros, depositívoros, carnívoros e onívoros) e pesados. Os grupos tróficos que obtiveram o peso úmido maior que 2g (carnívoros e depositívoros) tiveram os conteúdos de proteínas, a partir da concentração de nitrogênio total, e de minerais determinados (**Tab. 1**) e enviados para análise no Laboratório de Físico-Química da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

Tabela 1: Abundância e Biomassa dos grupos funcionais de alimentação, separados por hábitos alimentares.

Hábito Alimentar	Abundância (ind.)	Peso Úmido (g)
Suspensívoros	30	0,04
Onívoros	249	0,06
Carnívoros	200	2,06
Depositívoros	1821	2,82

2.3 Determinação de Proteínas

A quantificação de proteínas foi realizada a partir da concentração de nitrogênio total dos organismos. O Nitrogênio total das amostras foi determinado segundo a AOAC (2000), em triplicata, pelo método semi-micro Kjeldahl ($N \times 6.25$) (método

928.08). 1 g de amostra foi digerido em 6 mL de ácido sulfúrico puro durante 8 horas, em capela de exaustão de gases, com auxílio de uma mistura catalisadora (sulfato de cobre + selenito de sódio + sulfato de sódio). O material digerido foi transferido para um equipamento Kjeldahl para destilação com hidróxido de sódio a 50% com auxílio de um indicador colorimétrico (verde de bromocresol + vermelho de metila + ácido bórico). O destilado foi titulado com HCl 0,1 N até virada de cor (rosa/lilás). O cálculo do N total foi realizado de acordo com a seguinte equação:

$$\% \text{ NT} = (\text{volume de HCL} \times 0,01\text{N} \times 1,4) / \text{peso da amostra}$$

Para determinar a concentração de proteínas foi realizado o produto da porcentagem de N total pela constante 6,25.

2.4 Determinação de minerais

A determinação dos elementos foi baseada no método descrito na norma EN 15763:2009, e no procedimento técnico em uso no Laboratório de Físico-química da Embrapa, com digestão em forno micro-ondas (CEM, MARS 5, França). Pesou-se cerca de 1,0 g da amostra para os vasos de digestão, adicionou-se 5,0 mL de ácido nítrico supra puro (65% v/v), selou-se o vaso e colocou-se o mesmo no microondas, selecionando-se o programa para digestão (temperatura de 210 °C, durante 15 minutos, a uma pressão de 350 psi). Após a digestão, as amostras foram transferidas com o auxílio de uma pisseta contendo água ultra pura para balão volumétrico de 25 mL.

As amostras digeridas foram analisadas por espectrometria de massa (ICP-OES, Thermo Elemental, X-Series, Reino Unido). A calibração foi feita usando-se soluções padrão certificadas. Os resultados foram expressos em mg/kg e quantificados pelo software do equipamento, utilizando-se o peso inicial da amostra e o volume final como referências.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conteúdo de proteína nos poliquetas dos dois grupos tróficos variou em torno de 6g/100g, sendo maior nos animais depositívoros que nos carnívoros (**Tab. 2**). Os resultados diferem com os encontrados na literatura, sendo mais próximos aos de Palmer e colaboradores (2014), em *Perinereis helleri* cultivado em filtros de areia com suplementação pela alga marinha *Enteromorpha prolifera*, que encontrou valores de proteína próximos a 13g/100g. Quando cultivado em filtros de areia utilizados no tratamento de água residual de cultivo de camarões e peixes com suplementação de ração, essa mesma espécie apresentou cerca de 10g/100g de nitrogênio total, o que representa uma concentração aproximada de 60g de proteína a cada 100g de biomassa.

Tabela 2: Composição de nitrogênio total (g/100g), proteína (g/100g) e minerais (mg/kg) em pool de poliquetas carnívoros e depositívoros.

Hábito Alimentar	N Total	Proteína	Sódio	Potássio	Magnésio	Cálcio	Manganês	Ferro	Zinco	Cobre	Fósforo
Carnívoros	1,01	6,31	55,79	36,41	124,61	3119,01	3,03	261,00	32,37	7,18	708,58
Depositívoros	1,11	6,94	84,49	31,63	218,97	6999,51	4,69	586,79	26,62	6,20	626,19

Esse valor, apresentado pelos animais cultivados com suplementação de água residual de viveiro de camarões e peixes, também foi observado por Wang e colaboradores (2019) na espécie *Hediste diversicolor*. Tanto em animais selvagens (60g/100g) quanto em animais cultivados com diferentes tipos de suplementação alimentar (água residual de fazenda de salmões (55g/100g), microalgas (54g/100g), ração de peixe (54g/100g) e uma mistura de suplementos (58g/100g).

