



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

ALEXSANDRA CAVALCANTE SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DA NEMATOFUNA NO TALUDE DA BACIA DO
ESPÍRITO SANTO, BRASIL**

RECIFE

2019

ALEXSANDRA CAVALCANTE SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DA NEMATOFAUNA NO TALUDE DA BACIA DO
ESPÍRITO SANTO, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Área de Concentração Ecologia, da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Orientador: Prof^o Dr. Giovanni Amadeu Paiva dos Santos

Coorientador: Prof^o Dr. André Morgado Esteves

**RECIFE
2019**

Catálogo na fonte:
Bibliotecário Bruno Márcio Gouveia - CRB-4/1788

Silva, Alexsandra Cavalcante
Caracterização da nematofauna no talude da bacia do Espírito
Santo, Brasil / Alexsandra Cavalcante Silva. – 2019.

93 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Giovanni Amadeu Paiva dos Santos.

Coorientador: Prof. Dr. André Morgado Esteves.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro
de Biociências. Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Recife,
2019.

Inclui referências e apêndices.

1. Nematoda. 2. Bacias hidrográficas – Brasil. 3. Taxonomia. I Santos,
Giovanni Amadeu Paiva dos (Orientador). II. Esteves, André Morgado
(Coorientador). III. Título.

577

CDD (22.ed.)

UFPE/CB – 2019 - 329

ALEXSANDRA CAVALCANTE SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DA NEMATOFAUNA NO TALUDE DA BACIA DO ESPÍRITO
SANTO, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Área de Concentração Ecologia, da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Aprovada em: 25/02/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof^o Dr. Giovanni Amadeu Paiva dos Santos (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o Dr. Paulo Jorge Pereira dos Santos (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o Dra. Fabiane Gallucci (Examinadora Externa)

Universidade Federal de São Paulo

Prof^o Dr. Gustavo Fernandes Camargo Fonseca (Examinador Externo)

Universidade Federal de São Paulo

Dedico aos meus avós (Mainha e Painho)
por me criarem e me formarem.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a todos que de alguma forma me ajudaram na construção desse trabalho, pois sem a ajuda de vocês seria impossível a realização do mesmo.

A minha avó Bernadete que me criou com todo amor e carinho, a minha tia Flávia que me incentivou e foi meu pilar para seguir na vida acadêmica.

A minha mãe Fabricia e pai Paulo pelo dom da vida e ao meu avô por me aguentar nas discussões de política.

Ao meu padrasto Marcelo por ter me ensinado muito (principalmente a dirigir kk), ao meu irmão e cúmplice Bruno e minha afilhada Maria Luísa, por serem luz e o amores da minha vida.

Ao meu orientador Dr. Giovanni Amadeu Paiva dos Santos que me acolheu desde o início da graduação, tendo papel importantíssimo na minha formação acadêmica. Por toda paciência, pelos dias de ensinamento, apoio pessoal e profissional nesses seis anos de LACIMME.

Ao meu co-orientador Dr. André Morgado Esteves que me abrigou e me ajudou de diversas formas na minha vida acadêmica, sempre solícito a responder qualquer dúvida e ajudar diante qualquer problema. Por ter sido meu orientador no PIBIC e me ajudado a ingressar no meio científico.

Aos meus colegas e professores de mestrado, que muito tiveram para me ensinar, em especial Rafaella (Paola kkk), Renata (Natinha), Leonardo, Rodrigo e Katherine.

As minhas amigas e irmãs de coração Tayná, Lais, Leticia e Stephane que estiveram comigo e sempre me ajudaram, apoiaram, incentivaram e me fortaleceram.

As minhas amigas de vida Gabriela, Brenda e Amélia, por estarem comigo em todos esses anos de amizade e companheirismo.

As minhas quatro “filhas” que me proporcionaram momentos maravilhosos e de risadas em nossas reuniões sempre divertidas. Driely com sua calma e

tranquilidade sempre, Ana Luiza com seu riso contagiante e ter sido um anjo me ajudando, Amanda com sua voz que faz ressoar e Débora minha filha com guarda compartilhada.

Aos meus amigos e colegas de trabalho da família LACIMME que estiveram presentes em todos os momentos e me ajudaram de forma inestimável. Em especial Renan (o que sempre me fazia rir), Fernanda sempre com sua alegria, Daniel e sua complexidade, Raianne (por ser minha modelo), Flávia por sua calma e amor sempre, Camila por suas sobremesas, a Mirele, Bruno e Aline por fazerem parte da nossa família.

Ao projeto AMBES coordenado pela PETROBRAS que nos permitiu o estudo do material.

A banca examinadora que se dispôs a examinar minha dissertação e ajudar a melhorá-la.

Trazemos, dentro de nós, o mundo físico, o mundo químico, o mundo vivo, e , ao mesmo tempo, deles estamos separados por nosso pensamento, nossa consciência, nossa cultura.

(MORIN, 2012)

RESUMO

Com o intuito compreender a relação entre a biodiversidade (utilizando nematoides marinhos) e o funcionamento ecossistêmico em função da variação de profundidade e distribuição regional, foi realizado no talude continental, da bacia do Espírito Santo, duas campanhas amostrais (janeiro e fevereiro de 2011 e junho de 2013) em profundidades de 400m, 1000m, 1900m, 2500m e 3000 m (metros) de profundidade, em cinco transectos perpendiculares a costa. Mais de 200 gêneros de nematoides foram encontrados para toda a região de talude, demonstrando alta diversidade taxonômica, quando comparada a bacias oceânicas adjacentes e outras regiões de mar profundo do globo. Para esta variação de profundidade aqui estudada, duas composições de comunidades foram constituídas: região de talude superior, com *Sabatieria*, *Cervonema* e *Daptonema* como representantes e talude inferior composto *Acantholaimus* e *Thalassomonhystera*; separadas pela profundidade intermediária (1900m) e influenciadas pelas variáveis ambientais. As comunidades demonstraram pouca variação da diversidade com a profundidade, permanecendo-se estável funcionalmente em todo o estudo. A composição trófica demonstrou homogeneidade, sendo basicamente constituída por detritívoros (1A e 1B), nos dois períodos amostrais e a comunidade é formada em grande parte por nematoides c-p3, o que demonstrou valores considerados “estáveis” para o índice de maturidade (MI). As comunidades também apresentaram padrões de distribuição quando relacionadas as variáveis ambientais, sendo a matéria orgânica, temperatura e frações de areia os que mais influenciaram significativamente nas comunidades. O gênero *Acantholaimus* demonstrou ser abundante nas maiores profundidades, corroborado com estudos anteriores. Com um total de 23 espécies identificadas e uma nova espécie descrita, a diversidade aqui encontrada deste gênero, corresponde a 55% de toda a biodiversidade do gênero.

Palavras-chave: Mar profundo. Nematoda. Talude. Variáveis ambientais. Oceano Atlântico.

ABSTRACT

In order to understand the interaction between biodiversity (using marine nematodes) and ecosystem functioning in a bathymetric and regional gradients, two sample campaigns (January/February 2011 and June of 2013) of sedimentary and abiotic collections in isobaths of 400m, 1000m, 1900m, 2500m and 3000 m (meters) of depth, in five transects perpendicular to the Brazilian coast. More than 200 genera of nematodes were found throughout the slope region, demonstrating high taxonomic diversity when compared to adjacent ocean basins and other deep sea regions of the globe. For this variation of depth studied here, two compositions of communities are constituted: upper slope region, with *Sabatieria*, *Cervonema* and *Daptonema* as representatives and lower slope composed *Acantholaimus* and *Thalassomonhystera*; separated by the intermediate depth (1900m) and influenced by environmental variables. The communities showed low variation in diversity with depth, remaining functionally stable throughout the study. The trophic composition showed homogeneity, being basically constituted by detritivores (1A and 1B), in the two sample periods and the community is formed largely by c-p3 nematodes, which demonstrated values considered "stable" for the maturity index (MI). The communities also presented distribution patterns when related to the environmental variables, being the organic matter, temperature and sand fractions the ones that most influenced significantly in the communities. The genus *Acantholaimus* has been shown to be abundant at the deepest depths, corroborated by previous studies. With a total of 23 species identified and a new species described, the diversity found here corresponds to 44% of all the richness already described in the taxonomic literature of the genus.

Key-Words: Deep sea. Nematode. Slope. Environmental variables. Atlantic ocean

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração representativa das divisões oceânicas. Fonte: O próprio autor, seguindo Castro (2012).....	19
Figura 2 - Mapa representativo das batimétricas encontradas na Bacia do Espírito Santo. Fonte: PETROBRAS.....	21
Figura 3 - Ilustração das morfologias bucais de nematoides, segundo classificação de Wieser. Fonte: Adaptação de Wieser (1953).	23
Figura 4 - Machos de <i>Acantholaimus arthrochaeta</i> seguindo Mijultina e colaboradores (MILJUTINA; MILJUTIN; TCHESUNOV, 2013): a) holótipo; b) porção posterior; c) região anterior; e) espícula; f) espícula do parátipo; g) espermatozoide. Escalas: a= 200 µm; b, d-g = 20 µm e c= 50 µm.	27
Figura 5 - Mapa batimétrico. Área de amostragem na Bacia do Espírito Santo, demonstrando as cinco profundidades estudadas, onde: 400 (05); 1000 (06); 1900 (08); 2500 (09) 3000(10). Apontando os cinco transectos selecionados para o estudo (A, B, C, D e E). Fonte: Software Qgis 3.4.4.	28
Figura 6 - Ilustração representativa de (A) amostrador box corer, foto detalhada dos minicorer subamostrando o testemunho para análise da nematofauna e estratificação com retirada dos 5 primeiros cm de um minicorer de 50 cm ² (C). Fonte: Adaptado de CENPES e Silva (SILVA, 2015).....	29
Figura 7 - Densidade média e desvio padrão da densidade de nematoides na (a) primeira e (b) segunda campanha.	35
Figura 8 - Valores percentuais (%) das famílias de nematoides com o maior número de gêneros encontrados nas diferentes profundidades (400, 1000, 1900, 2500 e 3000 m) e campanhas amostrais de 2011 (1) e 2013 (2).	37
Figura 9 - Escalonamento Multidimensional não Métrico (nMDS) baseado no teste de similaridade Bray-Curtis, a partir da combinação dos fatores “profundidade” e “campanha”, demonstrando a distribuição das comunidades de nematoides ao longo de um perfil batimétrico, na primeira (A) e segunda (B) campanha. Com as determinadas combinações: 400m (▲- verde); 1000m (▼- azul marinho); 1900m (■ – azul); 2500m (◆- vermelho) e 3000m (• - rosa).....	41
Figura 10 - Valores percentuais dos grupos tróficos de nematoides encontradas nas quatro profundidades estudadas (400, 1000, 1900, 2500 e 3000 m) das campanhas amostrais de 2011 (1) e 2013 (2).	43
Figura 11 - Valores de média e desvio-padrão da biomassa de nematoides nos transectos estudados (A, B, C, D, E) e profundidades investigadas (400, 1000, 1900, 2500 e 3000m).	47

Figura 12 - Análise de principais componentes (PCA), demonstrando os componentes de eixo, com vetorização das variáveis ambientais nas profundidades de 400 (▲ - verde) ,1000 (▼ - azul marinho), 1900 (■ - azul) e 2500 (◆ - vermelho) e 3000m (● - rosa).....	51
Figura 13 - Gráfico de redundância baseada em distância (dbRDA), demonstrando o modelo de DISTLM baseado nos dados de comunidades de nematoides nas profundidades de 400 (▲ - verde) ,1000 (▼ - azul marinho), 1900 (■ - azul) e 2500 (◆ - vermelho) e 3000m (● - rosa) e variáveis ambientais ajustadas com seus vetores.	53
Figura 14 - Abundância total das cinco espécies do gênero <i>Acantholaimus</i> que apresentam maior dominância entre as profundidades estudadas.....	54
Figura 15 - Abundância total de todas as espécies de nematoides do gênero <i>Acantholaimus</i> identificadas na (A) 1ª Campanha e (B) 2ª Campanha.....	55
Figura 16 - Análise de redundância baseada na distância (dbRDA), demonstrando a distribuição de <i>Acantholaimus</i> ao longo de um perfil batimétrico com as determinadas combinações: 400m (▲ - verde); 1000m (▼ - azul marinho); 1900m (■ - azul); 2500m (◆ - vermelho) e 3000m (● - rosa).....	56
Figura 17 - <i>Acantholaimus</i> sp nov: (A) Habitus da sp.; (B) Região anterior (dentes); (C) Região anterior (seta indicando a presença da fovea amphidialis); (D) Região posterior (cutícula e região proximal da cauda, Cônica) e (E) Região posterior (Caudal cônica-filiforme). Fotos: Alex Manoel da Silva.	62
Figura 18 - Sistema reprodutor de <i>Acantholaimus</i> sp nov, setas indicando a presença de: (A) espermatozoides; (B) Espícula; (C) Gubernaculum e (D) ovários e vulva. Fotos: Alex Manoel da Silva	63
Figura 19 - <i>Acantholaimus</i> sp nov: Região anterior (A) faringe; seta indicando a presença da (B) cavidade bucal, dentes, folders e (C) Cerdas cervicais, cerdas labiais externas, cerdas somáticas. Fotos: Alex Manoel da Silva.....	64
Figura 20 - Imagens ilustrativas das espículas do gênero <i>Acantholaimus</i> , presentes na revisão de Miljutin e colaboradores (2016).....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Descrição da classificação funcional de estratégia de vida (onde: c = colonizador e p = persistente), seguindo Bongers e Bongers (1998)	24
Tabela 2- Dados da análise multivariada por permutações (PERMANOVA), revelando os valores de significância das densidades a partir de um teste de pareamento (Pair-wise) entre as profundidades de 400, 1000, 1900, 2500 e 3000m.....	36
Tabela 3- Dados da análise multivariada por permutações (PERMANOVA), revelando os valores de significância a partir de um teste de pareamento (Pair-wise) entre os transectos analisados.....	36
Tabela 4- Valores percentuais (%) das famílias e gêneros que apresentaram maior dominância nas campanhas e profundidades amostradas.	38
Tabela 5- Número de gêneros encontrados por profundidades e campanhas amostrais.	40
Tabela 6- Dados da análise multivariada por permutações (PERMANOVA), revelando os valores de significância a partir de um teste de pareamento (Pair-wise) entre as profundidades de 400, 1000, 1900, 2500 e 3000m na primeira e segunda campanha.	40
Tabela 7- Dados da análise multivariada por permutações (PERMANOVA), revelando os valores de significância a partir de um teste de pareamento (Pair-wise) entre as transectos da primeira e segunda campanha.....	42
Tabela 8- Dados da análise multivariada de similaridade de porcentagem (SIMPER), demonstrando as principais dissimilaridades entre as comunidades de nematoides nas profundidades e períodos amostrais deste estudo.....	42
Tabela 9- Dados da análise multivariada por permutações (PERMANOVA), revelando os valores de significância a partir de um teste de pareamento (Pair-wise) entre os transectos, baseada nos dados de diversidade de Shanon (H') e Magaleff (d).	44
Tabela 10- Valores dos índices de diversidade de Margalef (d) e Shanon-wiener (H'), do índice de diversidade trófica (IDT), índice de maturidade (MI), equitabilidade (J') e riqueza (R).....	44
Tabela 11- Dados da análise multivariada por permutações (PERMANOVA), revelando os valores de significância a partir de um teste de pareamento (Pair-wise) entre as profundidades, baseada nos dados de diversidade de Shanon (H') e Margalef (d).	45
Tabela 12- Dados da análise multivariada por permutações (PERMANOVA), revelando os valores de significância a partir de um teste de pareamento (Pair-wise) entre os transectos, baseada nos dados do índice de maturidade (MI).	46

Tabela 13- Dados da análise multivariada por permutações (PERMANOVA), revelando os valores de significância a partir de um teste de pareamento (Pair-wise) baseada nos dados do índice de diversidade trófica entre os transectos (IDT).	46
Tabela 14- Análise multivariada da biomassa ($\mu\text{g cm}^3$), entre as profundidades (400, 1000, 1900, 2500 e 3000m) da primeira (Verão de 2011) e segunda campanha (Inverno de 2013).....	48
Tabela 15- Valores de média (\bar{x}) e desvio padrão (DP) das variáveis ambientais (tipos de areia: areia fina, areia muito fina, areia média, areia grossa e areia muito grossa (%); tamanho médio do grão; silte; Cascalho; argila; temperatura ($^{\circ}\text{C}$); carbonato (%) e matéria orgânica (%) encontrados nas profundidades (400, 1000, 1900, 2500 e 3000m).	50
Tabela 16- Análise de modelos lineares baseados na distância (DisTLM), com a melhor resolução revelando quais variáveis ambientais são responsáveis pela distribuição da fauna encontrada nas campanhas e profundidades deste estudo.....	52
Tabela 17- Medidas de corpo de <i>Acantholaimus</i> sp nov, ver lista de abreviaturas em item 2.2. *n.v: não visível.....	61
Tabela 18- Valores do número de gêneros de nematoides encontrados em outras regiões de mar profundo pelo globo.	66

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	18
2.1 Objetivo geral	18
2.2 Objetivos específicos	18
3 REFERENCIAL TEÓRICO	19
4 MATERIAIS E MÉTODOS	28
4.1 Procedimentos de campo	28
4.2 Procedimentos laboratoriais	30
4.3 Identificação taxonômica	30
4.4 Identificação taxonômica do gênero <i>Acantholaimus</i>	31
4.5 Variáveis ambientais	32
4.6 Análise de dados.....	32
5. RESULTADOS	34
5.1 Biodiversidade de nematoides marinhos no talude de bacia tropical oceânica no Atlântico Sul	34
5.1.1 Densidade de nematoides.....	34
5.1.2 Riqueza e composição das comunidades de nematoides	36
5.1.3 Estrutura da comunidade.....	40
5.1.4 Estrutura trófica.....	42
5.1.5 Índices ecológicos	43
5.1.6 Biomassa de nematoides	47
5.1.7 Dados ambientais	48
5.1.8 Relação das variáveis ambientais com a comunidade de nematoides.....	51
5.2 Composição do gênero <i>Acantholaimus</i>	53
5.2.1 Descrição da nova espécie de <i>Acantholaimus</i>	56
5.2.2 Diagnose do gênero <i>Acantholaimus</i> (MANOEL; SILVA; ESTEVES, 2017)	58
5.2.3 <i>Acantholaimus</i> sp. nov.....	59
DIAGNOSE DIFERENCIAL	65
6 DISCUSSÃO	66
6.1 Relação da riqueza, composição, estrutura e densidade da comunidade com a profundidade	66
6.2 Influência das variáveis ambientais sobre as comunidades de nematoides	68
6.3 Diversidade funcional de nematoides no talude da Bacia do Espírito Santo.....	71
6.4 Distribuição do gênero e das espécies <i>Acantholaimus</i>	73

7 CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS	78
APÊNDICE A – DENSIDADE DA NEMATOFUNA	87
APÊNDICE B - LISTA TAXONÔMICA DOS GÊNEROS POR PROFUNDIDADE	88

1 INTRODUÇÃO

Os oceanos abrigam aproximadamente 90% dos filos existentes e constituem a maior parte da biosfera (GAMBI et al., 2017), caracterizados por uma heterogeneidade espacial, influenciando na estabilização dos processos ecológicos que dão ao planeta terra a capacidade de manutenção da vida (DANOVARO et al., 2008a). Compreender a influência da heterogeneidade espacial e seus processos sobre a biodiversidade existente nos oceanos, é um dos grandes questionamentos da ecologia marinha.

Compondo a maior parte dos oceanos e mais de 65% da superfície da terra o mar profundo é considerado o maior bioma da terra, constituindo cerca de 95% da biosfera (DANOVARO; SNELGROVE; TYLER, 2014; ROMÁN et al., 2017). Formado por profundidades acima de 200m (YUKIO; SUMIDA, 2015) e por uma heterogeneidade espacial em diferentes escalas: macro escalas que correspondem a zonas continentais de grandes extensões, abrangendo diferentes latitudes e longitudes; meso escalas que equivalem a regiões de cânions, zonas mínimas de oxigênio, fontes hidrotermais; e micro escalas com a presença de um único habitat, o mar profundo é constituído por uma versatilidade de habitats e microhabitats (ZEPILLI et al., 2016). A biodiversidade presente nestas regiões também pode variar em escalas regionais (1000 km), provinciais (100-1000km), mega habitat (1km-10 km e meso habitat (10km-1km). O tamanho da área tem demonstrando mudar consideravelmente a composição das comunidades, onde escalas relativamente grandes abrangem uma maior heterogeneidade de espécies (CRISTINA; SILVA, 2012; INGELS et al., 2011a, 2013; SILVA, 2015).

Porém os processos ecossistêmicos e a biodiversidade por muito tempo foram desconhecidos, classificando-o como um ecossistema homogêneo, pois compreendia-se mais da superfície lunar do que o próprio fundo oceânico (SNELGROVE, 1997b). Entretanto, nos últimos 50 anos devido aos avanços tecnológicos, pesquisas ampliaram e revelaram descobertas científicas sobre o mar profundo (DANOVARO; SNELGROVE; TYLER, 2014; LEVIN et al., 2001; REX; ETTER, 2010).

Atualmente existindo uma clara separação entre estudos científicos de bentos marinho em águas profundas, primeiramente para o hemisfério norte, excepcionalmente no Atlântico norte onde se concentram os maiores esforços científicos nas últimas duas décadas (DELL'ANNO et al., 2015; GAMBI; DANOVARO, 2016a; GAMBI; VANREUSEL; DANOVARO, 2003; INGELS et al., 2011b) e para o hemisfério sul, com trabalhos realizados no Pacífico (LEDUC; PROBERT; NODDER, 2010; LEVIN; HUGGETT; WISHNER, 1991) . Entretanto, com pouco mais de uma década, estudos nas águas do Atlântico sul foram iniciados (NETTO; GALLUCCI; FONSECA, 2005), demonstrando a existência de lacunas sobre o funcionamento destes ecossistemas, assim como, possíveis variações nas respostas ecológicas em áreas distintas do mesmo oceano.

Dentre os trabalhos em mar profundo, difusamente em diferentes regiões (cânions, taludes, zonas abissais, fontes hidrotermais), os nematoides demonstraram ser o táxon mais abundante e diverso da meiofauna (INGELS; TCHESUNOV; VANREUSEL, 2011; KALOGEROPOULOU; KEKLIKOGLOU; LAMPADARIOU, 2015; NEIRA et al., 2001a; NETTO; GALLUCCI; FONSECA, 2005). Os nematoides são seres diminutos que ficam retidos em malhas de 45 µm, apresentando papel fundamental nos processos ecossistêmicos (NEIRA et al., 2013). Possuem estreita relação com os ciclos biogeoquímicos, participando ativamente da remineralização de nutrientes, decomposição da matéria orgânica, servindo como alimento, além de serem considerados bons avaliadores da funcionalidade ambiental (MOEN S et al., 2013; SCHRATZBERGER; INGELS, 2017).

A dominância, riqueza e diversidade de nematoides em mar profundo por consenso demonstraram sendo influenciados pelos gradientes ambientais, processos e microhabitats (VANREUSEL et al., 2010a). Regiões de talude continental são caracterizadas como zonas de intensa perturbação, recebendo conteúdo sedimentar ressuspenso da plataforma continental, incluído detritos orgânicos e sedimentos finos. A entrada de alimento nos ambientes sedimentares tem sido demonstrada ao longo dos últimos anos como fator chave para o aumento da abundância e biomassa de nematoides (LOSI et al., 2013; SOETAERT; MUTHUMBI; HEIP, 2002; VANAVERBEKE et al., 2003).

Contudo, o aumento das profundidades oceânicas acarreta a diminuição das concentrações de matéria orgânica. Por serem zonas com redução de luz solar, impossibilitam a fotossíntese, diminuindo a produção primária (DANOVARO; SNELGROVE; TYLER, 2014), levando as comunidades de fundo a se alimentarem de matéria orgânica oriunda do decaimento da matéria gerada nas águas rasas conhecida como “neve marinha”, estas são trazidas de zonas fóticas, que variam em diferentes períodos do ano (MOENS et al., 2013).

Estes exemplos, entre outros parâmetros: a diminuição da temperatura; o aumento da pressão hidrostática; a diminuição de hidrodinâmica de fundo; menores concentrações de oxigênio, etc., geraram perguntas sobre a biodiversidade e funcionamento neste ecossistema. Contrapondo o esperado para comunidades de nematoides de mar profundo, estas regiões demonstraram apresentar uma diversidade de organismos em grandes profundidades (LINS et al., 2013; PAPE et al., 2017; VANREUSEL et al., 2010b, 2010c).

Descobertas de mar profundo preveem que com o aumento da profundidade a diversidade de nematoides sofre uma diminuição considerável (DANOVARO et al., 2008b; REX; ETTER, 2010). Relembrando que a biodiversidade e o funcionamento do ecossistema estão interligados, supomos que em diferentes escalas longitudinais alterações na biodiversidade afetariam diferentemente o funcionamento do ecossistema.

Desta forma, neste estudo testamos a hipótese nula que em uma área de talude continental da Bacia do Espírito Santo, com uma variação de profundidade de aproximadamente de 2.600m, apresentaria uma heterogeneidade espacial afetando diferentemente a biodiversidade de nematoides, conseqüentemente atingindo diretamente no funcionamento ecossistêmico. Comparando assim dois períodos amostrais em uma extensão de >1km de distância em diferentes escalas longitudinais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Caracterizar a comunidade de nematoides do talude continental da Bacia do Espírito Santo, verificando a influência de variáveis ambientais sobre a diversidade funcional e taxonômica, em cinco transectos perpendiculares a costa brasileira, entre dois períodos amostrais.

2.2 Objetivos específicos

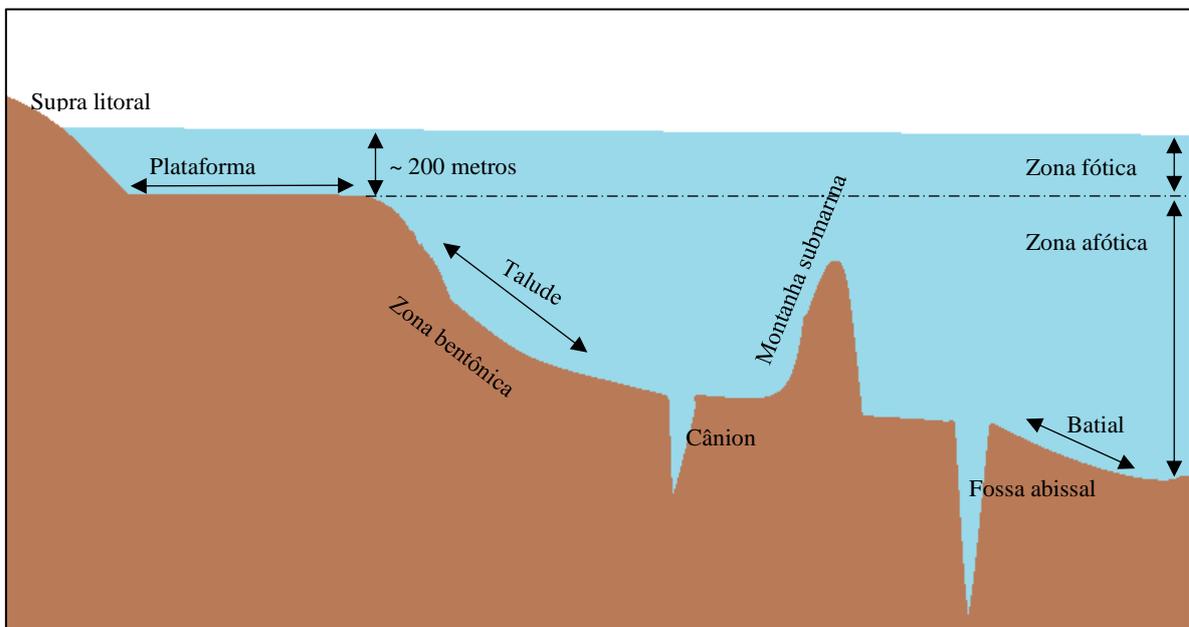
- Determinar a distribuição espacial de nematoides ao longo de uma variação batimétrica e regional (latitudinal) na região de talude da Bacia;
- Comparar a distribuição, diversidade, riqueza das comunidades de nematoides em dois períodos amostrais e sobre a influência das variáveis ambientais;
- Verificar a influência das variáveis ambientais sobre a diversidade funcional de nematoides;
- Detalhar as espécies do gênero *Acantholaimus* existentes no talude da Bacia do Espírito Santo e descrever novas espécies caso sejam encontradas;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

MAR PROFUNDO

Os oceanos abrangem inúmeras regiões, quando comparadas aos sistemas terrestres (DANOVARO; SNELGROVE; TYLER, 2014) englobando mais de 71% da biosfera, área equivalente a 361 milhões de quilômetros quadrados (SNELGROVE, 1997b). Separados por posicionamento geográfico, os oceanos são constituídos por um sistema único e contínuo, de mares e mar profundo. Formados por uma variabilidade topográfica e morfológica (plataforma continental, talude, zonas abissais e batiais, cânions, montanhas submarinas, bacias oceânicas), apresentam uma grande variabilidade batimétrica (Figura 1). Por concordância da maioria dos pesquisadores, as regiões de mar profundo são constituídas por profundidades acima de 200m, regiões estas que equivalem a quebra da plataforma continental e começo de talude continental (DANOVARO; SNELGROVE; TYLER, 2014; VANREUSEL et al., 2010a).-

Figura 1 - Ilustração representativa das divisões oceânicas. Fonte: O próprio autor, seguindo Castro (2012).



O mar profundo apresenta condições extremas para a vida, com temperaturas inferiores a 4 °C abaixo de 2000m de profundidade, pressão hidrostática chegando a 400 atm e média 4.2km de profundidade (DANOVARO; SNELGROVE; TYLER, 2014). Variação da incidência solar, com redução gradativa em zonas oceânicas mais profundas, delimitando a produção primária (VANREUSEL et al., 2010c). Zonas mínimas de oxigênio, com diminuição drástica de oxigênio alcançando concentrações inferiores a 3,6ml L⁻¹ e consequente formação de áreas com hipóxia (LEVIN et al., 2002; LEVIN; HUGGETT; WISHNER, 1991). Uma dinâmica de fluxo oriundo da plataforma continental, a com deposição de sedimentos e partículas orgânicas (DANOVARO, 2009), permitindo a distribuição dos tipos de sedimentos nas zonas oceânicas (YUKIO; SUMIDA, 2015) e a disponibilidade de alimento para a fauna.

Estas condições excepcionais permitiram a rotulação do mar profundo como um “deserto” de sedimentos, inóspito para a vida (DANOVARO; SNELGROVE; TYLER, 2014; MOENS et al., 2013). Porém, o mar profundo compõe o maior ecossistema em cobertura espacial do mundo (GAMBI; VANREUSEL; DANOVARO, 2003; SOETAERT; MUTHUMBI; HEIP, 2002; ZEPILLI et al., 2016), de importância vital participando de eventos que se enquadram na saúde e no funcionamento sustentável da biosfera e dos próprios oceanos (regulagem da temperatura, evapotranspiração, produção de O₂) (SWEETMAN et al., 2017).

As respostas hoje sabidas sobre a importância e características do mar profundo, foram dadas nos últimos 60 anos a partir de intensificados estudos que demonstraram a variabilidade de habitats de fundo (DANOVARO; SNELGROVE; TYLER, 2014; RAMALHO et al., 2014). O uso de novas tecnologias como sondas de mapeamento batimétrico, veículos operados remotamente (VOR's) e veículos submarinos automáticos (VSA's), tem permitido o detalhamento de localidades antes de difícil acesso, possibilitando a amostragem e experimentação em mar profundo (RAMIREZ-LLODRA et al., 2010).

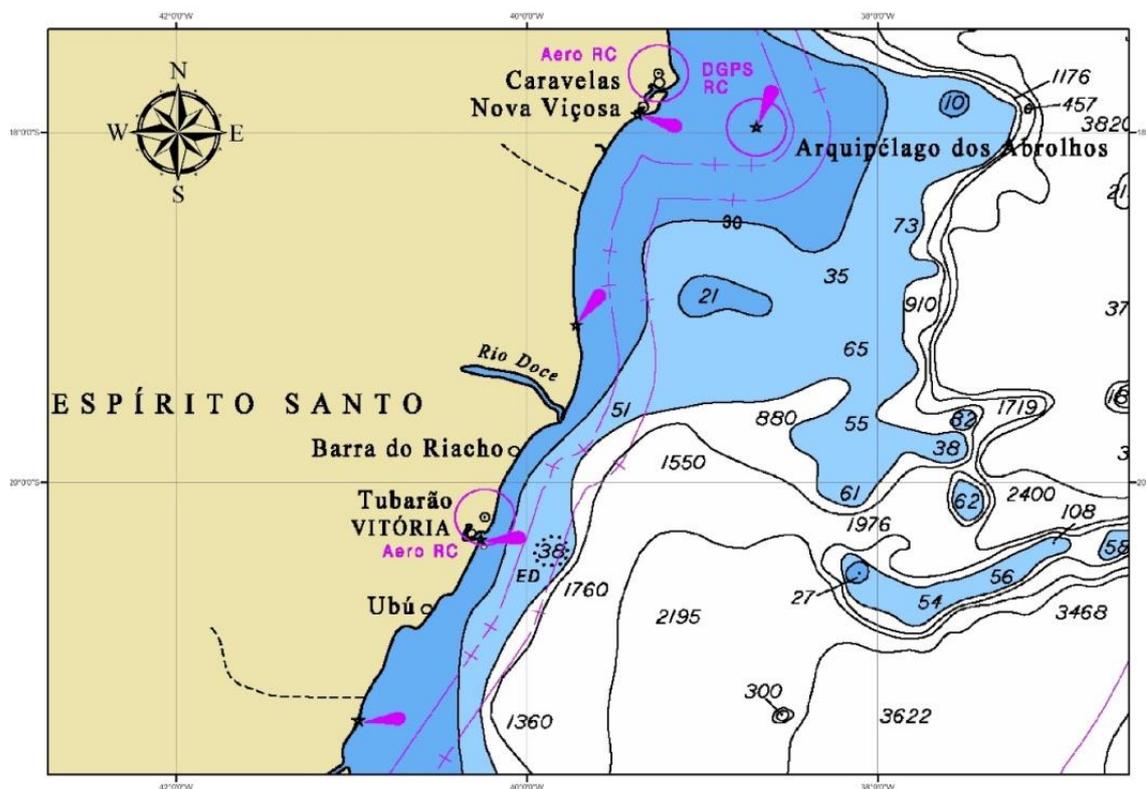
BACIA OCEÂNICA DO ESPIRITO SANTO

A Bacia do Espírito Santo teve sua formação a partir do rifteamento dos continentes Americano e Sul-africano na fragmentação de Gondwana. Situada no limiar

continental leste do Brasil, entre o sul da Bahia ($18^{\circ} 02' 22''$ S; $39^{\circ} 37' 19''$ W) até o centro-sul do estado do Espírito Santo ($20^{\circ} 27' 57''$ S; $40^{\circ} 19' 40''$) (Figura 2). Ocupa área de aproximadamente 115.200 km^2 , onde 101.880 km^2 é sua porção marinha mais desenvolvida e pouco conhecida, encontrando-se até a lâmina d'água de 3000m , além da região terrestre que se encontra na linha de costa dos estados da Bahia e Espírito Santo (FRANÇA et al., 2007).

Está limitada pelo “Alto Vitória” na Bacia de Campos, ao Sul, e ao norte pela Bacia de Mucuri, fazendo fronteira com o Complexo vulcânico de Abrolhos. Desde a década de 70 as divisões terrestre e marítima são pesquisadas, por apresentarem um grande potencial exploratório para a indústria petrolífera. Atualmente é uma das reservas de recursos petrolíferos mais importantes do Brasil e considerada um laboratório submerso para pesquisas científicas. .

Figura 2 - Mapa representativo das batimétricas encontradas na Bacia do Espírito Santo. Fonte: PETROBRAS



FILO NEMATODA: DIVERSIDADE FUNCIONAL E TAXONOMICA

O leito marinho é composto por sedimentos consolidados e não consolidados, que abrigam supostamente uma das mais ricas reservas de espécies da Terra (UDALOV; AZOVSKY; MOKIEVSKY, 2005). Recobrimo mais de 65% da superfície oceânica (DANOVARO et al., 2008b) os sedimentos marinhos acomodam metazoários que vivem parte ou todo o seu ciclo de vida no interstício (THOMAS, 2011).

Dentre os metazoários, mais abundantes e onipresentes nos sedimentos marinhos encontramos a meiofauna (do grego, “*meion*”- menor) (THIEL, 1983). Indivíduos que ficam retidos em malhas de 45µm, com características morfológicas e fisiológicas que permitiram a sua capacidade de manutenção e dispersão pelos sedimentos (SCHRATZBERGER; INGELS, 2018). Composta por mais de 20 filos de diferentes classes taxonômicas (LEASI et al., 2018), a sua maioria no sedimento marinho, é constituída por nematoides de vida livre. Cosmopolitas e com maior número de ocorrência em diferentes habitats (CERCA; PURSCHKE; STRUCK, 2018), estes organismos compreendem mais de 80%, dentre todos os metazoários marinhos (VINCX et al., 1994).

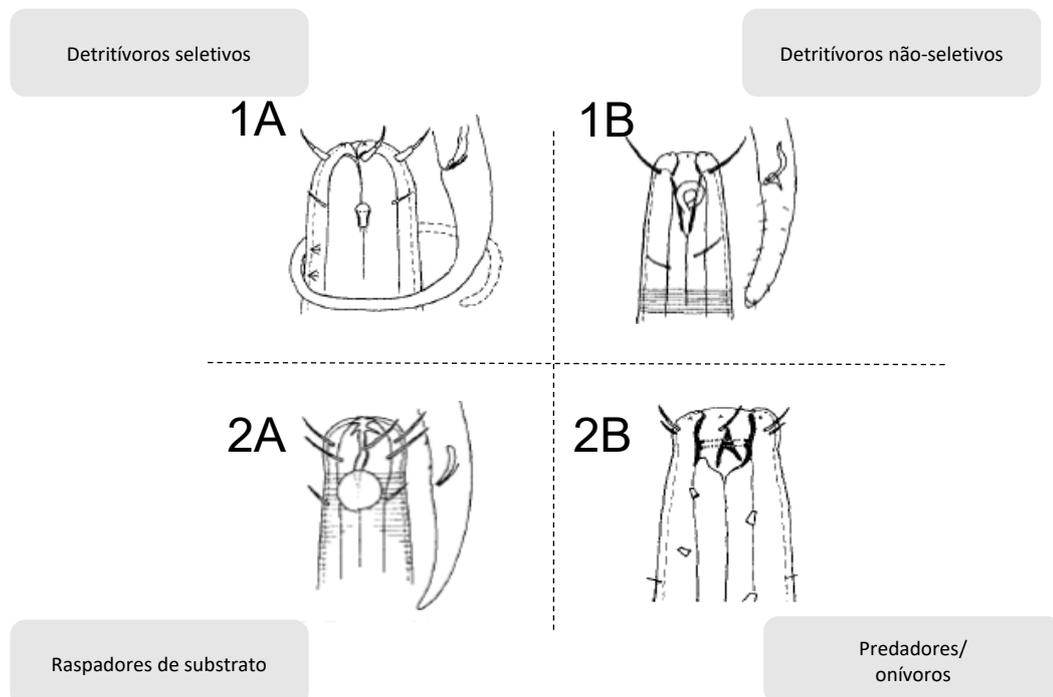
O filo Nematoda é claramente o grupo de metazoário mais bem sucedido da terra (MOENS et al., 2013; SEMPRUCCI et al., 2018). Possuindo características que possibilitaram estarem presentes em habitats amenos ou de condições extremas, resultados de suas adaptações ao ambiente. Características que permitiram a comunidade científica usar estes organismos como ferramentas úteis para trabalhos de funcionalidade ecossistêmica, análise ambiental e integridade ecológica (SCHRATZBERGER; INGELS, 2018; SNELGROVE, 1999).

Investigações sobre a funcionalidade correlacionam a biodiversidade dos organismos e suas determinadas “funções” no ambiente (BELLEY; SNELGROVE, 2016; LEASI et al., 2018) aos processos ecossistêmicos, no qual cada indivíduo apresenta papel chave no meio e a perda da diversidade leva conseqüentemente a diminuição no funcionamento do ecossistema (KALOGEROPOULOU; KEKLIKOGLOU; LAMPADARIOU, 2015). Yeates (2003) detalha que a presença de nematoides de solo que consomem bactérias e fungos, influenciam no *turnover* da

biomassa microbiana, subsequentemente na disponibilidade de nutrientes vegetais. Em particular, no mar profundo os nematoides demonstraram ter papel chave na fluxo de energia de ecossistemas bentônicos, servindo de alimento para níveis tróficos superiores (GIERE, 2008), além de atuarem nos ciclos biogeoquímicos e ciclagem de nutrientes (MOENS et al., 2013).

Estudos ecológicos de funcionalidade com nematoides nos últimos anos trouxeram os traços morfofuncionais (morfologia bucal, estratégia de vida, forma de cauda, tipo de anfídeo, formato do corpo, tipo de cutícula) como medidas de avaliação ecológica (ALVES et al., 2014; SEMPRUCCI et al., 2018; SEVASTOU et al., 2013). A tipologia bucal inicialmente descrita por Wieser (1953), com tentativas de modificação posteriores (JENSEN, 1987; MOENS; VINCX, 1997; YEATES et al., 1993) encontra-se atrelada a composição do habitat, sugerindo que essa característica tem relação direta com o papel trófico do indivíduo (Figura 3).

Figura 3 - Ilustração das morfologias bucais de nematoides, segundo classificação de Wieser. Fonte: Adaptação de Wieser (1953).



A estratégia de vida, classifica os indivíduos morfológica e biologicamente com pontuações que vão de 1-5 (BONGERS, 1990; BONGERS; ALKEMADE; YEATES, 1991; BONGERS; BONGERS, 1998) (Tabela 1). Baseia-se na escala colonização r-estrategista (ciclo de vida curto, alta taxa reprodutiva, baixo tempo de geração, elevada capacidade de colonização e maior tolerância a estresses ambientais) e k- estrategista (maior ciclo de vida, maior capacidade de persistência, baixa taxa reprodutiva e menor sensibilidade a estresses).

Tabela 1- Descrição da classificação funcional de estratégia de vida (onde: c = colonizador e p = persistente), seguindo Bongers e Bongers (1998) .

Classificação de estratégia de vida de nematoides

- | | |
|------|--|
| cp1 | Tempo de geração curto, número elevado de prole, crescimento populacional em disponibilidade de alimento, extremos colonizadores e tolerantes ao estresse ambiental por poluição, formação de <i>dauerlarvae</i> . |
| cp 2 | Tempo de geração curto, alta taxa reprodutiva, ciclo de vida curto, muito tolerantes a perturbações ambientais. |
| cp 3 | Apresentam características compartilhadas com cp-1 e cp- 4, alta taxa reprodutiva, ciclo de vida mais longo e apresentam sensibilidade a perturbações. |
| cp 4 | Tempo de geração longo, baixa taxa reprodutiva, ciclo de vida longo, cutícula permeável sendo sensível a poluição. |
| cp 5 | Possuem características semelhantes aos cp 4, baixa atividade metabólica, maior tempo de geração, ovos grandes, maior sensibilidade a poluentes e perturbações ambientais, extremos persistentes. |
-

Estas e outras características morfofuncionais são resultados de processos evolutivos que permitiram os nematoides se adaptarem a condições específicas do nicho ecológico (SEMPRUCCI et al., 2018). As variáveis ambientais são as

principais responsáveis por essas modulações, pois diferentes perturbações podem resultar em distintas adaptações das comunidades (CONNELL; SLATYER, 1977; PICKETT; COLLINS; ARMESTO, 1987). Conjuntos de variáveis como: tipos de grão de sedimento (HEIP; VINCX; VRANKEN, 1985; MOENS et al., 2013); disponibilidade de matéria orgânica (ALVES et al., 2014; VANAVERBEKE et al., 2003, 2004) e oxigênio (NEIRA et al., 2001b), são importantes na estruturação das comunidades, porém algumas podem apresentar maior influência (FONSECA; MARIA; KANDRATAVICIUS, 2014) .

Estudos demonstram que a riqueza, diversidade, densidade e biomassa de nematoides diminuem com o aumento batimétrico (DANOVARO et al., 2009a, 2009b; LEDUC et al., 2012; MUTHUMBI et al., 2004; SOETAERT; VINCX; HEIP, 1995). Distintas localidades têm demonstrado variação taxonômica de nematoides com a profundidade. Moura (2013) cita 170 gêneros de 38 famílias, enquanto Netto et al., (NETTO; GALLUCCI; FONSECA, 2005) encontrou 157 gêneros de 35 famílias, no talude continental no Atlântico Sul. Zonas abissais (4000 – 5500m) apresentaram menor diversidade taxonômica e dominância de alguns gêneros, com elevado *turnover* (GRZELAK et al., 2017). Com mesma característica de dominância, a distribuição da comunidade de nematoides em nódulo polimetálico no oceano Índico sugeriu que um único gênero estaria amplamente distribuído (SINGH et al., 2014).

Segundo Singh (GRZELAK et al., 2017) a distribuição de nematoides ao longo de gradientes batimétricos são processos interativos de variáveis ambientais e biológicas dentro do sistema bentônico. Compreendendo que o mar profundo seja menos variável, dependendo das escola e tempo, ainda assim não pode ser considerado homogêneo ou constante (GRASSLE, 1991), tornando a distribuição de nematoides variável em espaço e tempo.