Jayaseelan e colaboradores (2021) encontraram valores de proteínas nas espécies selvagens *Perinereis cultrifera* (53.62 g), *Glycera* sp (50.50 g) e *Nereis virens* (49.04 g) semelhantes aos de Wang *et al.* (2019). Todas as espécies apresentadas pelos autores pertencem à Família Nereididae, com exceção a *Glycera* sp. (Família Glyceridae). Indivíduos da família Nereididae possuem hábito onívoro, alimentando-se tanto de fontes vegetais (algas) como de fontes animais e matéria orgânica do substrato. *Glycera* é um indivíduo carnívoro, apresentando faringe eversível

mandibulada com quatro dentes. É possível perceber que indivíduos com hábitos mais depositívoros apresentam maior concentração de proteínas em sua biomassa quando comparados a indivíduos que possuem outros tipos de fontes alimentares.

Os minerais que apresentaram maior concentração foram cálcio, fósforo, ferro e magnésio (**Tab. 2**). Cálcio foi encontrado em maior quantidade nos depositívoros (6.999,51 mg) que nos carnívoros (3.119,01 mg). Esses valores foram muito maiores aos encontrados por Palmer *et al.*(2014) em *P. helleri* (~350 mg) e por Jayaseelan e colaboradores (2021) em *Glycera sp* (840.3 mg), *N. virens* (560.7 mg) e *P. cultrifera* (250.6 mg). Fósforo foi maior nos carnívoros (708 mg), seguido dos depositívoros (626 mg). Palmer e colaboradores (2014) encontraram valores de fósforo aproximados a 1.600 mg com a suplementação de alga marinha. Os valores de ferro foram maiores nos depositívoros (586 mg) em relação aos carnívoros (261 mg). Palmer *et al.* (2014) encontraram em seu cultivo números próximos a 100mg e quando os animais tiveram suplementação de alga marinha, a concentração de ferro chegou a 200 mg. Os valores de ferro encontrados por Jayaseelan e colaboradores (2021) foram: 40.21 mg em *P. cultrifera*, 30.46 mg em *Glycera sp* e 10.90 mg em *N. virens*. Magnésio teve maior concentração em depositívoros (218 mg) que em carnívoros (124 mg). O conteúdo de magnésio encontrado por Jayaseelan *et al.* (2021) foi oposto ao encontrado nesse estudo, o poliqueta carnívoro *Glycera sp* apresentou 250.7 mg, enquanto os onívoros *N. virens* e *P. cultrifera*, apresentaram 17.32 mg e 12.9 mg, respectivamente. *P. helleri* teve uma concentração de magnésio aproximada de 1.000 mg (Palmer *et al.*, 2014). Os valores muito baixos de potássio e sódio diferem dos encontrado na literatura que variam cerca de 3.000 mg e 5.000 mg em *P. helleri*, respectivamente. Nas três espécies estudadas por Jayaseelan *et al.* (2021), o conteúdo de sódio foi aproximadamente de 1.500 mg e o de potássio foi de 2.000 mg para o carnívoro *Glycera sp* e de 900 mg para os onívoros *N. virens* e *P. cultrifera*.

Apesar de alguns minerais apresentarem padrões com os hábitos alimentares, a disponibilidade dessas substâncias no ambiente parece ser um fator determinante para a sua concentração na biomassa dos animais. De acordo com Wang e colaboradores (2021), os poliquetas são reconhecidos por acumular minerais do meio ambiente, sendo eficientes na reciclagem de fósforo, manganês, cálcio, cobre e outros microminerais como chumbo e zinco. Por isso, também são adequados para o

monitoramento de contaminantes. Ademais, dada essa eficiência, os poliquetas passam esses componentes minerais aos níveis mais elevados da cadeia trófica.

5 CONCLUSÃO

Os poliquetas são um importante grupo da macrofauna bentônica e participam da cadeia trófica, assimilando importantes nutrientes que ficam disponíveis para os níveis superiores. No cultivo de peixes e camarões de valor econômico, eles formam uma das principais fontes de alimento nas fases iniciais da vida desses animais, assim como em sistemas extensivo e semi-intensivo. Foi observado que os compostos bioquímicos dos poliquetas podem variar a partir do tipo de fonte alimentar e da disponibilidade de nutrientes minerais encontrados no meio ambiente. A concentração de proteínas foi maior quando espécies de hábito onívoro foram alimentadas com material orgânico do que com suplementação de algas marinhas. O mesmo foi observado nesse estudo, onde o pool de espécies depositóvoras apresentou uma quantidade maior de proteínas. Os minerais que se destacaram em maior quantidade foram cálcio, fósforo, ferro e magnésio, sendo o fósforo encontrado em valores maiores em animais de hábito carnívoro e os demais minerais ocorreram em concentrações mais elevadas em animais de hábito depositívoro. Contudo, a disponibilidade desses minerais no meio ambiente parece ser determinante para a sua concentração na biomassa dos espécimes.