Acantholaimus: GÊNERO CARACTERÍSTICO DE MAR PROFUNDO

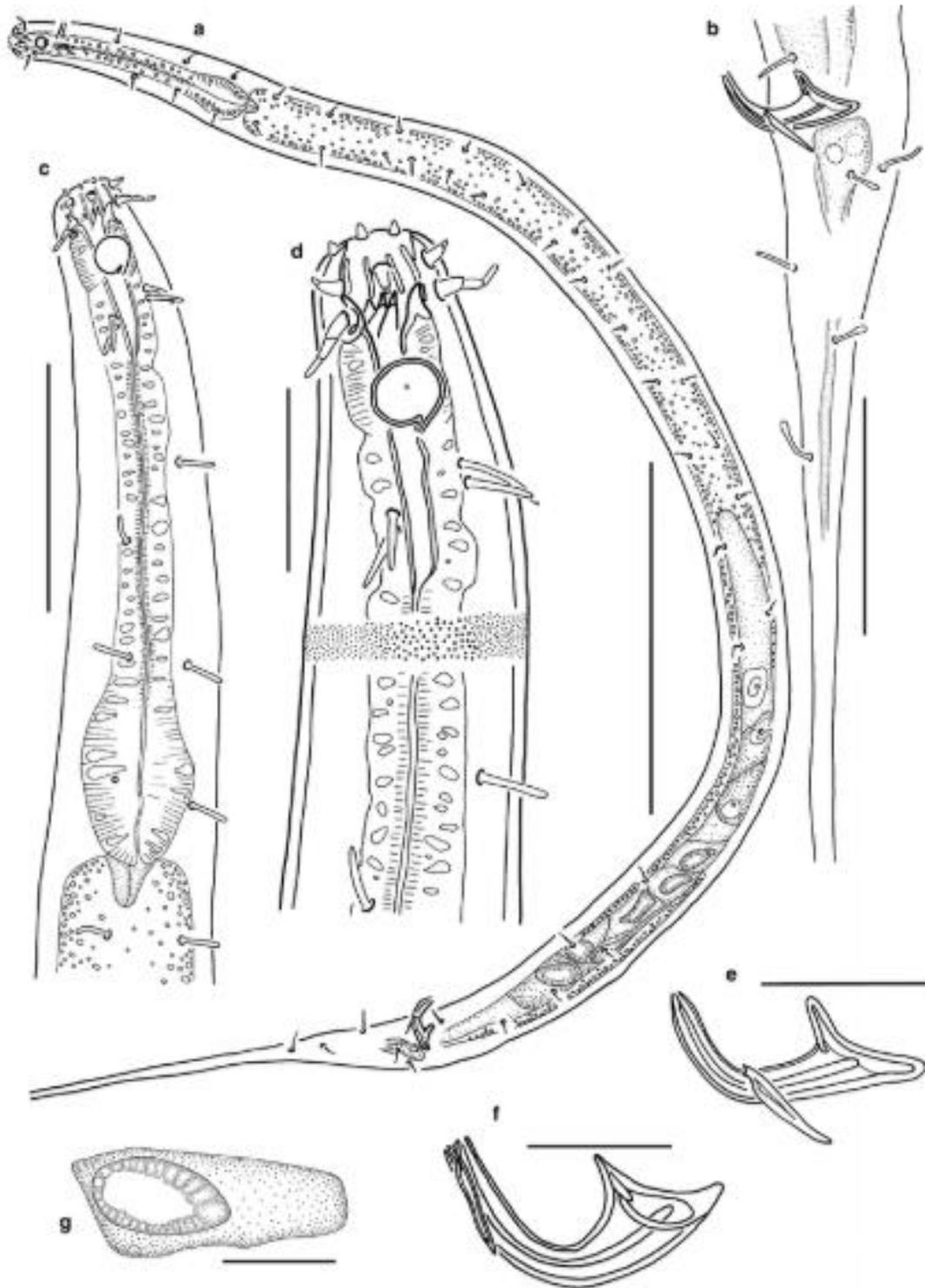
Dentre todas as famílias de nematoides distribuídos no mundo, a família Chromadoridae Filipjev, 1917 é uma das mais frequentes e abundantes em regiões de mar profundo (LAMBSHEAD; BOUCHER, 2003; RAMIREZ-LLODRA et al., 2010).

Formada por cinco subfamílias: Chromadoridae Filipjev, 1917, Hypodontolaiminae e Conick, 1965, Euchromadore Gerlach e Riemann, 1973 Harpagonchinae Platonova e Potin, 1972 e Spilipherinae Filipjev, 1918, é constituída por mais de 400 espécies (BEZERRA et al., 2019) A subfamília Spilipherinae é composta por quatro gêneros, dentre eles o gênero *Acantholaimus*, típico de mar profundo é considerado um dos mais ricos com 51 espécies descritas (DE MESEL et al., 2006; MILJUTINA et al., 2010; MILJUTINA; MILJUTIN; TCHESUNOV, 2013; SILVA, 2015).

Os nematoides do gênero *Acantholaimus* são característicos pela *fovea amphidialis* circular com linha aberta na porção posterior e espículas achatadas, fortemente alargadas (TCHESUNOV; PORTNOVA; CAMPENHOUT, 2015) (Figura 4). São nematoides robustos, de corpo e cauda longos e possuem os maiores espermatozoides do reino animal, quando comparados a proporção do corpo (MILJUTIN; MILJUTINA, 2016a). A ecologia trófica desse gênero apresenta lacunas, porém alguns estudos demonstraram que estes indivíduos se alimentam de diatomáceas, sendo classificados como raspadores de substrato (2A) (LINS et al., 2016; MILJUTINA; MILJUTIN, 2012; WIESER, 1953).

Atualmente estudos demonstram que o gênero apresenta dominância em relação ao aumento de profundidade (INGELS et al., 2011a; VANREUSEL et al., 2010c), no qual mais de 90% das espécies foram descritas em regiões de mar profundo (MANOEL; SILVA; ESTEVES, 2017). A dominância crescente com o aumento da profundidade, pode estar atreladas as características biológicas que permitiram adaptações às condições ambientais de mar profundo. Sendo assim, considerado um modelo para estudos de biodiversidade em diferentes escalas espaciais (DE MESEL et al., 2006; LINS et al., 2016).

Figura 4 - Machos de *Acantholaimus arthrochaeta* seguindo Mijultina e colaboradores (MILJUTINA; MILJUTIN; TCHESUNOV, 2013): a) holótipo; b) porção posterior; c) região anterior; e) espícula; f) espícula do parátipo; g) espermatozoide. Escalas: a= 200 μ m; b, d-g = 20 μ m e c= 50 μ m.

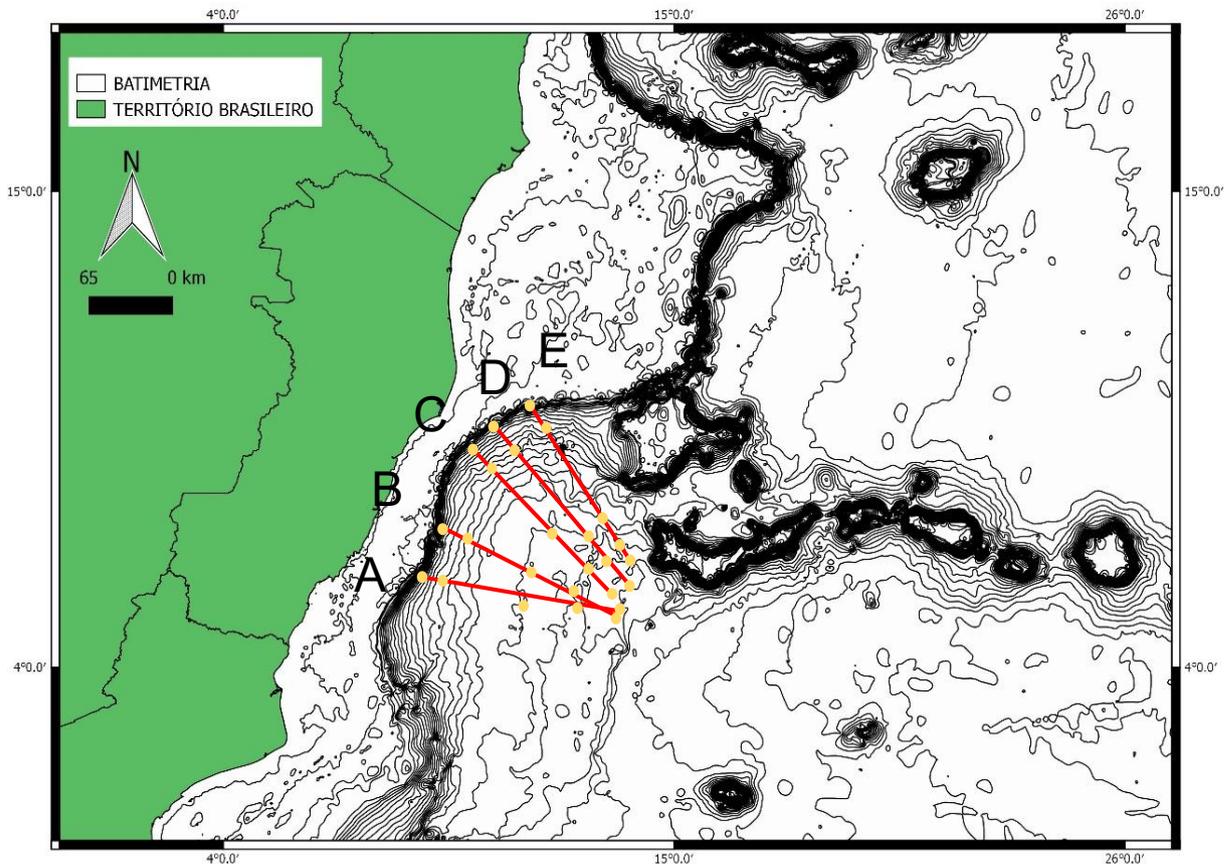


4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Procedimentos de campo

Com intuito de compreender e caracterizar as comunidades bentônicas da Bacia do Espírito Santo em períodos com diferentes influências pluviométricas, uma primeira amostragem foi realizada entre meses de dezembro de 2011 e janeiro de 2012, a segunda ocorreu entre junho e julho de 2013 (período chuvoso e seco, respectivamente). A coleta ocorreu em cinco longos transectos perpendiculares (A, B, C, D e E) à costa do estado do Espírito Santo, no qual cinco diferentes profundidades ao longo de cada transecto foram pré-determinadas (400, 1000, 1900, 2500, 3000 m) na região de talude da bacia (Figura 5).

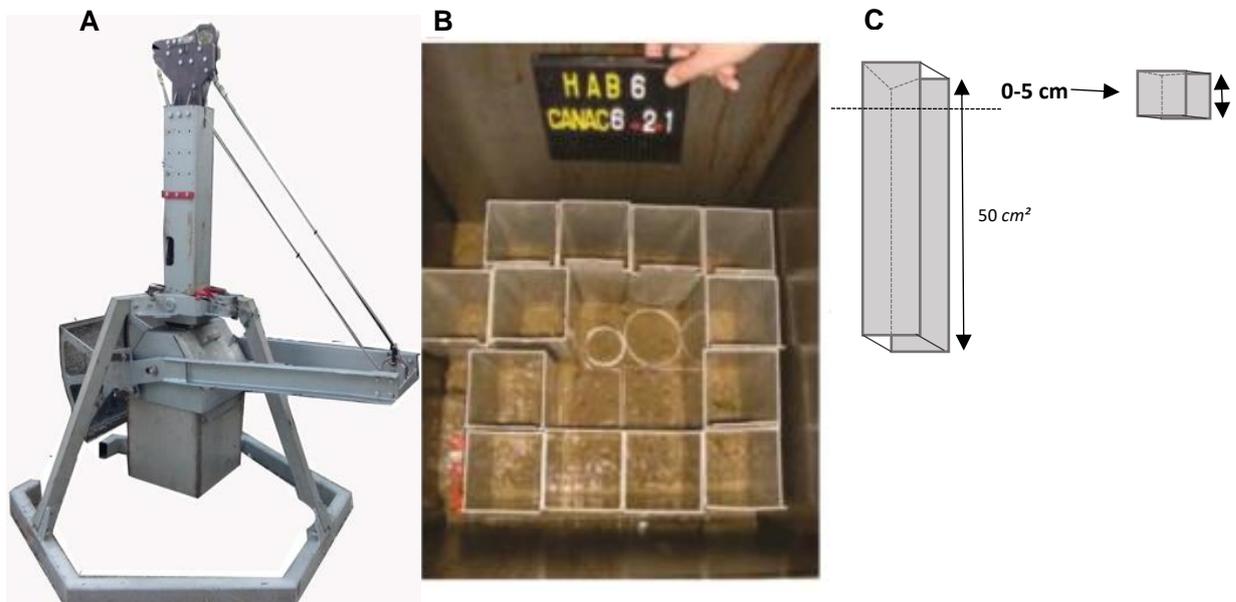
Figura 5 - Mapa batimétrico. Área de amostragem na Bacia do Espírito Santo, demonstrando as cinco profundidades estudadas, onde: 400 (05); 1000 (06); 1900 (08); 2500 (09) 3000(10). Apontando os cinco transectos selecionados para o estudo (A, B, C, D e E). Fonte: Software Qgis 3.4.4.



Com auxílio de um box corer foi recolhido sedimento do fundo com ajuda de testemunhos de 50 cm² (Figura 5), sendo retirados os primeiros cinco centímetros do sedimento, em triplicatas, e armazenadas em potes de polietileno com formalina 10% tamponado com bórax (SOMERFIELD; WARWICK; MOENS, 2005), para fixação da fauna. Para processamento das amostras, estas foram levadas para o laboratório.

Com auxílio de um box corer foi recolhido sedimento do fundo e com ajuda de testemunhos de 50 cm² (Figura 6), sendo retirados os primeiros cinco centímetros do sedimento nas três réplicas de cada estação e armazenadas em potes de polietileno com formalina 10% tamponado com bórax (SOMERFIELD; WARWICK; MOENS, 2005), para fixação da fauna. Para processamento das amostras, estas foram levadas para o laboratório.

Figura 6 - Ilustração representativa de (A) amostrador box corer, foto detalhada dos minicorer subamostrando o testemunho para análise da nematofauna e estratificação com retirada dos 5 primeiros cm de um minicorer de 50 cm² (C). Fonte: Adaptado de CENPES e Silva (SILVA, 2015).



4.2 Procedimentos laboratoriais

Esta etapa ocorreu no laboratório de Cultivo de Meio Fauna Marinha Estuarina (LACIMME) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). As amostras foram lavadas com água corrente, retidas em peneiras de 300 e 45 μm . Seguindo técnica de Somerfield et al. (2007) o sedimento passou pelo processo de flotação com sílica coloidal, de densidade $1,18 \text{ g.cm}^{-3}$, para separar a fauna do sedimento. O remanescente na peneira foi triado com auxílio de microscópio estereoscópio para extração dos 150 primeiros nematoides de cada amostra ou do total.

Foram transferidos para recipientes de vidro, passando pelo processo de diafanização segundo De Grisse (1969). Neste processo, os nematoides passaram por três soluções: solução I formada por formalina a 4% e glicerina na proporção 99:1, descansando durante 24 horas; solução II formada por etanol a 96% e glicerina na proporção 95:5, esta solução é adicionada a cada duas horas, durante um período de oito horas a 40°C ; solução III é constituída por etanol a 95% e glicerina na proporção 50:50, sendo adicionada ao final das oito horas da solução II. Este procedimento permite a penetração de glicerina no tecido dos indivíduos, objetivando a conservação e melhor visualização.

4.3 Identificação taxonômica

Após a diafanização, foi realizada a montagem de lâminas permanentes (COBB, 1917), para observação das estruturas internas utilizadas para identificação, sendo está baseada na chave pictorial à nível de gênero (PLATT; WARWICK, 1983; WARWICK; GEE, 1984; WARWICK; PLATT; SOMERFIELD, 1998) e dados existentes no banco mundial de dados de nematoides marinhos de vida livre (<https://nemys.ugent.be>) (BEZERRA et al., 2019).

Os nematoides foram identificados com auxílio de um microscópio óptico binocular (OLYMPUS CX31) com tubo de desenho acoplado. Todas as objetivas (4X, 10X, 40X e 100X) foram calibradas com lâmina de calibração, resultando em valor de transformação de medida para cada objetiva. As medições corporais

(biomassa e medidas listadas no item 4.5) foram realizadas com auxílio de software Zen Lite Zeiss junto ao microscópio óptico Zeiss, acoplado a câmera fotográfica.

Os nematoides foram classificados de acordo com sua capacidade de colonizar (Colonizadores) ou persistir (Persistentes) no ambiente, que representam características de história de vida associadas a seleção r-k (BONGERS E BONGERS, 1998; BONGERS E FERRIS, 1999). Sendo classificados da seguinte forma: cp 1– tempo de vida curto, alto índice de reprodução, com *dauer larvae* (estado de diminuição metabólica do indivíduo, entre os estágios de juvenil 1-2); cp 2- tempo de vida curto, alto índice de reprodução; cp 3 tempo de vida curto e sensível a perturbações; cp 4- maior tempo de vida, alta sensibilidade a perturbações; cp 5- baixa taxa reprodutiva, com ciclo de desenvolvimento maior e sensibilidade a poluentes. Sendo também classificados de acordo com a morfologia bucal de acordo com Wiser (WIESER, 1953) em: 1A- detritívoros seletivos, 1B detritívoros não-seletivos, 2A- raspadores de Substrato e 2B predadores/onívoros.

4.4 Identificação taxonômica do gênero *Acantholaimus*

A identificação foi realizada com auxílio de descrições originais disponibilizada pelo banco de dados internacional de nematoides NeMys (www.nemys.ugent.be) (BEZERRA et al., 2019) e dados disponíveis na literatura. A diagnose do gênero foi baseada na emenda de Manoel e colaboradores (2017).

Para a descrição da espécie nova do gênero *Acantholaimus* usou-se os índices corpóreos descritos por Miljutina et al. (2013). Todas as medidas foram expressas em micrometros (μm), porcentagem (%) ou proporções. Essas medidas foram feitas para todas as espécies, com elaboração de tabelas dos dados e pranchas com fotos da espécie.

Lista das abreviações utilizadas:

a: comprimento total do corpo/diâmetro máximo do corpo

a': comprimento do corpo sem cauda/diâmetro máximo do corpo

b: comprimento total do corpo/comprimento da faringe

b': comprimento do corpo sem cauda/comprimento da faringe

c: comprimento total do corpo/ comprimento da cauda
c': comprimento do corpo sem cauda/ comprimento da cauda
L: comprimento total do corpo
L' comprimento do corpo sem cauda
esp. aco.: comprimento da espícula no acorde
esp. arc.: comprimento da espícula no arco
gub: comprimento do *Gubernaculum*
hd.: diâmetro da cabeça ao nível das cerdas cefálicas
abd: diâmetro ao nível do ânus
mbd.: diâmetro máximo do corpo
far.: comprimento da faringe

4.5 Variáveis ambientais

Os dados representativos físico-químicos (temperatura, salinidade, frações de areia, silte, argila, matéria orgânica) foram cedidos pelo Centro de Pesquisas Leopoldo Américo Miguel de Mello (CENPES), do Rio de Janeiro.

4.6 Análise de dados

Analises multivariadas e univariadas foram realizadas para observar diferenças significativas entre comunidades dos dois períodos amostrais, entre cinco transectos (A, B, C, D e E) e cinco profundidades (400 – 3000m). Devido ao conjunto de dados um design com três fatores foi criado fatores: campanha, profundidade e transecto. A base de dados biológicos utilizados foi gerada a partir de uma matriz de similaridade por Brays- Curtis. Para isso, inicialmente os dados foram transformados em raiz quadrada, para compactação e padronização, normalizando os dados. Para conhecimento dos gêneros que mais contribuíram para similaridade e dissimilaridade das comunidades entre as profundidades e campanhas, uma análise de semelhança (SIMPER) foi realizada.

Para visualizar os padrões de distribuição das comunidades de nematoides, um nMDS foi gerado usando dados de densidade relativa das réplicas das profundidades e campanhas transformados. Para as análises dos índices de

diversidade de Shanon (H'), Margalef (d) e equitabilidade de Piellou (J), foram utilizados os valores reais das réplicas. Dados de comprimento e largura foram utilizados no cálculo de biovolume dos nematoides, usando a fórmula de Andrassy (1956), onde são expressos em μm . Os dados de biomassa foram transformados por raiz quadrada. Os dados ambientais foram transformados pela função de $\log(V+1)$ e posteriormente foram normalizados para padronização dos valores das variáveis. Nestes dados também utilizou-se distância euclidiana como a matriz de similaridade. Buscando verificar a influência das variáveis ambientais sobre as comunidades de nematoides, foi gerado um DisTLM (Distância Baseada em modelo linear). Todas as análises foram geradas a partir do software PRIMER+PERMANOVA +v6, seguindo as rotinas de (ANDERSON; GORLEY; CLARKE, 2008; CLARKE; GORLEY, 2006).

Para obtenção da análise de principais componentes (PCA), dos dados das variáveis ambientais foram transformados por \log e gerados com base na matriz de semelhança por distância Euclidiana. Esta análise foi realizada com auxílio do software Past V3.

A diversidade funcional foi analisada utilizando o Índice de Diversidade Trófica (IDT) (HEIP; VINCX; VRANKEN, 1985) calculado como: $IDT = \sum \theta^2$, onde θ é a contribuição da densidade de cada grupo trófico para a densidade total de nematoides, podendo variar de 0,25 (maior diversidade trófica, onde os quatro grupos tróficos estão presentes) até 1,0 (menor diversidade trófica, onde apenas um grupo trófico compõe 100% da densidade). Analisando os tipos de estratégia de vida, foi utilizado o índice de maturidade (BONGERS, 1990; BONGERS; ALKEMADE; YEATES, 1991). O índice se expressa com valores entre 1 e 4, calculando a média ponderada dos valores individuais de colonizadores-persistentes, no qual: $MI = \sum_{i=1}^n v(i) \cdot f(i)$, onde $v(i)$ é o valor c-p do táxon, i e $f(i)$ é a frequência desse táxon. As classificações utilizadas para os índices de diversidade trófica (IDT) e maturidade (MI) estão descritos no item 4.4.

5. RESULTADOS

5.1 Biodiversidade de nematoides marinhos no talude de bacia tropical oceânica no Atlântico Sul

5.1.1 Densidade de nematoides

A densidade média total entre as profundidades (de 400 a 3000m) e campanhas estudadas (2011 e 2013), mostrou diminuição da densidade com o aumento da profundidade. A densidade média total variou ao longo dos perfis batimétricos, com maior valor de densidade de 6964 ind. cm² em 400m e mínima de 96 ind. cm² na profundidade de 3000m, na primeira campanha (Ver apêndice A). Dois padrões de densidade foram encontrados, no primeiro os transecos A, E 1 campanha e A, D e E 2CAMP apresentam gradativa diminuição da densidade entre as profundidades de 400 e 3000m (Figura 7). O segundo padrão é constituído pelos transectos B, C, D, 1CAMP e B, C 2CAMP, com acréscimo de densidade entre as profundidades de 400 e 1000m.

As variações de densidade encontradas revelam diferenças significativas entre profundidades (Pseudo-F: 119.51 e $p= 0.001$), transectos (Pseudo-F: 3.96 e $p= 0.002$), contudo campanhas não diferiram (Pseudo-F: 0.34 e $p= 0.725$). Por teste de pareamento (Pair-wise) as interações do fator “profundidade” mostrou haver diferenças significativas em todas ($p\leq 0.030$), exceto pelo pareamento de 1900 vs 2500 ($p= 0.4091$) e 3000m vs 2500m ($p= 0.165$)(Tabela 2). Para os transectos, o teste (Pair-wise) demonstrou diferenças significativas ($p\leq 0.022$), excluído os pareamentos de B com D e E, e D vs E (Tabela 3). Todos os valores de densidade nas campanhas, profundidades e transectos não apresentaram dispersão (PERMDISP) entre as amostras, demonstrando homogeneidade entre os dados ($p> 0.05$).

Figura 7 - Densidade média e desvio padrão da densidade de nematoides na (a) primeira e (b) segunda campanha.

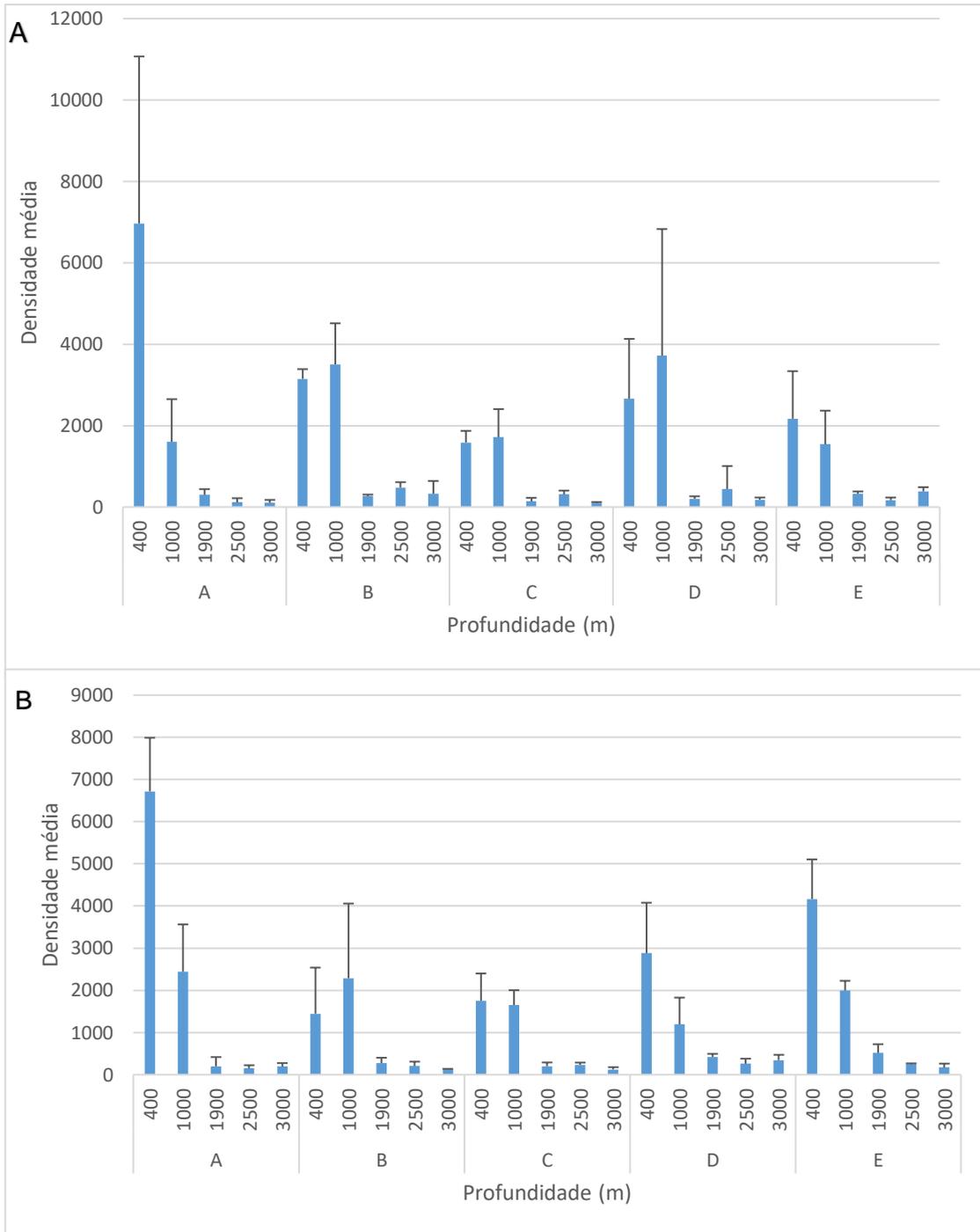


Tabela 2- Dados da análise multivariada por permutações (PERMANOVA), revelando os valores de significância das densidades a partir de um teste de pareamento (Pair-wise) entre as profundidades de 400, 1000, 1900, 2500 e 3000m.

<i>Profundidade</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
400, 1000	2.6673	0.0307
400, 1900	14.833	0.0001
400, 2500	13.44	0.0001
400, 3000	17.413	0.0001
1000, 1900	13.998	0.0001
1000, 2500	10.923	0.0001
1000, 3000	14.753	0.0001
1900, 2500	0.89656	0.4091
1900, 3000	2.3553	0.042
2500, 3000	1.4738	0.1654

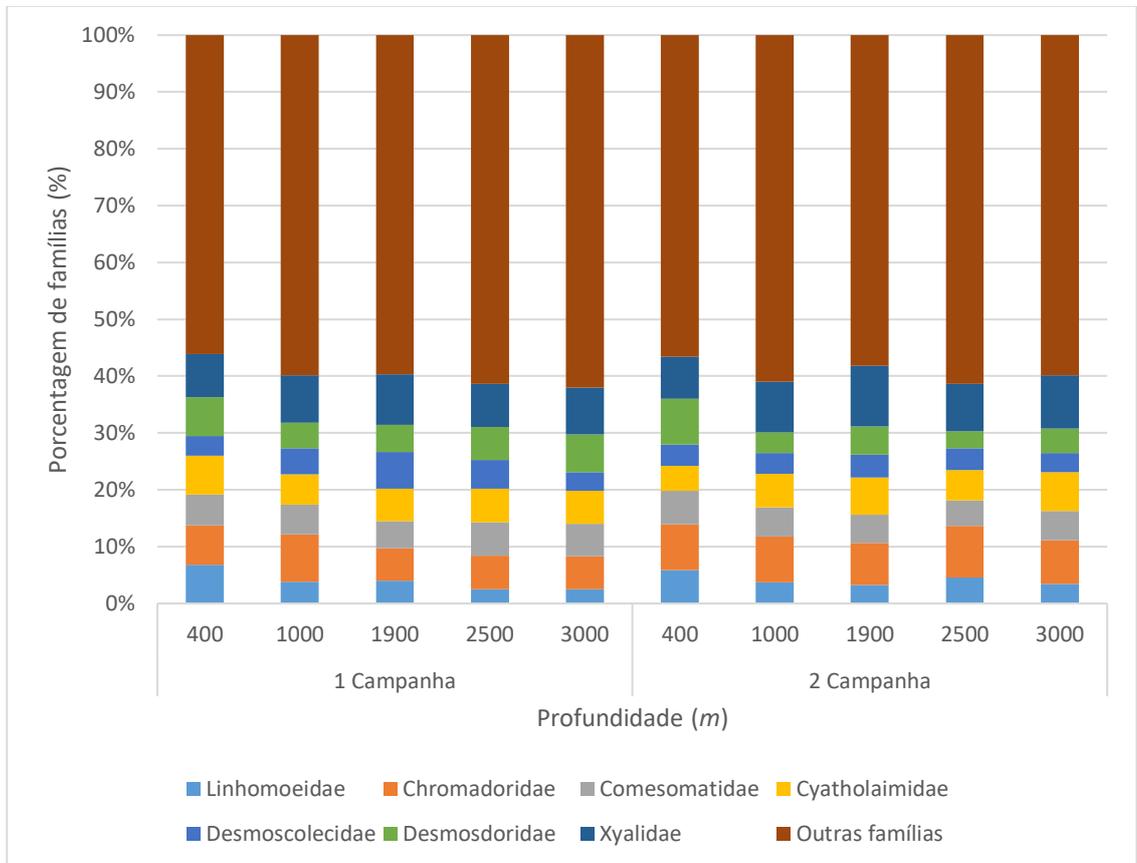
Tabela 3- Dados da análise multivariada por permutações (PERMANOVA), revelando os valores de significância a partir de um teste de pareamento (Pair-wise) entre os transectos analisados.

<i>Transecto</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
A, B	2.0158	0.022
A, C	2.3564	0.0048
A, D	2.2475	0.0085
A, E	2.925	0.0012
B, C	2.028	0.0213
B, D	0.25845	0.9575
B, E	0.69044	0.619
C, D	2.1748	0.013
C, E	3.1499	0.0006
D, E	0.37569	0.8917

5.1.2 Riqueza e composição das comunidades de nematoides

Foram identificadas 43 famílias, contendo 201 gêneros de nematoides, pertencentes a 9 ordens, sendo: Araelaimida com 19 gêneros; Chromadorida com 43; Desmodorida com 22; Desmoscolecida com 9; Enoplida com 48; Monhysterida com 34; Plectida com 23 e Triplochida com apenas três gêneros. Das famílias analisadas seis apresentaram valores acima de 5% do número total de gêneros: Chromadoridae, Comesomatidae, Cyatholaimidae, Desmoscolecidae, Desmodoridae, Linhomoeidae e Xyalidae. Dentre estas, três foram considerados relevantes com valores acima de 7%). As famílias Chromadoridae (8%), Xyalidae (8%) e Desmodoridae (7 %) foram as que apresentaram maior número de gêneros (Figura 8).

Figura 8 - Valores percentuais (%) das famílias de nematoides com o maior número de gêneros encontrados nas diferentes profundidades (400, 1000, 1900, 2500 e 3000 m) e campanhas amostrais de 2011 (1) e 2013 (2).



Em ambas as campanhas, nove gêneros apresentaram densidade com percentagens acima de 1%: *Acantholaimus*, *Cervonema*, *Daptonema*, *Desmoscolex*, *Halalaimus*, *Halichoanolaimus*, *Metasphaerolaimus*, *Sabatieria* e *Thalassomonhystera*, compondo 48% do total indivíduos identificados, variando entre as profundidades (Tabela 4).

Tabela 4- Valores percentuais (%) das famílias e gêneros que apresentaram maior dominância nas campanhas e profundidades amostradas.

GT	1 CAMPANHA					2 CAMPANHA					
	400	1000	1900	2500	3000	400	1000	1900	2500	3000	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
Chromadoridae		12.53%	21.45%	17.29%	17.10%	15.17%	8.05%	12.19%	16.97%	17.43%	18.76%
<i>Acantholaimus</i>	2A	1.25%	7.88%	7.51%	10.91%	11.68%	1.48%	7.54%	10.08%	11.64%	12.08%
Comesomatidae		18.28%	12.13%	8.53%	5.72%	7.77%	23.19%	28.80%	5.72%	6.62%	7.10%
<i>Sabatieria</i>	1B	14.60%	6.98%	5.90%	3.87%	3.76%	16.68%	22.42%	2.39%	3.72%	1.53%
<i>Cervonema</i>	1B	1.57%	3.89%	2.48%	1.84%	3.27%	3.31%	5.48%	2.62%	2.07%	4.78%
Xyalidae		13.07%	17.47%	21.38%	9.52%	8.82%	9.62%	11.48%	17.13%	8.26%	10.96%
<i>Daptonema</i>	1B	5.42%	3.88%	13.87%	2.44%	2.67%	3.38%	4.00%	8.00%	3.63%	5.18%
Outras famílias		56.11%	48.94%	52.81%	67.66%	68.24%	59.14%	47.53%	60.18%	67.69%	63.18%
<i>Desmoscolex</i>	1A	1.37%	3.18%	5.48%	7.21%	3.27%	1.60%	3.41%	3.17%	3.32%	4.83%
<i>Halalaimus</i>	1A	2.15%	3.01%	3.48%	1.47%	2.08%	2.96%	4.87%	1.66%	2.10%	4.53%
<i>Halichoanolaimus</i>	2B	0.56%	2.06%	0.66%	0.82%	1.68%	0.99%	0.97%	3.52%	1.20%	1.07%
<i>Metasphaerolaimus</i>	2B	3.46%	4.96%	7.88%	1.20%	0.79%	1.54%	4.26%	4.84%	1.50%	1.46%
<i>Thalassomonhystera</i>	1B	2.66%	4.23%	5.15%	3.98%	7.62%	2.63%	7.23%	9.31%	9.74%	10.80%

A composição das comunidades ao longo das profundidades, nos dois períodos amostrais, revelaram variação entre as profundidades (tabela 5). Os gêneros *Sabatieria* e *Cervonema* obtiveram diminuição nas suas densidades entre as profundidades de 1900 e 3000m. Enquanto os gêneros *Acantholaimus* e *Thalassomonhystera* obtiveram aumento considerável nestas duas profundidades.

Tabela 5- Número de gêneros encontrados por profundidades e campanhas amostrais.

Nº de gêneros	400m	1000m	1900m	2500m	3000m
1 Campanha	122	111	110	104	106
2 Campanha	115	113	103	113	99

Os gêneros *Polysigma* e *Prochromadora* foram encontrados exclusivamente na profundidade de 1000m para primeira e segunda campanha. Em 1900m: *Chromaspirina*, *Eudraconema*, *Mesacanthion*, *Nemanema*, *Parodontophora* estiveram presentes na primeira campanha, e na segunda: *Deontolaimus* e *Pseudonchus*. *Bolbolaimus*, *Demonema*, *Stylotheristus* foram reportados para 2500m na primeira campanha, enquanto os demais gêneros foram para segunda campanha (Apêndice - A).

Um padrão de distribuição da fauna foi observado, ainda que com percentual baixo, no qual os gêneros *Sabatieria*, *Daptonema* e *Cervonema* dominaram as profundidades de 400 e 1000m em ambas campanhas. Contrapondo, *Acantholaimus* e *Thalassomonhystera* obtiveram maior densidade nas profundidades de 1900, 2500 e 3000m, seguindo o padrão para as duas campanhas, exceto por *Daptonema* dominar (13.8%) na profundidade de 1900 na 1 campanha.

5.1.3 Estrutura da comunidade

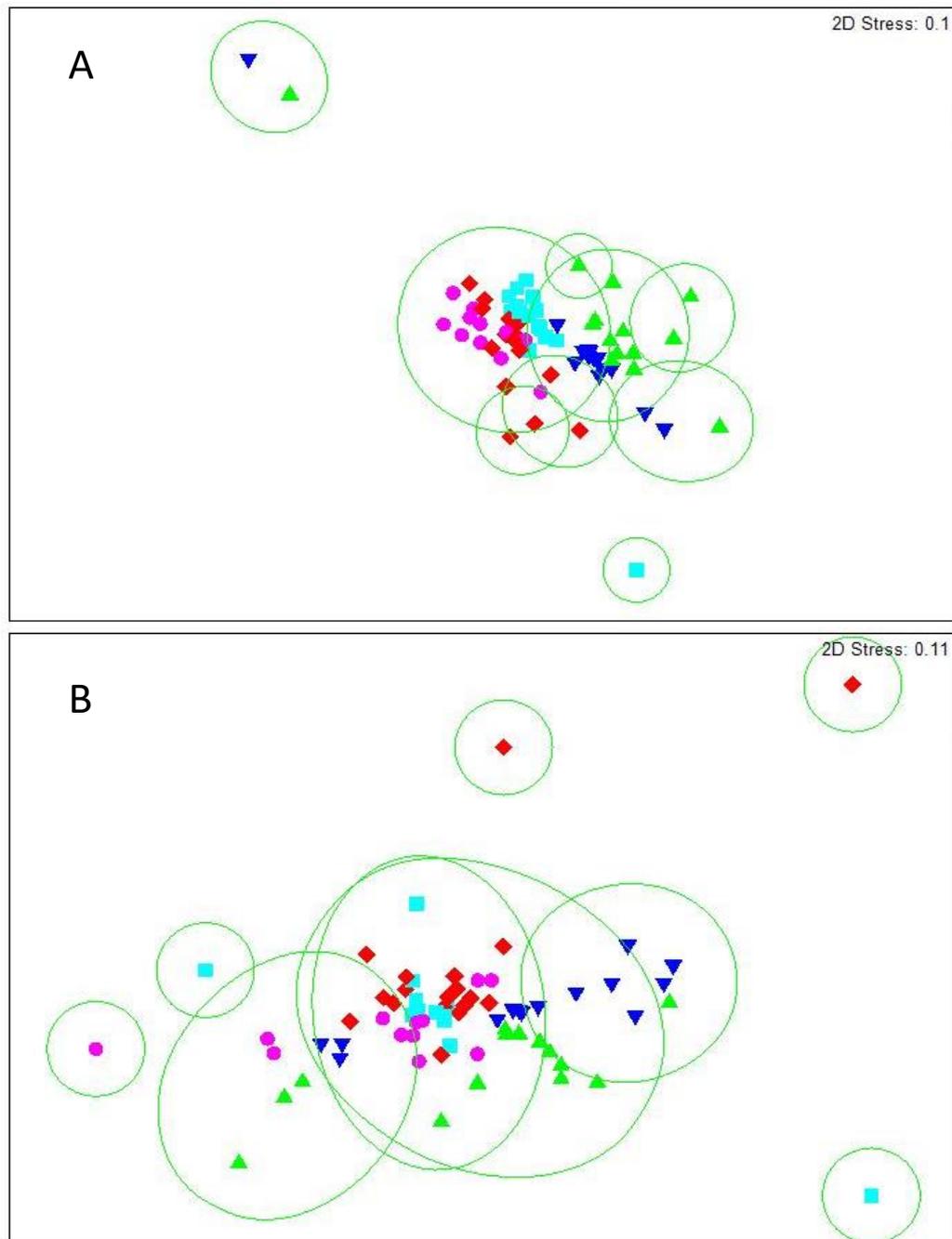
O escalonamento multidimensional (nMDS) revelou um gradiente batimétrico nas campanhas, porém é possível observar uma dispersão na distribuição da primeira campanha (Figura 9). Confirmado por análise multivariada (PERMANOVA), diferenças significativas foram encontradas entre campanhas (Pseudo-F: 3.765 e $p=0.003$), profundidades (Pseudo-F: 7.170 e $p=0.001$) e transectos (Pseudo-F: 2.009 e $p=0.001$). A análise de pareamento do fator “profundidade” demonstra diferenças em todos ($p \leq 0.004$) (Tabela 6). Os dados dos fatores profundidade ($p=0.489$) e transectos ($p=0.116$) não demonstraram dispersão entre as amostras (PERMDISP).

Nas profundidades de 400 e 1000m os gêneros *Sabatieria*, *Daptonema* e *Cervonama* foram os principais responsáveis pela similaridade (SIMPER). Enquanto *Acantholaimus* e *Thalassomonhystera* contribuem para similaridade em 1900, 2500 e 3000m. Esse padrão corrobora com a separação da fauna por zonas de profundidade.

Tabela 6- Dados da análise multivariada por permutações (PERMANOVA), revelando os valores de significância a partir de um teste de pareamento (Pair-wise) entre as profundidades de 400, 1000, 1900, 2500 e 3000m na primeira e segunda campanha.

Profundidades	t	P(perm)
400, 1000	1,9842	0,0001
400, 1900	3,1365	0,0001
400, 2500	3,1594	0,0001
400, 3000	2,9455	0,0001
1000, 1900	3,3453	0,0001
1000, 2500	3,3204	0,0001
1000, 3000	3,2876	0,0001
1900, 2500	1,7268	0,0001
1900, 3000	1,6816	0,0001
2500, 3000	1,5275	0,0006

Figura 9 - Escalonamento Multidimensional não Métrico (nMDS) baseado no teste de similaridade Bray-Curtis, a partir da combinação dos fatores “profundidade” e “campanha”, demonstrando a distribuição das comunidades de nematoides ao longo de um perfil batimétrico, na primeira (A) e segunda (B) campanha. Com as determinadas combinações: 400m (▲ - verde); 1000m (▼ - azul marinho); 1900m (■ - azul); 2500m (◆ - vermelho) e 3000m (• - rosa).



Para os transectos pré-estabelecidos, o “E” demonstrou ser o único a apresentar diferenças significativas ($p < 0.05$) todos os outros, em ambas campanhas (Tabela 7). Assim como pareamento entre “A” e “B” ($p \leq 0.01$).

Tabela 7- Dados da análise multivariada por permutações (PERMANOVA), revelando os valores de significância a partir de um teste de pareamento (Pair-wise) entre as transectos da primeira e segunda campanha.

Transectos	t	P(perm)
A, B	1,4595	0,0095
A, C	1,4189	0,0131
A, D	1,2557	0,0594
A, E	1,6607	0,0029
B, C	1,2346	0,0672
B, D	1,1445	0,1466
B, E	1,3762	0,0249
C, D	1,2073	0,0788
C, E	1,1689	0,1331
D, E	1,2563	0,0598

O coeficiente de dissimilaridade variou entre as profundidades, demonstrando variação na estrutura da comunidade com o aumento de profundidade, no qual a primeira e última profundidade expressam a maior dissimilaridade para ambas as campanhas (Tabela 8).

Tabela 8- Dados da análise multivariada de similaridade de porcentagem (SIMPER), demonstrando as principais dissimilaridades entre as comunidades de nematoides nas profundidades e períodos amostrais deste estudo.

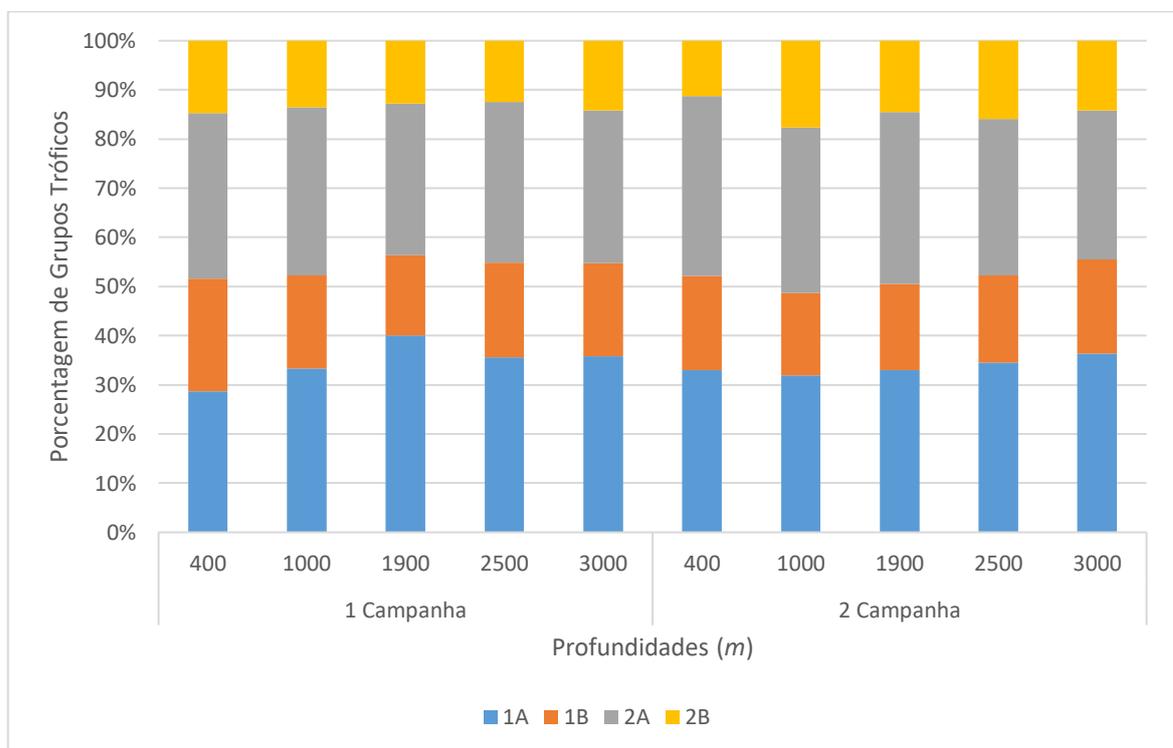
	1 CAMPANHA					2 CAMPANHA				
	400M	1000M	1900M	2500M	3000M	400M	1000M	1900M	2500M	3000m
400M	---					---				
1000M	70%	---				81%	---			
1900M	79%	73%	---			84%	83%	---		
2500M	82%	76%	66%	---		85%	82%	72%	---	
3000M	83%	80%	67%	66%	---	84%	85%	80%	76%	---

5.1.4 Estrutura trófica

As comunidades são compostas pelos quatro grupos tróficos (GT) (1A, 1B, 2A, 2B), diferindo entre as campanhas (Pseudo-F: 4.801 e $p= 0.001$), profundidades (Pseudo-F: 11.021 e $p= 0.001$) e transectos (Pseudo-F: 2.585 e $p= 0.001$). Os detritívoros compõem 50% (30% seletivos -1A e 20% não- seletivos - 1B), raspadores de substrato com 32% e os predadores 17% dos gêneros encontrados em todo estudo (Figura 10).

Os detritívoros não-seletivos (1B) obtiveram maior abundância, nas menores profundidades, representados pelos gêneros *Sabatieria* e *Cervonema*. Para as demais profundidades os detritívoros não seletivos e raspadores de substrato (2A) foram o GT com maior densidade. Os predadores não apresentaram padrão de distribuição entre as profundidades e campanhas, exceto pela diminuição nas profundidades de 2500m nas duas campanhas.

Figura 10 - Valores percentuais dos grupos tróficos de nematoides encontradas nas quatro profundidades estudadas (400, 1000, 1900, 2500 e 3000 m) das campanhas amostrais de 2011 (1) e 2013 (2).