6 REFERÊNCIAS

- ALVES, G.; DALBEN, A. & HANAZAKI, N. Gênero *Diopatra*: dados etnobiológicos da Baía da Ilha de Santa Catarina, 181–192. In: Mauricio Cantor; Luiz C. P. Macedo-Soares & Natalia Hanazaki. (Org.). **Ecologia de Campo na Lagoa do Peri**. Florianópolis: PPG Ecologia UFSC. 193p. 2010.
- AMARAL, A. C. Z. & JABLONSKI, S. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadiversidade**, 1(1): 43–51. 2005.
- AMARAL, A. C. Z. & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. B (Eds.). **Biodiversidade bentônica da região Sudeste-Sul do Brasil, plataforma externa e talude superior**. Instituto Oceanográfico – USP. São Paulo. 216p. 2004.

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 17th ed. Gaithersburg, 2000. 937 p.
- BAZÁN, M.; GÁMEZ, S. & REYES, W. E. Rendimiento reproductivo de hembras de *Cryphiops caementarius* (Crustacea: Palaemonidae) mantenidas con alimento natural. **Revista Peruana de Biología**, 16(2): 191- 193. 2009.
- DA MOTTA, P. R.; NETTO, L. R.; BASTOS, E. B.; PEREIRA, T. G. & BULHÕES, E. M. R. Distribuição e transporte de sedimentos costeiros exemplos em Arraial do Cabo, RJ. **Revista Brasileira de Geomorfologia (Online)**, São Paulo, 19 (2): 341-358. 2018.
- DORIA, J. G. **Uma simplificação das guildas funcionais de alimentação de Polychaeta**. 2013. 66p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.
- FAUCHALD, K. & JUMARS, P. A., The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. **Oceanography and Marine Biology – An Annual Review**, 17: 193–284. 1979.
- FONSECA, R. B. M.; CASTRO, J. W. A.; SILVA, A. C.; SEOANE, J. C. S. Variação batimétrica e morfológica do banco de areia “sandbar” Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. **XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA**, 1 (1). 2011.
- JAYASEELAN, B.; ADIKESAVAN, P. & CHELLADURAI, S. A comparative study on the nutritional value of three Polychaete species used in Shrimp. **Aquaculture Sustainability, Agri, Food and Environmental Research**, (ISSN: 0719-3726), 9(4): 526-538, 2021.
- JUMARS, P. A.; DORGAN, K. M. & LINDSAY, S. M. Diet of worms emended: an update of polychaete feeding guilds. **Annual Review of Marine Science**, 7: 497–520. 2015.
- MANOKARAN, S; KHAN, S; A.; LYLA, S.; RAJA, S. & ANSARI, K. G. M. T. Feeding guild composition of shelf macrobenthic polychaetes of southeast coast of India. **Tropical Zoology**, 26(3): 120–139. 2013.
- NUNES, A. J. P & PARSONS, G. J. Size-related feeding and gastric evacuation measurements for the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis*. **Aquaculture**, n. 187, p. 133-151. 2000.