5.1.5 Índices ecológicos

Os valores obtidos através dos índices de diversidade Margalef e Shanon demonstraram haver diferenças significativas nas profundidades (Pseudo-F: 4.188 e $p= 0.002$) e transectos (Pseudo-F: 2.932 e $p= 0.018$) (Tabela 9), mas não entre campanhas (Pseudo-F: 0.574 e $p= 0.485$). A diversidade demonstrou pouca variação com a profundidade e menores valores de diversidade foram encontrados nas profundidades de 1000, 2500 e 3000m (Tabela 10). A diversidade da primeira campanha na profundidade de 2500m demonstrou diferir significativamente de 400m e

1000m (Tabela 11). Para a segunda campanha, exclusivamente os dados de diversidade de 1000 e 3000m demonstraram diferir.

Para os índices de diversidade apenas o transecto E demonstrou diferir significativamente dos demais ($p \leq 0.002$) (Tabela 11).

Tabela 9- Dados da análise multivariada por permutações (PERMANOVA), revelando os valores de significância a partir de um teste de pareamento (Pair-wise) entre os transectos, baseada nos dados de diversidade de Shanon (H') e Magaleff (d).

	d		H'	
	t	$P(\text{perm})$	t	$P(\text{perm})$
A, B	0.589	0.586	0.894	0.511
A, C	0.828	0.432	0.672	0.804
A, D	0.396	0.737	0.975	0.389
A, E	3.032	0.002	2.269	0.001
B, C	1.367	0.164	1.090	0.277
B, D	0.135	0.961	1.726	0.065
B, E	3.740	0.001	3.061	0.001
C, D	1.064	0.294	0.846	0.449
C, E	1.877	0.055	3.381	0.004
D, E	3.11	0.002	3.417	0.002

Tabela 10- Valores dos índices de diversidade de Margalef (d') e Shanon-wiener (H'), do índice de diversidade trófica (IDT), índice de maturidade (MI), equitabilidade (J') e riqueza (R).

Profundidades	Campanha	H'	d'	IDT	MI	J'	R
400m	1	2.53	1.70	0.47	2.81	0.70	37
1000m	1	2.80	2.30	0.43	2.82	0.74	43
1900m	1	2.93	2.00	0.60	2.55	0.78	36
2500m	1	2.85	2.05	0.36	2.58	0.77	35
3000m	1	1.90	1.58	0.30	2.73	0.56	33
400m	2	2.67	1.63	0.41	2.82	0.75	42
1000m	2	2.00	1.54	0.46	2.80	0.55	40
1900m	2	2.50	1.68	0.34	2.55	0.71	35
2500m	2	3.11	1.62	0.36	2.48	0.94	33
3000m	2	2.83	1.63	0.67	2.51	0.81	32

Tabela 11- Dados da análise multivariada por permutações (PERMANOVA), revelando os valores de significância a partir de um teste de pareamento (Pair-wise) entre as profundidades, baseada nos dados de diversidade de Shanon (H') e Margalef (d).

Transecto	d		H'	
	t	$P(\text{perm})$	t	$P(\text{perm})$
400, 1000	0.239	0.902	1.621	0.108
400, 1900	1.061	0.291	0.408	0.770
400, 2500	3.123	0.002	0.796	0.572
400, 3000	1.079	0.297	0.905	0.395
1000, 1900	1.176	0.246	1.2401	0.218
1000, 2500	3.710	0.008	1.0334	0.369
1000, 3000	1.234	0.215	2.431	0.009
1900, 2500	1.706	0.088	0.698	0.743
1900, 3000	0.144	0.956	1.012	0.334
2500, 3000	1.695	0.093	1.203	0.167

A equitabilidade (J') das comunidades apresenta média de $\cong 0,70$, demonstrando a presença de gêneros dominantes. Com o aumento da profundidade os valores de equitabilidade aumentam, exceto por 3000m (1 CAMP) e 1000m (2 campanha), e diferenças significativas não foram encontradas para este índice ($p > 0.05$). (Tabela 12). Valores de MI encontrados entre as profundidades estudadas variaram de 2.5 a 2.82 diferindo significativamente ente as profundidades (Pseudo-F: 51.852 e $p = 0.016$) e transectos (Pseudo-F: 25.329 e $p = 0.189$), exceto as campanhas (Pseudo-F: 4.094 e $p = 0.032$).

Tabela 12- Dados da análise multivariada por permutações (PERMANOVA), revelando os valores de significância a partir de um teste de pareamento (Pair-wise) entre os transectos, baseada nos dados do índice de maturidade (MI).

Transectos	t	p(perm)
A, B	3,494	0,007
A, C	2,036	0,066
A, D	0,708	0,511
A, E	2,523	0,028
B, C	1,734	0,116
B, D	2,391	0,051
B, E	1,185	0,262
C, D	1,746	0,126
C, E	0,533	0,611
D, E	2,050	0,074

Os dados de IDT encontrados em todo estudo variaram entre números de 0.30 a 0.51, demonstrando uma alta diversidade trófica entre as profundidades, diferiram significativamente apenas entre os transectos (Pseudo-F: 2.356 e $p=0.042$), mas não entre campanhas (Pseudo-F: 1.149 e $p=0.947$) ou profundidades (Pseudo-F: 0.255 e $p=0.877$) (Tabela 13).

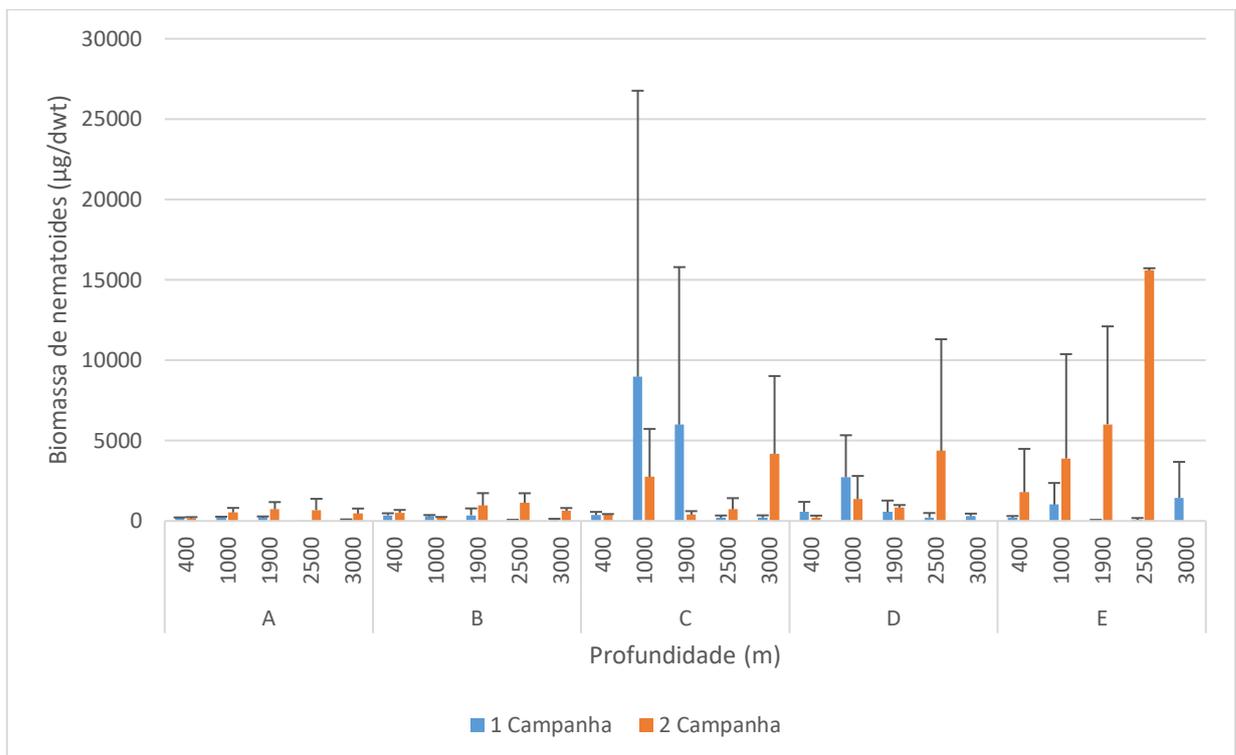
Tabela 13- Dados da análise multivariada por permutações (PERMANOVA), revelando os valores de significância a partir de um teste de pareamento (Pair-wise) baseada nos dados do índice de diversidade trófica entre os transectos (IDT).

Profundidades	t	p(perm)
400, 1000	0,633	0,542
400, 1900	4,124	0,002
400, 2500	3,791	0,004
400, 3000	7,629	0,001
1000, 1900	3,809	0,003
1000, 2500	3,525	0,005
1000, 3000	6,724	0,001
1900, 2500	0,214	0,841
1900, 3000	0,424	0,683
2500, 3000	0,574	0,590

5.1.6 Biomassa de nematoides

Os valores de biomassa de nematoides, de forma geral, diminuíram com o aumento batimétrico, diferenciando entre as campanhas (Pseudo-F: 6.560 e $p < 0.001$), e profundidades (Pseudo-F: 9.609 e $p < 0.032$), mas não entre os transectos (Pseudo-F: 0.502 e $p = 0.801$). Maiores de biomassa foram encontrados na segunda campanha, principalmente no transecto E.

Figura 11 - Valores de média e desvio-padrão da biomassa de nematoides nos transectos estudados (A, B, C, D, E) e profundidades investigadas (400, 1000, 1900, 2500 e 3000m).



Os maiores valores de biomassa são encontrados nas profundidades de 1000mC na primeira campanha; e 1000 e 1900m C, e 2500 D, na segunda campanha (Tabela 14). Em teste de pareamento (Pair-wise) diferenças significativas foram encontradas apenas entre as duas primeiras profundidades com 3000m. Nos transectos A, C, D e E, na primeira campanha, a biomassa demonstrou um acréscimo entre 400 e 1000m, com posterior decréscimo até 3000m (Figura 11). Analisando os dados por teste de dispersão (PERMDISP) os valores de biomassa encontrados demonstraram confiabilidade, por apresentar homogeneidade das amostras ($p = 0.926$).

Tabela 14- Análise multivariada da biomassa ($\mu\text{g cm}^3$), entre as profundidades (400, 1000, 1900, 2500 e 3000m) da primeira (Verão de 2011) e segunda campanha (Inverno de 2013).

Profundidade	<i>t</i>	<i>P(perm)</i>
400, 1000	2,3313	0,0001
400, 1900	1,8243	0,0354
400, 2500	1,2817	0,1253
400, 3000	2,637	0,0001
1000, 1900	1,9493	0,0053
1000, 2500	1,4447	0,0956
1000, 3000	3,6275	0,0001
1900, 2500	1,1208	0,2678
1900, 3000	1,1567	0,2511
2500, 3000	1,0813	0,3012

5.1.7 Dados ambientais

Os dados ambientais estão presentes na tabela 15. Em ambas as campanhas, a composição granulométrica é heterogênea, sendo composta por quatro tipos de sedimento (silte, argila, cascalho e areia). Diferenças significativas foram observadas entre campanhas (Pseudo-F: 9.458 e $p= 0.001$), profundidades (Pseudo-F: 21.401 e $p= 0.001$), mas não entre transectos ($p > 0.05$). O tamanho do grão apresenta diminuição entre 400 e 3000m, diferindo entre campanhas (Pseudo-F: 47.63 e $p= 0.001$) e profundidades (Pseudo-F: 15.436 e $p= 0.003$). Em ambas as campanhas o sedimento é mais fino entre a profundidade de 400 e 3000m, no qual silte (50 e 51%) e argila (26 a 21%) apresentam a maior dominância nestas profundidades. Com o aumento da profundidade silte aumenta sua dominância comportamento antagônico a presença de argila que apresenta uma diminuição gradativa.

As maiores concentrações de argila na profundidade de 400 e 1000m (27 e 31%), diferem significativamente ($p \leq 0.002$) das demais. O mesmo acontece nas concentrações de silte para as profundidades de 1000 e 1900m ($p \leq 0.003$). Os tipos de areia apresentam as menores concentrações, porém areia fina e areia muito fina possuem elevados valores nas profundidades de 2500 e 3000m, semelhante ao valor encontrado em 400m ($p < 0.05$), diferindo apenas de 1000 e 1900m ($p < 0.001$). Para a segunda campanha o sedimento apresenta o mesmo padrão de dominância (silte 51.83% a 46.75 %; argila 25.73% a 20.61%).

A temperatura, como esperado para esta variação de profundidade, diminuiu gradativamente ($11 - 2.3^{\circ}\text{C}$), apresentando diferenças significativas nas profundidades (Pseudo-F: 6.0902 e $p= 0.001$), mas não entre os transectos (Pseudo-F: 0.605 e $p= 0.664$). A partir de um teste de pares (Pair-wise), compilando os fatores “campanha vs profundidade” (Pair-wise), a temperatura encontrada em 400m divergiu significativamente de todas as outras ($p=0.0001$).

A salinidade apresenta diminuição, porém não apresentou diferenças entre as profundidades (Pseudo-F: 1.544 e $p= 0.244$) e transectos (Pseudo-F: 0.648 e $p= 0.633$). Contudo a salinidade demonstrou diferir significativamente (Pseudo-F: 104.96 e $p= 0.001$) entre a primeira (verão de 2012) e segunda (Inverno de 2013) campanha.

A concentração de carbonato mostrou aumentar com a profundidade, exceto entre as profundidades de 400 e 1000m que apresentou uma diminuição e posterior aumento em 1900m, padrão ocorrido nas duas campanhas (Pseudo-F: 2.145 e $p= 0.137$). As concentrações apresentam ser maiores na segunda campanha do que a primeira, chegando a 73% na profundidade de 3000m (Pseudo-F: 3.306 e $p= 0.017$), mas sem alguma variação entre os transectos (Pseudo-F: 0.803 e $p= 0.522$).

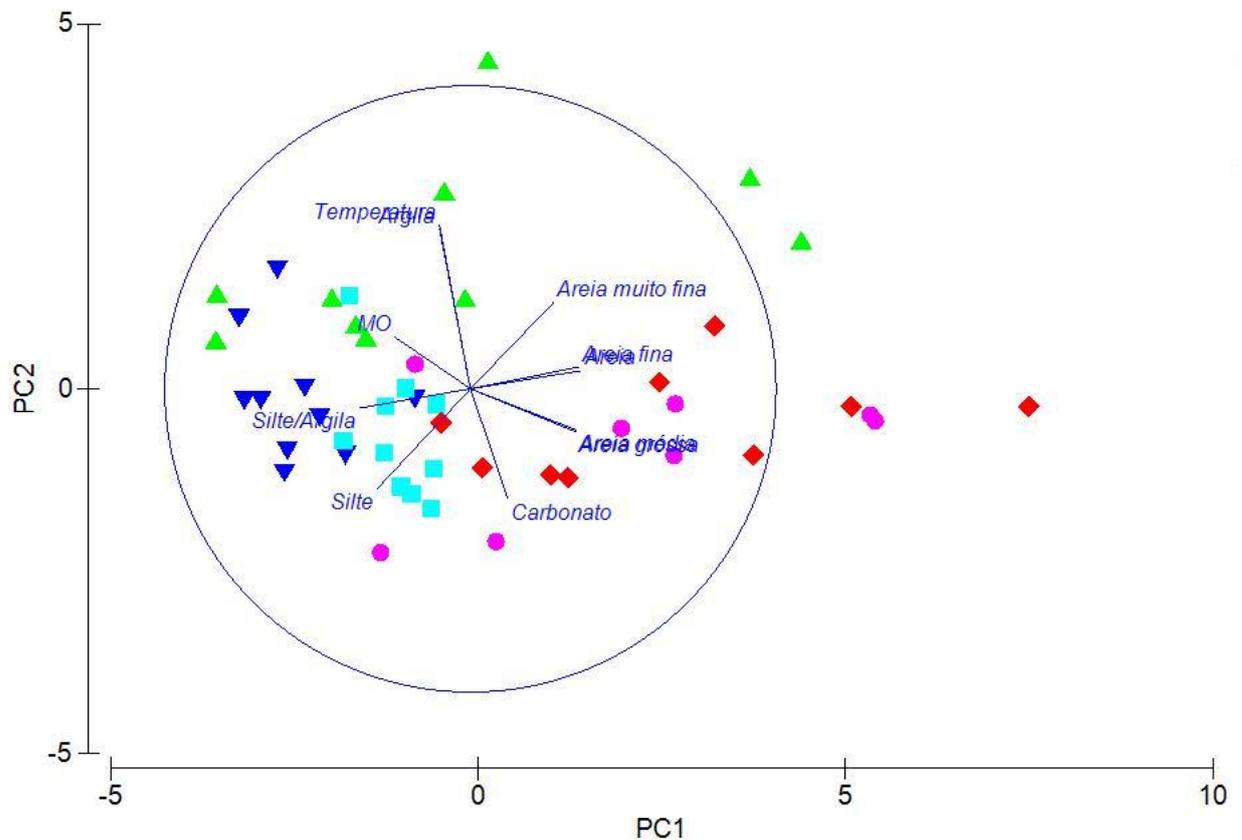
A matéria orgânica diminui de 1.3 a 0.9 %, com considerável aumento de 21% na concentração entre a profundidade de 400 e 1000m na segunda campanha. O mesmo ocorre entre as profundidades de 2500 e 3000m na primeira campanha, revelando diferenças significativas entre as profundidades (Pseudo-F: 17.402 e $p= 0.001$) campanhas (Pseudo-F: 14.292 e $p= 0.004$), porém sem diferenças nos transectos (Pseudo-F: 1.108 e $p= 0.354$).

A análise de principais componentes revela que o componente 1 e 2 juntos explicam mais de 70% da variação das variáveis ambientais, onde para os eixos principais a temperatura e MO tem alta correção nos dois eixos com as menores profundidades (400 e 1000m) e carbonato com 2500 e 3000m (Figura12).

Tabela 15- Valores de média (\bar{x}) e desvio padrão (DP) das variáveis ambientais (tipos de areia: areia fina, areia muito fina, areia média, areia grossa e areia muito grossa (%); tamanho médio do grão; silte; Cascalho; argila; temperatura (°C); carbonato (%) e matéria orgânica (%) encontrados nas profundidades (400, 1000, 1900, 2500 e 3000m).

<i>Campanhas</i>		<i>PROFUNDIDADES</i>									
		400		1000		1900		2500		3000	
		\bar{X}	DP	\bar{X}	DP	\bar{X}	DP	\bar{X}	DP	\bar{X}	DP
<i>Tamanho médio do grão</i>	1	5.64	0.82	6.05	0,38	5,78	0,74	4.66	0,71	4.59	0.46
	2	6.02	0.73	6.62	0.84	5,74	0.59	4.96	0.69	5.07	0,50
<i>Cascalho</i>	1	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2	0.001	0.001	0.000	0.000	0.002	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000
<i>Areia muito grossa</i>	1	0.002	0.002	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.001	0.002	0.001
	2	0.003	0.003	0.002	0.001	0.003	0.001	0.005	0.002	0.002	0.001
<i>Areia grossa</i>	1	0.005	0.007	0.003	0.001	0.009	0.002	0.020	0.007	0.019	0.009
	2	0.009	0.009	0.006	0.002	0.010	0.002	0.028	0.017	0.027	0.015
<i>Areia média</i>	1	0.022	0.034	0.011	0.004	0.030	0.003	0.102	0.045	0.086	0.042
	2	0.030	0.036	0.022	0.007	0.033	0.009	0.126	0.094	0.130	0.080
<i>Areia fina</i>	1	0.087	0.097	0.018	0.009	0.042	0.005	0.134	0.043	0.115	0.037
	2	0.082	0.087	0.035	0.016	0.045	0.018	0.141	0.073	0.147	0.091
<i>Areia muito fina</i>	1	0.110	0.080	0.034	0.022	0.038	0.008	0.107	0.041	0.108	0.020
	2	0.103	0.062	0.048	0.025	0.040	0.015	0.108	0.063	0.101	0.044
<i>Areia</i>	1	0.226	0.194	0.067	0.033	0.122	0.016	0.366	0.109	0.331	0.103
	2	0.226	0.178	0.113	0.046	0.131	0.041	0.409	0.218	0.406	0.228
<i>Silte</i>	1	0.503	0.244	0.623	0.104	0.692	0.052	0.422	0.175	0.487	0.110
	2	0.520	0.180	0.624	0.047	0.628	0.137	0.417	0.203	0.443	0.287
<i>Argila</i>	1	0.270	0.055	0.310	0.128	0.186	0.056	0.213	0.090	0.182	0.019
	2	0.253	0.113	0.263	0.050	0.240	0.174	0.173	0.047	0.150	0.071
<i>Matéria orgânica</i>	1	1.323	0.325	1.303	0.448	1.14	0.474	0.679	0.272	0.895	0.257
	2	1.448	0.408	1.608	0.465	1.346	0.174	0.271	0.271	1.022	0.216
<i>Carbonato</i>	1	35.105	22.599	19.098	10.739	52.818	3.011	53.410	16.030	47.975	41.548
	2	37.711	10.944	31.807	8.154	66.417	19.607	56.499	5.590	73.227	19.217
<i>Temperatura</i>	1	11.362	0.450	3.885	0.119	3.763	0.107	2.713	0.117	2.433	0.058
	2	11.292	0.533	3.810	0.171	3.788	0.031	2.957	0.288	2.300	0.122

Figura 12 - Análise de principais componentes (PCA), demonstrando os componentes de eixo, com vetorização das variáveis ambientais nas profundidades de 400 (▲ - verde), 1000 (▼ - azul marinho), 1900 (■ - azul) e 2500 (◆ - vermelho) e 3000m (● - rosa).



5.1.8 Relação das variáveis ambientais com a comunidade de nematoides

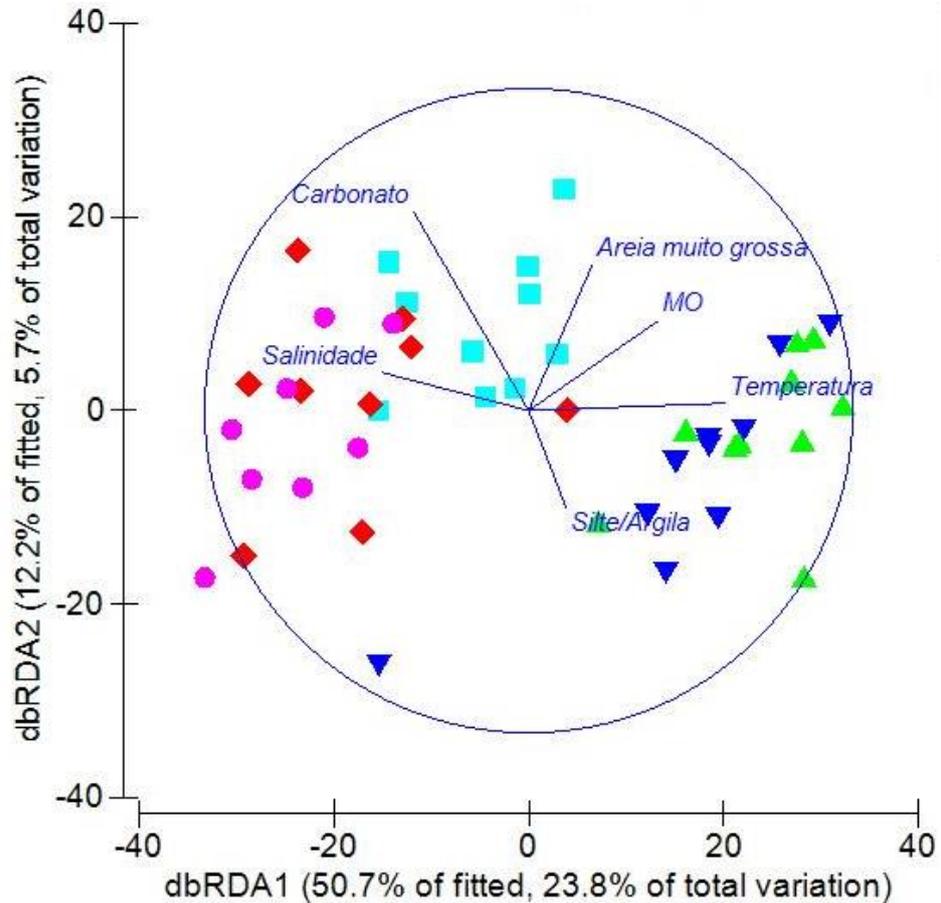
O padrão espacial correlacionado com as variáveis ambientais demonstra relação com a distribuição da comunidade. A rotina DisTLM (BEST) demonstrou que todas as variáveis aplicadas neste presente estudo, são responsáveis pela distribuição da fauna em 32.8%. Entretanto, a temperatura (14.97%) demonstrou ser a melhor variável para explicar a distribuição de nematoides. Além disso a carbonato, temperatura, matéria orgânica, salinidade, areia média, areia fina, areia muito fina, silte/argila e areia são as variáveis que melhor explicaram significativamente ($p \leq 0.03$) a distribuição da fauna, diferindo nas profundidades estudadas (Tabela 16).

Tabela 16- Análise de modelos lineares baseados na distância (DisTLM), com a melhor resolução revelando quais variáveis ambientais são responsáveis pela distribuição da fauna encontrada nas campanhas e profundidades deste estudo.

Variável	<i>SS(trace)</i>	<i>Pseudo-F</i>	<i>P</i>	<i>Prop.</i>
Cascalho	2942.7	16.768	0.099	0.035
Areia muito grossa	3310.7	18.953	0.045	0.040
Areia grossa	8357.1	51.124	0.001	0.102
Areia média	7955.2	48.401	0.001	0.097
Areia fina	4754	27.724	0.011	0.058
Areia muito fina	2326.3	13.153	0.16	0.028
Areia	5747.9	33.958	0.003	0.070
Silte/Argila	5751.8	33.983	0.005	0.070
Silte	3187	18.216	0.053	0.038
Argila	2787.2	15.851	0.111	0.034
Matéria orgânica	6769.2	40.536	0.001	0.082
Carbonato	5472.9	32.217	0.006	0.066
Temperatura	10496	66.131	0.001	0.128
Salinidade	3649.9	20.985	0.029	0.044

O dbRDA (Figura 13) demonstra os resultados do DisTLM relacionados a densidade de nematoides nas profundidades estudadas. Com correlação de Simpson os vetores das variáveis temperatura e MO foram identificados com importante papel na distribuição da fauna e adequados para melhor explicar (BEST) uma correlação positiva de mais de 30% com a fauna.

Figura 13 - Gráfico de redundância baseada em distância (dbRDA), demonstrando o modelo de DISTLM baseado nos dados de comunidades de nematoides nas profundidades de 400 (▲ - verde), 1000 (▼ - azul marinho), 1900 (■ - azul) e 2500 (◆ - vermelho) e 3000m (● - rosa) e variáveis ambientais ajustadas com seus vetores.



5.2 Composição do gênero *Acantholaimus*

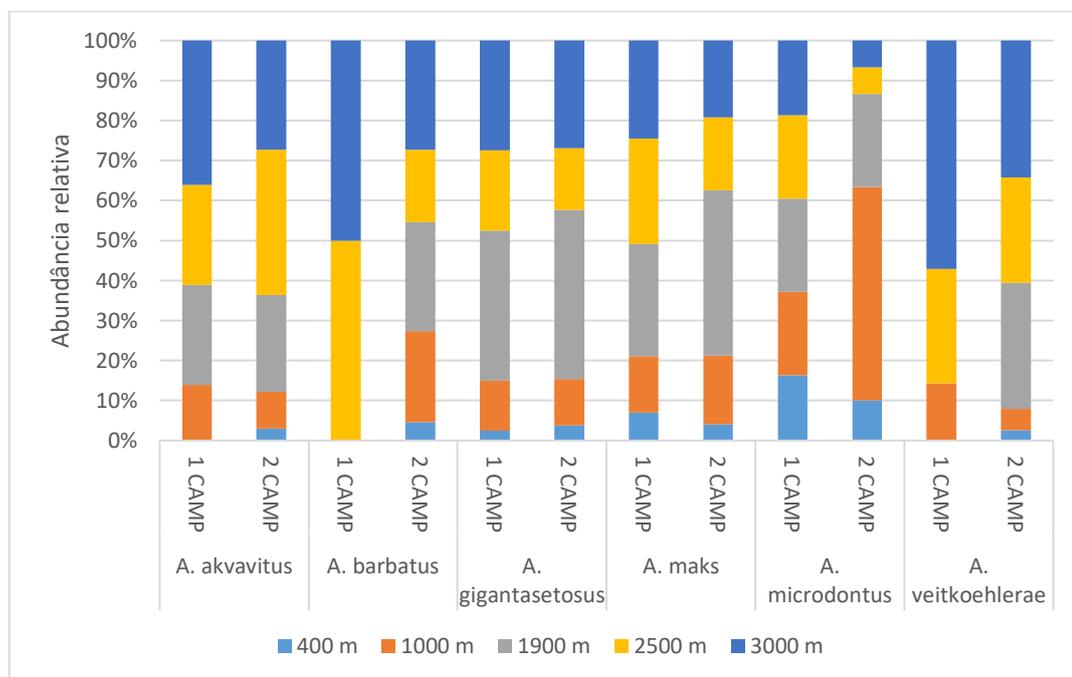
De um total de 903 indivíduos, previamente, separados, foi possível identificar 658 exemplares (280 na 1ª campanha; 378 na 2ª campanha). Isso se deveu ao estado de conservação das lâminas, especialmente, aquelas da primeira campanha.

No total foram encontradas 29 espécies do gênero *Acantholaimus* (ver item 5.3). Ao longo das profundidades (de 400 a 3000m) diferenças significativas (Pseudo-F: 2.6342 e $p = 0.002$) na abundância das espécies foram observadas. Realizando a análise de pareamento das profundidades observamos que 400 e 1900m são as únicas que não diferem significativamente ($p < 0.05$) das demais.

As espécies *Acantholaimus maks*, *Acantholaimus akvavitus*, *Acantholaimus barbatus*, *Acantholaimus microdontus*, *Acantholaimus gigantasetosus*,

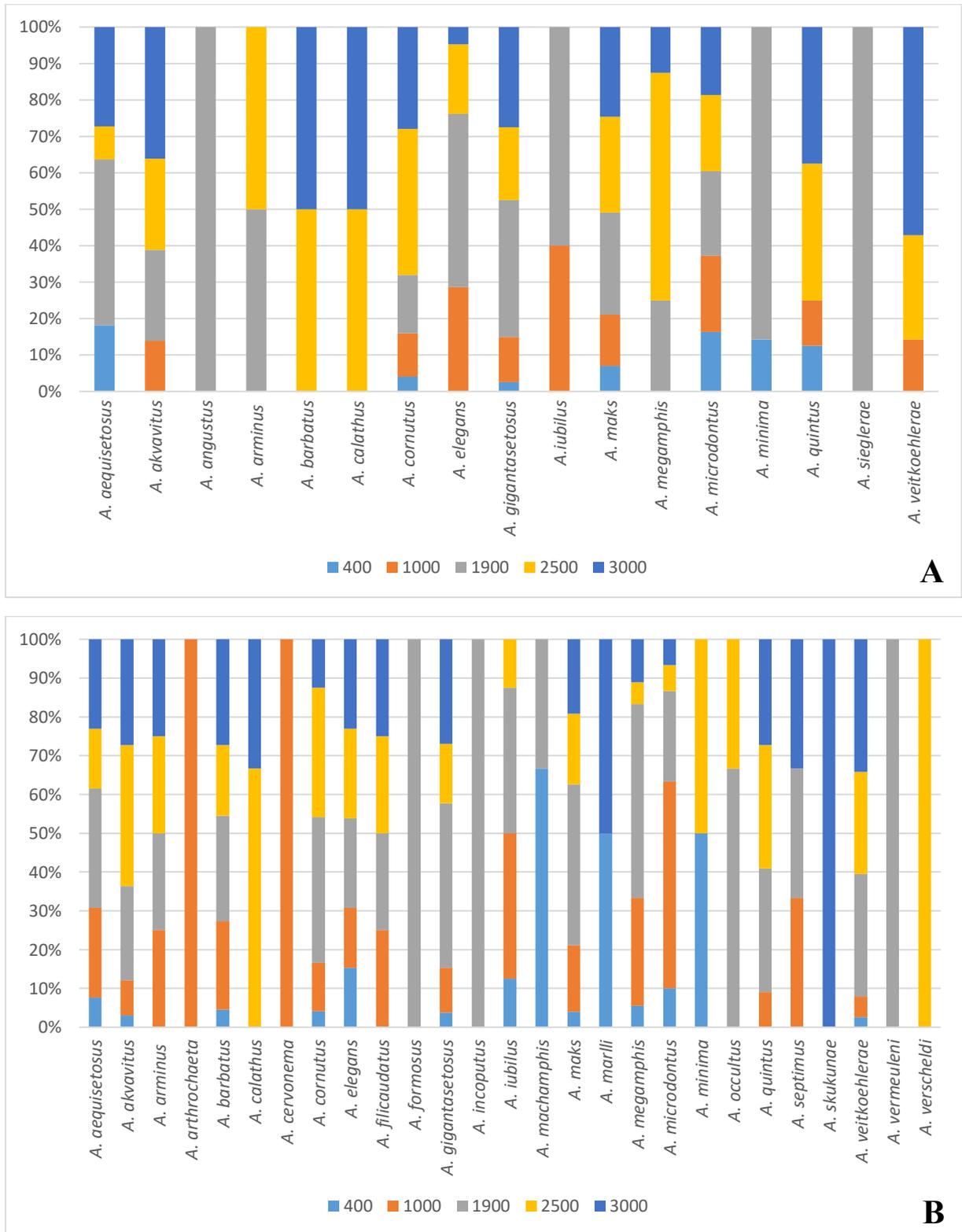
Acantholaimus veitkoehlerae, obtiveram os maiores valores de abundância dentre todas encontradas, compreendendo quase 50% das espécies identificadas (Figura 14). Existe uma diferente distribuição das espécies onde: *Acantholaimus akvavitus*, *Acantholaimus angustus*, *Acantholaimus barbatus*, *Acantholaimus quintus* e *Acantholaimus veitkoehlerae* foram registrados nas profundidades menores que 1900m (Figura 14). Enquanto as demais seguiram padrões de distribuição previamente publicados.

Figura 14 - Abundância total das cinco espécies do gênero *Acantholaimus* que apresentam maior dominância entre as profundidades estudadas.



A espécie *Acantholaimus maks* representa a maioria dos indivíduos encontrados no talude durante os dois períodos de amostragem. Com a variação batimétrica a abundância dos indivíduos de *Acantholaimus maks* elevaram-se. Os maiores valores de abundância da segunda espécie mais dominante, *Acantholaimus microdontus*, demonstram estar concentrados nas profundidades de 1000 e 1900m (Figura 15). Um padrão observado para a espécie *Acantholaimus veitkoehlerae* é que o aumento da profundidade reflete no aumento crescente da abundância destes indivíduos.

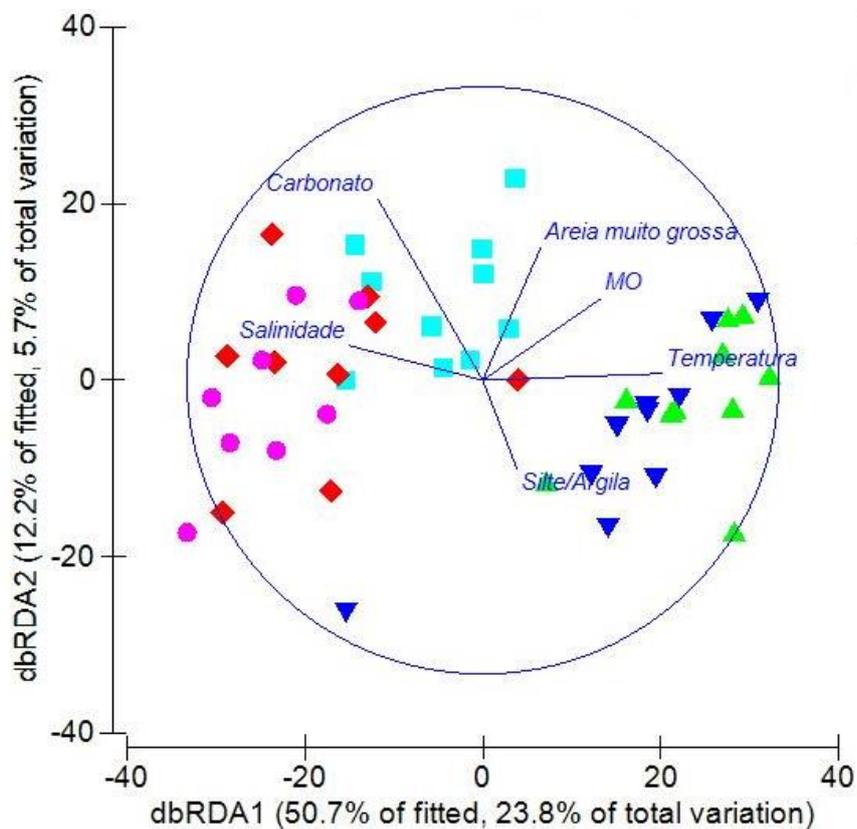
Figura 15 - Abundância total de todas as espécies de nematoides do gênero *Acantholaimus* identificadas na (A) 1ª Campanha e (B) 2ª Campanha.



Analisando a influência das variáveis ambientais sobre o gênero *Acantholaimus* (DistLM), todas as variáveis ambientais foram responsáveis por explicar 60.56% da distribuição das espécies nas profundidades. O tipo de

sedimento AM foi a variável que melhor explicou a distribuição das espécies, com 14.19%. Os tipos de sedimento (areia, areia fina, areia grossa e areia média) foram as variáveis que mais influenciaram significativamente ($p \leq 0.01$). As espécies apresentaram correlação negativa em 20% com argila, silte, areia fina, cascalho e areia, e positiva com matéria orgânica e temperatura (Figura 16).

Figura 16 - Análise de redundância baseada na distância (dbRDA), demonstrando a distribuição de *Acantholaimus* ao longo de um perfil batimétrico com as determinadas combinações: 400m (▲- verde); 1000m (▼- azul marinho); 1900m (■ – azul); 2500m (◆-vermelho) e 3000m (●-rosa).



5.2.1 Descrição da nova espécie de *Acantholaimus*

A seguir é apresentada uma lista taxonômica das espécies válidas do gênero *Acantholaimus*, baseada no banco de dados internacional NeMys e a nova espécie descrita neste estudo.

FILO NEMATODA Potts, 1932	
CLASSE CHROMADORIDAE Inglis, 1993	
SUBCLASSE CHROMADORIA Pearse, 1942	
ORDEM CHROMADORIDA Chitwood, 1993	
Subordem Chromadorina Filipjev, 1929	
Superfamília Chromadoroidea Filipjev 1917	
Família Chromadoridae Filipjev, 1917	
Subfamília Spilipherinae Filipjev, 1918	Presente neste estudo
<i>Acantholaimus</i> Allgén, 1933	
<i>Acantholaimus aequisetosus</i> Soetaert, 1988	X
<i>Acantholaimus aheneus</i> Bussau, 1993	
<i>Acantholaimus akvavitus</i> Gerlach, Schrage e Riemann, 1979	X
<i>Acantholaimus angustus</i> Bussau, 1993	X
<i>Acantholaimus arminius</i> Gerlach, 1979	X
<i>Acantholaimus arthrochaeta</i> Miljutina e Miljutin, 2011	X
<i>Acantholaimus barbatus</i> Miljutina e Miljutin, 2011	X
<i>Acantholaimus caecus</i> Bussau, 1993	
<i>Acantholaimus calathus</i> Gerlach, Schrage e Riemann, 1979	X
<i>Acantholaimus cornutus</i> Miljutina e Miljutin, 2011	X
<i>Acantholaimus coruscus</i> Bussau, 1993	
<i>Acantholaimus crenatus</i> Soetaert, 1988	
<i>Acantholaimus cyathibucca</i> Vivier, 1985	
<i>Acantholaimus effilatus</i> Soetaert, 1988	
<i>Acantholaimus elegans</i> Jensen, 1988	X
<i>Acantholaimus ewensis</i> Platt e Zhang, 1982	
<i>Acantholaimus filicaudatus</i> Soetaert, 1988	X
<i>Acantholaimus formosus</i> Mijultina, Mijultin e Tchesunov, 2013	X
<i>Acantholaimus gathumai</i> Muthumbi e Vincx, 1997	
<i>Acantholaimus geraerti</i> Muthumbi e Vincx, 1997	
<i>Acantholaimus gigantasetosus</i> Vivier, 1985	X
<i>Acantholaimus heipi</i> Muthumbi e Vincx, 1997	
<i>Acantholaimus incomptus</i> Vivier, 1985	
<i>Acantholaimus invaginatum</i> Muthumbi e Vincx, 1997	
<i>Acantholaimus iubilus</i> Gerlach, Schrage e Riemann, 1979	X
<i>Acantholaimus longisetosus</i> Allgén, 1933	
<i>Acantholaimus longistriatus</i> Goubault e Vincx, 1985	
<i>Acantholaimus macramphis</i> Goubault e Vincx, 1985	
<i>Acantholaimus maks</i> Gerlach, Schrage e Riemann, 1979	X
<i>Acantholaimus marlii</i> Manoel et al., 2017	
<i>Acantholaimus megamphis</i> Vivier, 1985	X
<i>Acantholaimus microdontus</i> Goubault e Vincx, 1985	X
<i>Acantholaimus minutus</i> Vitiello, 1970	X
<i>Acantholaimus mirabilis</i> Soetaert, 1988	
<i>Acantholaimus obviatus</i> Vivier, 1985	
<i>Acantholaimus occultus</i> Bussau, 1993	X
<i>Acantholaimus pilosus</i> Kreis, 1963	
<i>Acantholaimus polydentatus</i> Gerlach, 1951	
<i>Acantholaimus pygmaeus</i> Soetaert, 1988	
<i>Acantholaimus quadridentatus</i> Jensen, 1985	

<i>Acantholaimus quintus</i> Gerlach, Schrage e Riemann, 1979	X
<i>Acantholaimus robustus</i> Miljutina e Miljutin, 2011	
<i>Acantholaimus septimus</i> Gerlach, Schrage e Riemann, 1979	X
<i>Acantholaimus setosus</i> Vitiello, 1970	
<i>Acantholaimus sieglerae</i> Miljutina e Miljutin, 2011	X
<i>Acantholaimus skukunae</i> Mijultina et al., 2013	
<i>Acantholaimus spinicauda</i> Gerlach, Schrage e Riemann, 1979	
<i>Acantholaimus tchesunovi</i> Miljutina e Miljutin, 2011	
<i>Acantholaimus tectus</i> Bussau, 1993	
<i>Acantholaimus vasicola</i> Soetaert, 1988	
<i>Acantholaimus veitkoehlerae</i> Mijultina e Miljutin, 2011	X
<i>Acantholaimus verscheldi</i> Muthumbi & Vincx, 1997	X
<i>Acantholaimus vermeuleni</i> Muthumbi e Vincx, 1997	X
<i>Acantholaimus sp nova</i> Silva 2019	X

5.2.2 Diagnose do gênero *Acantholaimus* (MANOEL; SILVA; ESTEVES, 2017)

Spilipherinae: Arranjo cefálico disposto em três círculos (6 + 6 + 4). Segundo e terceiro círculos podem estar juntos. Cercas cefálicas às vezes articulada. Cutícula pontuada, muitas vezes com linhas transversais de pontos; diferenciação lateral pode estar presente com pontos aumentados e dispostos irregularmente, ou espaçadamente, ou em linhas transversais ou longitudinais. As cerdas somáticas podem estar presentes ou ausentes. Grande *fovea amphidialis*, redonda, com borda posterior interrompida, quase em forma de vírgula ou espiral, mais largo que longo. Cavidade bucal ornamentada com três ou mais dentes sólidos, dentes minúsculos ou grandes, muitas vezes eversíveis. Doze *folderes* em forma de bastonete no cheilostom. Glândula ventral, poro secretor-excretor e anel nervoso de difícil visualização. Machos com testículo estendido testículos e fêmeas com dois ovários refletidos *antidromous*. Espículas de construção peculiar, achatadas e alargadas proximalmente. *Gubernaculum* em forma de bastonete sem apófise e bifurcado em sua extremidade distal. Grandes espermatozoides, em forma de “pera”, muitas vezes estruturalmente complexo. Sem suplementos pré-cloacais Cauda longa, filiforme. Marinha, principalmente no alto mar. Número de espécies conhecidas: 52.

Espécie tipo: *Acantholaimus longisetosus* Allgén, 1933

5.2.3 *Acantholaimus* sp. nov.

Material examinado Cinco machos e três fêmeas.

Localidade tipo: Material coletado no talude da Bacia do Espírito Santo, Brasil.

Profundidade de 1900, 2500 e 3000m.

Sedimentos: coletados em sedimentos finos (areia fina e silte/argila)

Coletor: Boxcorer

Holótipo macho

Corpo cilíndrico medindo 607 μm com extremidade anterior retangular e porção posterior filiforme (Figura 17). Região medial robusta. Cutícula pontilhada organizada em fileiras transversais ao longo de todo o corpo. Diferenciação lateral com pontuações maiores, estendendo-se da porção posterior da *fovea amphidialis* até a região do bulbo faríngeo. Poros cuticulares circulares presentes ao longo de toda extensão do corpo. Arranjo cefálico constituído por três círculos distintos de cerdas (6+6+4). Seis papilas labiais internas de difícil visualização, seis cerdas labiais externas (4 μm) e quatro cerdas cefálicas (9 μm). *Fovea amphidialis* arredondada, com linha posterior interrompida, com 8 μm de largura, ocupando 38% da região correspondente do corpo, localizado a 11 μm da extremidade da região anterior (Tabela 17). Presença de única cerda sub-anfidial (5 μm). Região cervical ocupada por quatro fileiras (2 subventrais e 2 subdorsais) de cerdas medindo de 8 a 9 μm . Cavidade bucal formada por região anterior larga com presença de bulbo bucal (Figura 19). Cinco dentes distintos e esclerotizados. Três maiores (1 dorsal e 2 ventrais) de tamanhos idênticos (9 μm) e dois dentes subventrais pequenos e de difícil visualização. Faringe muscular (186 μm), cilíndrica, que se alarga gradualmente sem formar bulbo bem desenvolvido. Anel nervoso ausente. Pequena cárdia dentro do intestino. Sistema reprodutor formado por um testículo anterior estendido (259 μm), localizado a direita do intestino. Espícula curta achatada com região proximal alongada. Espermatozóide em formato de “pêra” ocupando 36% na região correspondente do corpo (Figura 18). *Gubernaculum* alongado em forma de bastão curvo, com região distal bifurcada. Suplementos pré-cloacais ausentes. Três glândulas caudais limitadas à cauda. Cauda cônica cilíndrico-filiforme. Espinerete curto em formato “ponta de lança”.