- NUNES, A. J. P. Alimentação para camarões marinhos – Parte II. **Panorama da Aquicultura**, v. 63 n. 11, p 13-23. 2001.
- NUNES, A. J. P.; GASTEIRA, T. C. V. & GODDARD, S.. Food ingestion and assimilation by the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. **Aquaculture**, n. 149, p. 121-136. 1997
- OLIVE, P. J. W. Polychaeta as a world resource: a review of patterns of exploitation as sea angling baits and the potential for aquaculture based production. In: J.-C. DAUVIN , L. LAUBIER & D.J. REISH (Eels), **Actes de la 4eme Conference Internationale des Polychetes**. Mem. Mus. narn. Hist. nat., 162: 603-610. Paris. 1994.
- PALMER, P. J.; WANG, S.; HOULIHAN, A. & BROCK, I. Nutritional status of a nereidid polychaete cultured in sand filters of mariculture wastewater. **Aquaculture Nutrition**, 2014. doi: 10.1111/anu.12129.
- PALMER. P. J. Polychaete-assisted sand filters. **Aquaculture**, 306: 369–377. 2010.
- RANGEL, L. F. C. M. S. **Parasitas metazoários de Polychaetas (*Nereis diversicolor* e *Diopatra neapolitana*) da Ria de Aveiro**. 2005. 88p. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Porto, Porto. 2005.
- SAVI, D. C. Erosão e acresção costeira na Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo, RJ. **Revista Brasileira de Geofísica**, 25(1): 91-99. 2007.
- SOBRINHO, D. C. **Estudo do crescimento, estabilidade física, química e termogravimétrica com rações para camarão marinho *Litopenaeus vannamei***. 2011. 84p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa/PB, 2011.
- SUKUMARAN, S. & DEVI, K. S. Polychaete diversity and its relevance in the rapid environmental assessment of Mumbai Port. **Current Science**, 97(10). 2009.
- WANG, H.; SEEKAMP, I.; MALZAHN, A.; HAGEMANN, A.; CARVAJAL, A. K.; SLIZYTE, R.; STANDAL, I. B.; HANDA, A. & REITAN, K. I. Growth and nutritional composition of the polychaete *Hediste diversicolor* (OF Muller, 1776) cultivated on waste from land-based salmon smolt aquaculture. **Aquaculture**, 502: 232–241. 2019.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A captura de poliquetas pela indústria da pesca tem sido feita de forma exploratória no meio ambiente e é pouco sustentável. A produção desses organismos em cativeiro é inicial e de difícil estabelecimento e manutenção. Os poliquetas possuem uma rápida resposta às variações ambientais e a taxa de sucesso em processos reprodutivos, em cativeiro, varia de 1% a 99%. Compreender a sua forma de vida no ambiente natural, seu hábito funcional e as respostas às variações ambientais são de extrema importância para o avanço de estudos envolvendo o cultivo de poliquetas.

Arraial do Cabo é uma região bastante estudada devido ao fenômeno da ressurgência, o qual aumenta a produtividade primária marinha e desencadeia uma série de processos biológicos. Porém, a porção interna da Enseada dos Anjos possui poucos dados levantados, com pontos de estudo em dois dos nove trabalhos que envolvem poliquetas ou a macrofauna bentônica.

A Enseada dos Anjos tem o infralitoral inconsolidado estruturado principalmente pela granulometria dos grãos, onde a variação dos tamanhos finos (lama e areia fina) a grosseiros (areia média e areia grossa) é observada ao longo do gradiente Cais – Hotel – Tayo. A intensidade e a direção do vento influenciam nas correntes marinhas que entram na área, afetando principalmente a estação Hotel.

A estação Cais apresentou diferença significativa na composição e densidade média de poliquetas em relação às demais estações estudadas. Fato este que pode ser explicado pela maior concentração de matéria orgânica e pela proteção desta área da intensidade do vento nordeste feita pelo quebra-mar do Porto do Forno. A espécie mais representativa, nessa estação, foi o cirratulídeo *Aphelochaeta* sp. As espécies de maior densidade na Enseada dos Anjos foram o spionídeo *P. dayi* e o ophelídeo *A. agilis*, ambos encontrados nas estações Hotel e Tayo, com uma densidade relativa de aproximadamente 20%. A granulometria foi a variável ambiental mais correlacionada ao padrão de distribuição das espécies de poliqueta.

Os poliquetas foram classificados em 13 grupos funcionais de alimentação, onde o grupo trófico de maior representatividade foi depositívoros de superfície. Os grupos tróficos não apresentaram variação significativa entre as estações ou entre as

condições de tempo (chuva e vento). Contudo, observou-se que os ventos fortes podem estar relacionados à presença dos depositívoros de superfície no ambiente.

Com relação aos parâmetros bioquímicos analisados, os depositívoros apresentam a quantidade de proteínas maior que a dos carnívoros e também a concentração de alguns minerais, como sódio, cálcio, manganês e ferro. Os carnívoros tiveram a quantidade de fósforo e potássio maior que a dos depositívoros.

Uma vez que os poliquetas possuem uma resposta rápida às variações ambientais ou de cultivo, em ambientes controlados, o estudo aponta que a criação de mais de uma espécie do mesmo grupo trófico pode ser uma alternativa para as monoculturas de espécies de poliqueta, principalmente aquelas relacionadas à produção de animais para serem consumidos como alimento vivo ou para biorremediação em tanques de areia em efluentes da maricultura.

Estudos de reprodução, comportamento dessas espécies relacionadas às variações ambientais e a análise de outros componentes bioquímicos precisam ser realizados para elucidar melhor as questões sobre a produção e sustentabilidade comercial para o uso de poliquetas como um produto voltado à maricultura.