Alótipo fêmea

Fêmea com formato de corpo semelhante ao macho medindo 538 μm . Cutícula pontilhada organizada em toda porção corporal. Diferenciação lateral com pontuações maiores. Poros cuticulares presentes em toda extensão corporal. Arranjo cefálico formado por seis papilas labiais internas de difícil visualização, sei cerdas labiais externas (4 μm) e quatro cerdas cefálicas (8 μm). *Fovea amphidialis* arredondada, com linha posterior interrompida, com 6 μm de largura, ocupando 29% da região correspondente do corpo, localizada a 8 μm da extremidade anterior. Ausência de cerda sub-anfidial devido ao processo metodológico. Região cervical composta por quatro fileiras (2 subventrais e 2 subdorsais) de cerdas medindo 11 μm . Cavidade bucal constituída por região anterior larga com presença de bulbo bucal. Cinco dentes distintos e esclerotizados. Três maiores (1 dorsal e 2 subventrais) de tamanhos idênticos (8 μm) e dois subventrais pequenos e de difícil visualização. Faringe muscular (120 μm), cilíndrica, com alargamento até região bulbar pouco desenvolvida. Anel nervoso e cárdia não visível. Sistema reprodutor ocupando 39% do comprimento total do corpo. Dois ovários opostos refletidos e *antidromous* (com um ovário a direita e outro à esquerda do intestino). Glândulas caudais presentes na porção proximal da cauda. Cauda cônica cilíndrico-filiforme. Espinerete curto em formato de ponta de lança.

Tabela 17- Medidas de corpo de *Acantholaimus sp nov*, ver lista de abreviaturas em item 2.2. *n.v.: não visível

Número da sp.	1	2	3	4	5	6	7	8
Tipo	Halótipo	Parátipo						
Profundidade (m)	2500	3000	2500	2500	3000	3000	1900	2500
<i>Lâmina</i>	36	35	3	17	22	26	16	45
<i>Sexo</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>f</i>	<i>f</i>	<i>f</i>
<i>A</i>	14.14	n.d.	n.d.	n.d.	16.55	13.9	10.26	n.d.
<i>a'</i>	8.88	8.86	13.97	14.72	10.54	7.81	6.59	13.18
<i>B</i>	5.19	n.d.	n.d.	n.d.	5.41	7.99	4.67	n.d.
<i>b'</i>	3.26	3.01	4.2	3.97	3.44	4.49	3	5.37
<i>C</i>	2.69	n.d.	n.d.	n.d.	1.6	2.28	2.79	n.d.
<i>c'</i>	8.77	n.d.	n.d.	n.d.	13.87	12.1	6.5	n.d.
<i>L</i>	966	n.d.	n.d.	n.d.	981	957	686	n.d.
<i>L'</i>	607	520	761	621	625	538	440	894
<i>abd.</i>	40.93	30.06	37.25	26.22	44.18	34.65	37.79	35.4
<i>Mbd</i>	68.31	58.68	54.46	42.19	59.27	68.8	66.78	67.78
<i>esp. aco</i>	27.82	25.09	23.97	23.64	26.50	-	-	-
<i>esp. arc.</i>	30.07	28.62	n.v.	22.98	29.61	-	-	-
<i>far.</i>	186	173	181	156	181	120	147	166
<i>gub.</i>	15	12.96	n.v.	n.v.	12.81	-	-	-
<i>hd.</i>	17.62	17.64	19.59	n.v.	n.v.	14.21	n.v.	20.22

Figura 17 - *Acantholaimus* sp nov. (A) Habitus da sp.; (B) Região anterior (dentes); (C) Região anterior (seta indicando a presença da *fovea amphidialis*); (D) Região posterior (cutícula e região proximal da cauda, Cônica) e (E) Região posterior (Caudal cônica-filiforme). Fotos: Alex Manoel da Silva.

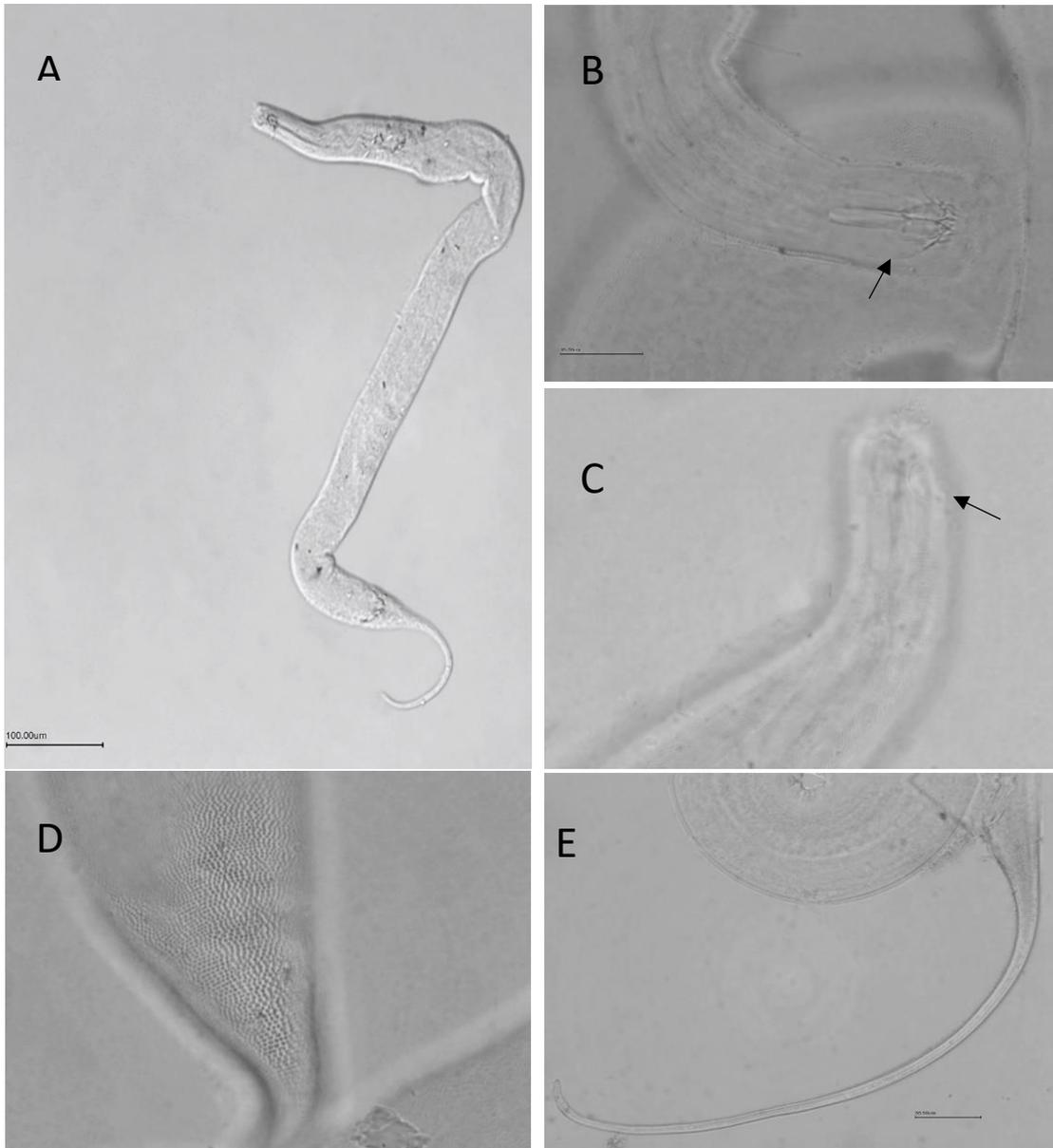


Figura 18 - Sistema reprodutor de *Acantholaimus* sp nov, setas indicando a presença de: (A) espermatozoides; (B) Espícula; (C) *Gubernaculum* e (D) ovários e vulva. Fotos: Alex Manoel da Silva

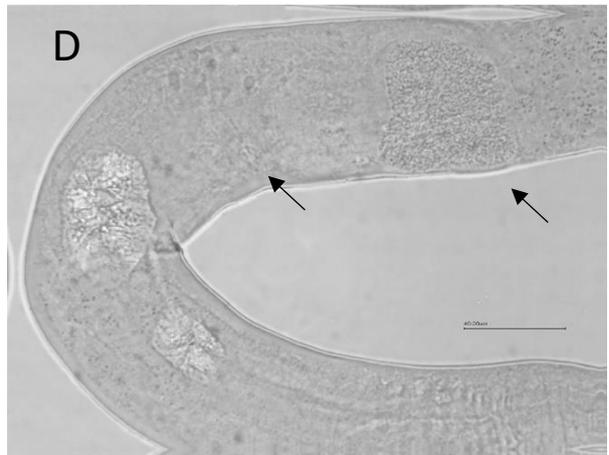
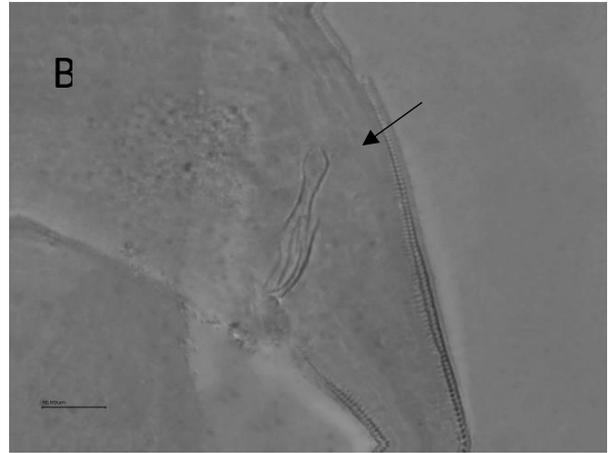
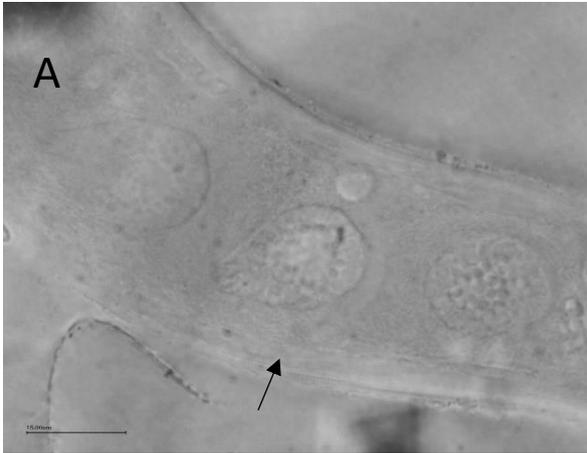


Figura 19 - *Acantholaimus* sp nov: Região anterior (A) faringe; seta indicando a presença da (B) cavidade bucal, dentes, folderes e (C) Cerdas cervicais, cerdas labiais externas, cerdas somáticas. Fotos: Alex Manoel da Silva.



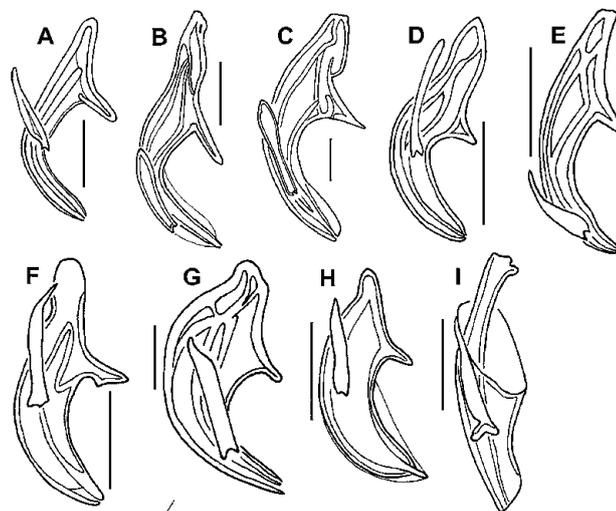
DIAGNOSE DIFERENCIAL

A espécie nova possui características comuns para o gênero, como o formato do anfídeo, a diferenciação lateral com pontuações maiores, com grandes espermatozoides em forma de pêra. Apresenta características similares com *A. formosus*, que possui a forma de corpo com suas extremidades finas e região corporal alargada, o bulbo bucal bastante desenvolvido em forma de “barril”. Essa última comum também na espécie *A. angustus*.

Acantholaimus sp nov assemelhasse a *A. angustus* e *A. occultus* pela distância do anfídeo até a extremidade anterior. Também se assemelha a *A. tchesunovi* pelo tamanho do gubernáculo e formato semelhante a *A. seiglerae*. A presença de única cerda sub-anfidial tem semelhança com *A. versheldi*, porém o posicionamento é distinto, localizando mais próximo a porção posterior da *fovea amphidialis*.

As espículas dos machos do gênero tem formato distal e proximalmente finas, tornado uma característica peculiar entre todos os gêneros de nematoides (Figura 20). As espécies dentro do próprio gênero podem possui espículas semelhantes, mas as costelas cuticulares parecem ser uma característica espécie-específica. Desta forma, mesmo *Acantholaimus sp nov* com características morfológicas parecidas com as demais acima citadas, o formato espicular torna-a espécie distinta das demais, apresentando como característica a porção proximal alongada em formato de “colher” e distalmente curta.

Figura 20 - Imagens ilustrativas das espículas do gênero *Acantholaimus*, presentes na revisão de Miljutin e colaboradores (2016).



6 DISCUSSÃO

6.1 Relação da riqueza, composição, estrutura e densidade da comunidade com a profundidade

A comunidade de nematoides encontrada na região do Atlântico Sul, no talude da bacia do Espírito Santo, é constituída por um grande número de gêneros, podendo ser considerada área de grande riqueza. Corroborando com achados para mar profundo que são caracterizados por um número significativo de gêneros (DANOVARO et al., 2009b; VANREUSEL et al., 2010b) (Tabela 18). Comparado a outras regiões como taludes continentais da Nova Zelândia (LEDUC et al., 2012), mar de Weddel no Ártico (VANHOVE; ARNTZ; VINCX, 1999) e a plataforma do Golfo do México (BEATON et al., 2018), a Bacia do Espírito Santo apresenta uma superior riqueza de gêneros.

Tabela 18- Valores do número de gêneros de nematoides encontrados em outras regiões de mar profundo pelo globo.

Autor	Profundidade	Nº de gêneros	Localização
Netto et al. (2005)	215-890	157	<i>Atlântico Sul</i>
Ingels et al. (2011)	3209-4482	140	<i>Margem ibérica</i>
Danovaro et al. (2008)	1290-4000	108	<i>Mar mediterrâneo</i>
Leduc et al. (2012)	237- 3100	162	<i>Pacífico</i>
Thruher et al. (2014)	115-4261	155	<i>Mar mediterrâneo</i>
Moura (2013)	400-2500	170	<i>Atlântico Sul</i>
Silva (2012)	400-1300	180	<i>Atlântico Sul</i>
Presente estudo	400-3000	201	<i>Atlântico Sul</i>

Grande parte dos gêneros identificados pertencem a família Chromadoridae que vem sendo demonstrada como a família mais encontrada em habitats de fundo oceânico (PAPE et al., 2017) e a família Comesomatidae, estando abrangentemente distribuída, no qual os seus representantes *Acantholaimus* e *Sabatieria*, respectivamente, demonstram ter uma estreita relação com a profundidade (LINS et al., 2016; MILJUTIN; MILJUTINA, 2016b; MILJUTINA et al., 2010; MILJUTINA; MILJUTIN; TCHESUNOV, 2013).

As comunidades de nematoides ao longo das profundidades apresentaram diminuição na riqueza e diversidade com a profundidades, mas com manutenção da equitabilidade, exceto para duas profundidades. Foram formadas por dois grupos claramente segmentados pela profundidade de 1900m. Sendo classificados como: I – grupo composto por indivíduos que apresentam maior dominância para águas rasas, como é o caso de *Sabatieria*, *Daptonema* e *Cervonema*, para as profundidades de 400 e 1000m; e II- grupo de indivíduos com dominância alta em mar profundo, como *Acantholaimus* e *Thalassomonhystera*.

A zonação de gêneros dentro das profundidades revelou uma estruturação de duas comunidades, onde quanto mais distante a profundidade se encontra maior a dissimilaridade entre elas, chegando 84% entre as profundidades de 400 e 3000m. Padrões de distribuição semelhantes foram relatados por Moura (MOURA et al., 2013) e (GHOSH; MANDAL, 2018), com a distinção entre os gêneros *Acantholaimus*, *Thalassomonhystera* e *Sabatieria*. Os representativos de águas profundas, *Acantholaimus* e *Thalassomonhystera*, têm sido corriqueiramente registrados para zonas de profundidades elevadas ((MILJUTINA et al., 2010; MUTHUMBI et al., 2004; NETTO; GALLUCCI; FONSECA, 2005; SIBUET; VANREUSEL; GAEVER, 2009)., assim encontrados neste estudo com maiores densidades nas profundidades de 2500 e 3000m.

A distribuição dos gêneros variou entre profundidades e apenas entre os transectos A vs B, revelando a presença de uma configuração de habitats semelhantes entre as mesmas profundidades. Isso deve-se ao fato que há uma heterogeneidade de habitats ao longo das profundidades, como por exemplo um aumento do número de gêneros oportunistas associados a elevadas concentrações de matéria orgânica e em contrapartida outros interligados a sua diminuição.

A exclusividade de gêneros encontrada neste presente estudo entre as profundidades de 1000 e 2500m, reforça a hipótese de uma diversidade específica com a profundidade (YUKIO; SUMIDA, 2015), pois diferentes regiões de mar profundo apresentam constituições de específicas de nematoides (VANREUSEL et al., 2010c). Sendo visto também em taludes do Oceano Pacífico onde a variação de profundidade de 1050 a 1355m demonstrou por exemplo a presença exclusiva de *Viscosia* para profundidades de 1140m (GAMBI; VANREUSEL; DANOVARO, 2003). Assim como visto em cânions no Atlântico norte que apresentou gêneros que não

foram encontrados na plataforma da Margem Ibérica, em profundidades que variaram de 3453 a 4340m de profundidade (INGELS et al., 2009).

A presença de alguns gêneros em determinadas profundidades pode ser resultado de variações no habitat. Regiões de mar profundo são áreas consideravelmente estáveis, entretanto há uma série de perturbações físicas e biológicas que podem gerar desequilíbrios pontuais, modulando mosaico de nichos (YUKIO; SUMIDA, 2015; ZEPILLI et al., 2016). A heterogeneidade do mar profundo resultam na colonização de diferentes assembleias de nematoides, fazendo-se dependente das características do habitat (MOENS et al., 2013; ZEPILLI et al., 2016).

De forma geral, parte dos transectos aqui estudados, demonstraram uma diminuição gradativa da densidade com o aumento de profundidade, o que condiz com a hipótese de redução na densidade com a variação de profundidade (REX; ETTER, 2010; ROSLI et al., 2016). Diferenças foram encontradas com aumento de 15 até 34% entre as profundidades de 400 e 1000m, com posterior diminuição, podendo ser resultados de um aumento na disponibilidade de alimento pontual nestas regiões.

Os maiores valores de densidade obtidos em 1000m podem ser resultantes de alterações nas interações complexas de variáveis abióticas e bióticas, ver tópico 6.2 (MOENS et al., 2013). Distúrbios como irregularidades topográficas que podem resultar em correntes de fundo, arrastando partículas da superfície afetando a distribuição das fontes alimentares, levando a variação da densidade de nematoides (LEE et al., 1977; VANAVERBEKE et al., 2003).

6.2 Influência das variáveis ambientais sobre as comunidades de nematoides

Nesta área de talude foram encontrados quatro tipos de sedimentos superficiais: cascalho, areia (areia muito fina, areia fina, areia média, areia grossa e areia muito grossa), silte e argila. Relações significativas foram encontradas entre areia grossa e fina com a distribuição dos gêneros na comunidade (Tabela 11). Corroborando com estudos que demonstram o papel fundamental dos tipos de sedimentos na estruturação da fauna (SNELGROVE, 1997a), sendo eles reflexos

das condições ambientais como permeabilidade, teor de oxigênio e hidrodinâmismo de fundo oceânico (GIERE, 2008).

O tamanho médio do grão obteve uma diminuição de 18% entre as profundidades de 400 e 3000m, com aumento de tamanho em 1900m, essa variação do TMG reflete em área com pouca energia hidrodinâmica onde os teores de oxigênio dissolvido são menores ou apresentam fontes hidrotermais que retiram sedimento fino e os depositam em locais poucos energizados (MOURA et al., 2013). A redução do TMG resultou na ausência de nematoides robustos, como visto pela baixa dominância de gêneros da família Draconematidae, por exemplo *Eudraconema*, já era esperado e já visto em talude continental no Atlântico Norte (MOURA et al., 2013). Por serem indivíduos que necessitam de espaço entre os interstícios para locomoção (GHESKIERE et al., 2005). Essa constituição de tipo de sedimento e composição revela que alguns gêneros estão restritamente relacionados a determinadas profundidades, o que não se aplica diretamente a nível de espécie.

Exatamente na profundidade de 1900m as concentrações de silte apresentaram os maiores valores ($\leq 69\%$), nas duas campanhas. Número aproximados de concentração de silte no sedimento foi encontrado no Cânion Nazaré, na margem Ibérica, chegando a quase 80% em profundidades de mais de 4000m (INGELS et al., 2009). Nestas concentrações há dominância da família Draconematidae foi reduzida. Porém, o gênero *Prochaetosoma* (Draconematidae) foi encontrado em amostras de 3000m, reflexo de maiores concentrações de areia nas profundidades de 2500 e 3000m.

A área aqui estudada situa-se sob a influência de uma zona de alta pressão (Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul- ASAS), determinando a circulação dos ventos alísios (TSCHIEDEL, 2012). A presença de ventos nesta região gera a formação das Correntes do Brasil (CB), formada por afundamentos de água oriundos da convergência Subtropical, que segue em direção ao norte indo de encontro com a corrente Sul Equatorial, dando retorno em parte da região sudoeste do continente (DA SILVEIRA et al., 2000). Esse sistema de correntes marítimas do Brasil passa pelo complexo de recifes de corais em Abrolhos que já apresenta altos níveis de turbidez decorrentes de sedimentos continentais ou ressuspensos. Essa corrente marítima continua parece ter influência sobre a plataforma e taludes, “redepositando”

sedimentos no fundo da Bacia. Já relatado por França et al. (FRANÇA et al., 2007) como uma área que apresenta progradações de sedimentos finos (carbonatos detríticos e vulcanoclásticas), oriundos do Banco de Abrolhos.

Essa deposição no sedimento oriundo da plataforma continental corrobora com as concentrações de carbonato encontrados nas maiores profundidades, o que não demonstra relações significativas ($p < 0.05$) para com a comunidade de nematoides. A presença de carbonato é resultado de “restos” de organismos que fazem o uso de carbonato de cálcio para formação de seus esqueletos. Além disso, esse efeito de distribuição de massas de águas nos oceanos resulta no despejo de detritos no talude, sendo a explicação plausível para os maiores valores de MO encontradas nas duas primeiras profundidades e menores concentrações ao longo das profundidades. Sendo esta variável uma das que melhor explica a variação significativa da distribuição da nematofauna presente neste trabalho (Tabela 11). Gerando dominância de alguns gêneros como *Sabatieria* e *Cervonema* em 400 e 1000m encontrados comumente em áreas de enriquecimento orgânico (GAMBI; DANOVARO, 2016a), redução da densidade e da biomassa com a profundidade.

Diminuição da MO com a profundidade foi encontrado em cânions e talude (400 a 1600m) no Mar Mediterrâneo (INGELS et al., 2009, 2013), no qual a densidade e biomassa também seguiram o padrão de diminuição. Assim como relatado por Vanaverbeke e colaboradores (2003, 2004) que comunidades bentônicas de águas profundas são dependentes de matéria orgânica oriunda da superfície, pois a produção primária é reduzida pela falta de incidência luminosa.

A variação da biomassa aqui presente, não revela o padrão comumente encontrado na maioria dos estudos de mar profundo, de diminuição da biomassa com a variação de profundidade (GAMBI; DANOVARO, 2016b). Nesta região de talude é encontrado uma biomassa de nematoides com dois padrões distintos, alguns transectos demonstram diminuição e outros, por exemplo o transecto “E”, a biomassa aumentou (vide item 5.1.5). Quando relacionada a disponibilidade de alimento e os elevados valores de biomassa encontrados em 300m metros, correspondem exatamente a maiores as concentrações de matéria orgânica nesta profundidade. Podendo ser resultado de um “bloom” de alimentos, favorecendo um grupo de nematoides em específico (VANAVERBEKE et al., 2004). Respondendo

de mesmo modo o pico de matéria orgânica encontrado em 1000 metros (1,3 %) e o aumento da biomassa entre as profundidades de 400 e 1000 metros.

O aumento da profundidade revelou uma diminuição das temperaturas, e que a profundidade de 400 metros foi a única a apresentar temperaturas acima dos 10 graus, esta variável ambiental demonstrou explicar a distribuição da fauna em quase 14%, separando a fauna em duas zonas. Como explicado anteriormente, a fauna foi dividida em gêneros de águas mais rasas (*Cervonema*, *Daptonema*, *Sabatieria*) e profundas (*Acantholaimus*, *Thalassomonhystera*). Esse padrão é normalmente encontrado com o aumento da profundidade e normalmente negligenciado como fator importante na diversidade de mar profundo (YASUHARA; DANOVARO, 2016).

Apesar de leve aumento do número de gêneros encontrados entre as profundidades de 2500 e 3000m, padrão semelhante foi achado para o Mediterrâneo. Com decréscimo da abundância e maiores de diversidade em mínimas temperaturas, deduzindo que a diversidade da fauna bentônica é influenciada diretamente pela variação de temperatura. Devendo então lembrar que há estabilidade de temperatura no mar profundo, o que engloba essas espécies de fundo como sensíveis a variações de temperatura (YASUHARA; DANOVARO, 2016).

6.3 Diversidade funcional de nematoides no talude da Bacia do Espírito Santo

A compreensão de funcionalidade ecossistêmica para estudos com nematoides marinhos difundiu-se pelo uso de caracteres morfofuncionais que demonstram estar relacionados funções dos indivíduos no ecossistema.

O índice de diversidade trófica (IDT) encontrado no talude indicou uma área de grande diversidade, configurando que todas as comunidades em profundidades, pontos e anos diferentes permaneceram estáveis sobre a influência das variáveis ambientais. Nos dados aqui presentes, os sedimentos da Bacia do Espírito são constituídos basicamente por sedimentos lamacentos e com deposição de matéria orgânica (MO) em menores profundidades. Demonstrando associação com o percentual de detritívoros não-seletivos (1B), pois o mesmo parece ser mais

abundantes em nas menores profundidades em ambas campanhas, estando relacionados e deposição de sedimentos (SEMPRUCCI et al., 2018). Além do mais a presença de 1B foi demonstrada como resposta para áreas que sofrem menor impacto hidrodinâmico (RAES et al., 2007). Apesar de grandes profundidades que variaram de 3400 a 4335m, no cânion Nazaré evidenciou o aumento de detritívoros 1B, efeito do depósito de MO oriunda da plataforma continental (INGELS et al., 2009).

Em contrapartida os raspadores de substrato (2A) aparecem associados a diminuição de MO no ambiente. Na profundidade de 1000m concentrações de MO foram maiores, o que conseqüentemente e enfaticamente reduziu o percentual de raspadores de substrato (2A), que é dominante nas maiores profundidades (1900 a 3000m). Estudos relatam que estes indivíduos apresentam uma correlação negativa com o depósito de matéria orgânica no ambiente (ALVES et al., 2014; LINS et al., 2013; SEMPRUCCI et al., 2018).

A diminuição de detritívoros 1B e aumento detritívoros seletivos (1A) nas últimas duas profundidades, somados a diminuição de MO nestas regiões, é indicativo de produção bacteriana. De acordo com estudo no talude do Atacama 1A diminuiu com a redução da abundância e biomassa microbiana (GAMBI; VANREUSEL; DANOVARO, 2003). Em águas rasas (ARMENTEROS et al., 2009) é comum números elevados de detritívoros 1A, gerados pela formação de biofilmes bacterianos oriundos da degradação de MO.

Nesta variação de profundidade aqui estudada, os predadores/onívoros (2B) demonstraram ser numerosos, exceto com menor densidade nas ísobatas intermediária (1900m), nos dois períodos amostrais. Provavelmente resultado de uma maior variedade alimentar (presas, diatomáceas, juvenis de macrofauna e demais organismos da meiofauna) (SEMPRUCCI et al., 2018). Ressaltando que são predadores facultativos, podendo também se alimentam de detritos orgânicos (MOENS; VINCX, 1997). Predadores compreenderam cerca de 6% da abundância total de nematoides em talude continental adjacente a este estudo (MOURA et al., 2013), 4-7% em para talude na margem Celta (GAMBI; DANOVARO, 2016a) e 1-12% em zonas abissais e talude no Atacama (GAMBI; VANREUSEL; DANOVARO, 2003).

Com base na estratégia de vida de nematoides, que classifica quando a sua capacidade de colonizar e persistir no ambiente (BONGERS; BONGERS, 1998), os gêneros classificados como cp-3, sendo eles estrategistas, ocorrem com maior densidade nas profundidades de 3000m. São representados por organismos sensíveis a perturbações ambientais e que abrangem uma gama alimentam de detritos orgânicos a outros nematoides (BONGERS; BONGERS, 1998). O que explica altas densidades de cp-3 em profundidades em redução de matéria orgânica.

O maior número de cp-3 pode ser explicado pela alta densidade do gênero *Acantholaimus*, pertencente à família Chromadoridae. Autores sugerem que o aumento desse gênero é favorecido pelas características físico-químicas de mar profundo (LINS et al., 2016; MILJUTIN; MILJUTINA, 2016a; SILVA, 2015). No qual o tipo de sedimento fino e de baixas concentrações de matéria orgânica, como aqui encontrados, favoreceria sua locomoção, pois o gênero apresenta tamanho de corpo e tipo de cauda filiformes, que auxilia na sua fixação neste tipo de habitat (MILJUTIN; MILJUTINA, 2016a).

Altas densidades de cp-2 em 400m encontradas, somadas a altas concentrações de MO no ambiente e ao fato destes organismos se alimentarem de detritos orgânicos, essa resposta confirma a hipótese de um ambiente com entrada de recursos alimentares e pouco perturbada. O que se reflete para todo estudo nos valores observados do índice de maturidade (IM) (\cong 2.8) indicativo de áreas menos dinâmicas (vide item 5.1.4). Valores semelhantes (\cong 2.9) de IM foram reportados para o talude e cânion Whittard, na margem Celta do Atlântico Norte (INGELS; TCHESUNOV; VANREUSEL, 2011).

6.4 Distribuição do gênero e das espécies *Acantholaimus*

Neste estudo o gênero *Acantholaimus* apresentou grande dominância nas maiores Profundidades (2500 e 3000m) e tem sido constantemente encontrado com dominância na maioria dos estudos de mar profundo (DE MESEL et al., 2006; INGELS et al., 2009, 2011a, 2011b, 2013; LEDUC et al., 2015; LINS et al., 2013, 2016; MILJUTIN; MILJUTINA, 2016b), ocorrendo desde a plataforma continental (200m) até sedimentos abissais a mais de 4000m de profundidade (MILJUTIN;

MILJUTINA, 2016a; MUTHUMBI et al., 2004; MUTHUMBI; VINCX, 1997; PLATT; ZHANG, 1982; VANHOVE; ARNTZ; VINCX, 1999). Para este estudo, dos 17 gêneros encontrados da família Chromadoridae, o gênero *Acantholaimus* representou aproximadamente 12% densidade total de nematoides. Essa relação de maior densidade de *Acantholaimus* com profundidade, já reportada no talude continental na Antártica (DE MESEL et al., 2006), assim como a revisão de Lins (LINS et al., 2016) confirma esses padrões de distribuição do gênero.

Na segunda campanha, correspondente aos meses de “inverno”, *Acantholaimus* apresentou maiores valores de densidade e riqueza de espécies encontrados nas maiores profundidades. Comumente a deposição de matéria orgânica (MO) no sedimento diminui em relação a profundidade (WOLLAST, 2002), variando temporalmente. Em estudo no Atlântico norte no período de inverno, a produção de MO oriunda da superfície depositada em mar profundo apresentou-se menor (VANAVERBEKE; SOETAERT; VINCX, 2004).

A densidade de *Acantholaimus* também reduziu em algumas amostras de 400 m, onde elevadas concentrações de MO estavam presentes. Uma correlação na diminuição das concentrações de matéria orgânica com o aumento nas densidades de nematoides do gênero *Acantholaimus* foi observada por Lee et al. (2001) e De Mesel (DE MESEL et al., 2006). Ademais a correlação negativa com as concentrações de matéria orgânica, a distribuição de *Acantholaimus* demonstrou ser modelada positivamente pelos tipos de areia média (14%). *Acantholaimus* possui uma larga variação de ocorrência, entre profundidades que podem variar de 30 a 6000m (LINS et al., 2016). Em um estudo realizado na plataforma e talude continental da Antártica, foi relatado que as espécies de *Acantholaimus* ocorreram em uma ampla faixa de profundidade (182 – 2008m) (DE MESEL et al., 2006). Assim também, Soertaert e Heip (1995), relatam o aumento da dominância de nematoides do gênero *Acantholaimus* com aumento da profundidade, no mar Mediterrâneo e Atlântico Norte. Essa amplitude batimétrica do gênero ocorre pelas diferenças de habitats intraespecífica de *Acantholaimus*.

O número de espécies encontradas sinaliza uma grande diversidade de espécies do gênero para o Atlântico norte, pois das 51 espécies descritas de *Acantholaimus*, foram encontradas 29 espécies e apenas 15 foram compartilhadas entre os dois períodos amostrais.

Esses valores podem ser resultantes do tipo de escala de amostragem utilizada. A variação entre as profundidades e transectos neste estudo, sugere uma heterogeneidade de habitats, desempenhando papel importante na coexistência de muitas espécies do gênero. Em área adjacente a este estudo, em menor escala, foram encontrados apenas 7 espécies em amostragem que variaram de 400 a 1300m e com poucos transectos amostrados (CRISTINA; SILVA, 2012). Assim como apenas 11 espécies para regiões de cânions no talude da Bacia de Campos, Silva (SILVA, 2015).

No Oceano Índico padrões elevados de distribuição também foram encontrados em taludes continentais, com a presença de 39 morfoespécies (MUTHUMBI; VINCX, 1997). Para o Pacífico leste, 27 espécies de nematoides estavam presentes em amostras de zonas abissais (MILJUTINA; MILJUTIN, 2012), além do achado de sete novas espécies e aumento de espécies com a profundidade.

Dentre todas as espécies encontradas, *Acantholaimus maks* é dominante em todo o estudo e denso nas três últimas profundidades (1900, 2500 e 3000m) (Figura 13). Descrita inicialmente por Gerlach, Schrage e Riemann (1979) no Pacífico Sul (3365-6313m) e redescrita por Goubault e Vincx (1985) no Atlântico Norte, a espécie é considerada como de alto grau cosmopolita (LINS et al., 2016). De mesma forma *Acantholaimus gigantasetosus* Vivier, 1985 foi identificado em todas as campanhas e profundidades neste estudo, também relatados para o Norte e Sul do Oceano Atlântico (SILVA, 2015; VIVIER, 2000). Desta mesma forma a terceira espécie *Acantholaimus microdontus* Goubault & Vincx, 1985 foi identificado para áreas do Atlântico Norte.

A presença das espécies *Acantholaimus maks*, *Acantholaimus microdontus* e *Acantholaimus gigantasetosus* em todas as profundidades revelam que as diferenças de profundidades encontradas no mar não são barreiras que impedem a dispersão dessas espécies bentônicas, como relatado anteriormente por Moens e colaboradores (2013). Fatores-chaves como o hidrodinamismo vem demonstrando ter influência sobre a distribuição de espécie, a partir da capacidade de ressuspensão do sedimento bentônico (LEVIN et al., 2001).

As espécies *Acantholaimus akvavitus*, *Acantholaimus barbatus*, *Acantholaimus quintus* e *Acantholaimus veitkoehlerae* foram identificadas para profundidades ainda não encontradas. Na revisão de Miljutin e Miljutina (MILJUTIN; MILJUTINA, 2016a) a presença destas espécies estão da seguinte forma: *Acantholaimus akvavitus* só estaria presente em profundidades acima de 1000m, *Acantholaimus quintus* e *gigantasetosus* acima de 1900m e *Acantholaimus barbatus* e *Acantholaimus veitkoehlerae* superiores a 4000m de profundidade. Diante da amplitude de profundidade destas espécies, fortalece estudos que demonstram a capacidade dispersiva de nematoides, sendo ele influenciados por variáveis biológicas ou físicas (DE OLIVEIRA et al., 2017; DERYCKE; BACKELJAU; MOENS, 2013; DOS SANTOS et al., 2017; LINS et al., 2016).

Por fim a presença de nova espécie do gênero *Acantholaimus*, contribui para o enriquecimento do conhecimento científico. Sendo descoberta em profundidades de 1900 a 3000m, demonstra uma correlação positiva com maiores profundidades, demonstrando que possivelmente para o mar profundo do Atlântico Sul exista ocorrência de outras espécies ainda não descritas, principalmente para profundidades >3000m. Sendo necessário um maior aprofundamento de estudos em bacias oceânicas no Atlântico Sul.

7 CONCLUSÕES

1. As condições físico-químicas do talude da Bacia do Espírito Santo ao longo das profundidades foram responsáveis por moldar a estrutura das comunidades de nematoides ao longo das profundidades. No qual os valores de matéria orgânica e temperatura, foram as principais variáveis ambientais a condicionar a densidade, biomassa e distribuição destes organismos.

2. Os parâmetros funcionais aqui estudados configuraram uma comunidade com alta diversidade trófica e elevados níveis de estabilidade, revelando que mesmo sobre a influência das variáveis ambientais existe a constância no funcionamento do ecossistema.

3. A riqueza de espécies do gênero *Acantholaimus* neste estudo, é superior a outros estudos no Atlântico sul. Além desta grande riqueza, uma nova espécie do gênero foi identificada.

4. Cinco das espécies identificadas demonstram estar presentes em profundidades distintas das encontradas inicialmente, corroborando com hipótese de longa dispersão de nematoides.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. S. et al. Taxonomic resolution and Biological Traits Analysis (BTA) approaches in estuarine free-living nematodes. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 138, p. 69–78, 2014.
- ANDERSON, M.; GORLEY, R. N.; CLARKE, R. K. **Permanova+ for Primer: Guide to Software and Statistical Methods**. [s.l.] Primer-E Limited, 2008.
- ANDRASSY, I. Die rauminhalts-und gewichtsbestimmung der fadenwürmer (Nematoden). **Acta Zoologica Hungarica**, v. 2, n. 1, p. 1–5, 1956.
- ARMENTEROS, M. et al. Biodiversity patterns of free-living marine nematodes in a tropical bay: Cienfuegos, Caribbean Sea. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 85, n. 2, p. 179–189, 2009.
- BEATON, K. R. et al. Nematode assemblages in the Gulf of Mexico continental shelf collected during a two-year survey. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 502, n. December 2016, p. 71–80, 2018.
- BELLEY, R.; SNELGROVE, P. V. R. Relative contributions of biodiversity and environment to benthic ecosystem functioning. **Frontiers in Marine Science**, v. 3, p. 242, 2016.
- BONGERS, T. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. **Oecologia**, v. 83, n. 1, p. 14–19, 1990.
- BONGERS, T.; ALKEMADE, R.; YEATES, G. W. Interpretation of disturbance-induced maturity decrease in marine nematode assemblages by means of the Maturity Index. **Marine Ecology Progress Series**, v. 76, n. 2, p. 135–142, 1991.
- BONGERS, T.; BONGERS, M. Functional diversity of nematodes. **Applied Soil Ecology**, v. 10, n. 3, p. 239–251, 1998.
- CASTRO, P.; HUBER, M. E. **Biologia marinha**. [s.l.] AMGH Editora, 2012.
- CERCA, J.; PURSCHKE, G.; STRUCK, T. H. Marine connectivity dynamics: clarifying cosmopolitan distributions of marine interstitial invertebrates and the meiofauna paradox. **Marine Biology**, v. 165, n. 8, p. 123, 2018.
- CLARKE, K. R.; GORLEY, R. N. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. **Plymouth Marine Laboratory**, 2006.
- COBB, N. A. **Notes on Nemas. Contributions to a Science of Nematology** VVaverly Press, Baltimore, , 1917.
- CONNELL, J. H.; SLATYER, R. O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **The American Naturalist**, v. 111, n. 982, p. 1119–1144, 1977.
- CRISTINA, M.; SILVA, D. A. Contribuição de cânions na biodiversidade da nematofauna do atlântico sul – bacia de campos, rio de janeiro, brasil. 2012.
- DA SILVEIRA, I. C. A. et al. A corrente do Brasil ao largo da costa leste brasileira. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 48, n. 2, p. 171–183, 2000.

- DANOVARO, R. et al. Deep-sea nematode biodiversity in the Mediterranean basin: Testing for longitudinal, bathymetric and energetic gradients. **Ecography**, v. 31, n. 2, p. 231–244, 2008a.
- DANOVARO, R. et al. Exponential Decline of Deep-Sea Ecosystem Functioning Linked to Benthic Biodiversity Loss. **Current Biology**, v. 18, n. 1, p. 1–8, 2008b.
- DANOVARO, R. **Methods for the study of deep-sea sediments, their functioning and biodiversity**. [s.l.] CRC Press, 2009.
- DANOVARO, R. et al. Exploring benthic biodiversity patterns and hotspots on European margin slopes. **Oceanography**, v. 22, n. 1, p. 16–25, 2009a.
- DANOVARO, R. et al. α -, β -, γ -, δ - and ϵ -diversity of deep-sea nematodes in canyons and open slopes of Northeast Atlantic and Mediterranean margins. **Marine Ecology Progress Series**, v. 396, p. 197–209, 2009b.
- DANOVARO, R.; SNELGROVE, P. V. R.; TYLER, P. Challenging the paradigms of deep-sea ecology. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 29, n. 8, p. 465–475, 2014.
- DE GRISSE, A. T. **Redescription ou modifications de quelques technique utilis [a] es dan l'etude des n [a] ematodes phytoparasitaires**. [s.l.: s.n.].
- DE MESEL, I. et al. Species diversity and distribution within the deep-sea nematode genus *Acantholaimus* on the continental shelf and slope in Antarctica. **Polar Biology**, v. 29, n. 10, p. 860, 2006.
- DE OLIVEIRA, D. A. S. et al. Low genetic but high morphological variation over more than 1000 km coastline refutes omnipresence of cryptic diversity in marine nematodes. **BMC evolutionary biology**, v. 17, n. 1, p. 71, 2017.
- DELL'ANNO, A. et al. Unveiling the biodiversity of deep-sea nematodes through metabarcoding: are we ready to bypass the classical taxonomy? **PLoS One**, v. 10, n. 12, p. e0144928, 2015.
- DERYCKE, S.; BACKELJAU, T.; MOENS, T. Dispersal and gene flow in free-living marine nematodes. **Frontiers in zoology**, v. 10, n. 1, p. 1, 2013.
- DOS SANTOS, G. A. P. et al. *Eretmochelys imbricata* shells present a dynamic substrate for a facilitative epibiont relationship between macrofauna richness and nematode diversity, structure and function. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 2017.
- MORIN, Edgar. *A cabeça bem-feita: repensar a reforma , reformar o pensamento*. Tradução Eloá Jacobina. 20. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.
- FONSECA, G.; MARIA, T. F.; KANDRATAVICIUS, N. Testing for nematode – granulometry relationships. p. 435–443, 2014.
- FRANÇA, R. L. et al. Bacia do Espírito Santo. **Boletim de Geociencias da PETROBRAS**, v. 15, n. 2, p. 501–509, 2007.
- GAMBI, C. et al. Functional response to food limitation can reduce the impact of global change in the deep-sea benthos. **Global Ecology and Biogeography**, v. 26, n. 9, p. 1008–1021, 2017.
- GAMBI, C.; DANOVARO, R. Biodiversity and life strategies of deep-sea meiofauna

and nematode assemblages in the Whittard Canyon (Celtic margin, NE Atlantic Ocean). **Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, v. 108, p. 13–22, 2016a.

GAMBI, C.; DANOVARO, R. Biodiversity and life strategies of deep-sea meiofauna and nematode assemblages in the Whittard Canyon (Celtic margin, NE Atlantic Ocean). **Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, v. 108, p. 13–22, 2016b.

GAMBI, C.; VANREUSEL, A.; DANOVARO, R. Biodiversity of nematode assemblages from deep-sea sediments of the Atacama Slope and Trench (South Pacific Ocean). **Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, v. 50, n. 1, p. 103–117, 2003.

GHESKIERE, T. et al. Meiofauna as descriptor of tourism-induced changes at sandy beaches. **Marine environmental research**, v. 60, n. 2, p. 245–265, 2005.

GHOSH, M.; MANDAL, S. Free-living marine nematode diversity from the Indian coasts. **Marine Biodiversity**, v. 48, n. 1, p. 179–194, 2018.

GIERE, O. **Meiobenthology: the microscopic motile fauna of aquatic sediments**. [s.l.] Springer Science & Business Media, 2008.

GRASSLE, J. **Grassle, 1991.pdf**, 1991.

GRZELAK, K. et al. Bathymetric patterns in standing stock and diversity of deep-sea nematodes at the long-term ecological research observatory HAUSGARTEN (Fram Strait). **Journal of Marine Systems**, v. 172, p. 160–177, 2017.

HEIP, C.; VINCX, M.; VRANKEN, G. **The ecology of marine nematodes**. [s.l.: s.n.].

INGELS, J. et al. Nematode diversity and its relation to the quantity and quality of sedimentary organic matter in the deep Nazaré Canyon, Western Iberian Margin. **Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, v. 56, n. 9, p. 1521–1539, 2009.

INGELS, J. et al. An insight into the feeding ecology of deep-sea canyon nematodes - Results from field observations and the first in-situ ¹³C feeding experiment in the Nazaré Canyon. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 396, n. 2, p. 185–193, 2011a.

INGELS, J. et al. Structural and functional diversity of Nematoda in relation with environmental variables in the Setúbal and Cascais canyons, Western Iberian Margin. **Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography**, v. 58, n. 23–24, p. 2354–2368, 2011b.

INGELS, J. et al. Spatial and temporal infaunal dynamics of the Blanes submarine canyon-slope system (NW Mediterranean); changes in nematode standing stocks, feeding types and gender-life stage ratios. **Progress in Oceanography**, v. 118, p. 159–174, 2013.

INGELS, J.; TCHESUNOV, A. V.; VANREUSEL, A. Meiofauna in the gull channels and the whittard canyon, celtic margin-how local environmental conditions shape nematode structure and function. **PLoS ONE**, v. 6, n. 5, 2011.

JENSEN, P. Feeding ecology of free-living aquatic nematodes. v. 35, n. 1953, p.

187–196, 1987.

KALOGEROPOULOU, V.; KEKLIKOGLOU, K.; LAMPADARIOU, N. Functional diversity patterns of abyssal nematodes in the Eastern Mediterranean: A comparison between cold seeps and typical deep sea sediments. **Journal of Sea Research**, v. 98, p. 57–72, 2015.

LAMBSHEAD, P. J. D.; BOUCHER, G. Marine nematode deep-sea biodiversity—hyperdiverse or hype? **Journal of Biogeography**, v. 30, n. 4, p. 475–485, 2003.

LEASI, F. et al. Biodiversity estimates and ecological interpretations of meiofaunal communities are biased by the taxonomic approach. **Communications Biology**, v. 1, n. 1, p. 112, 2018.

LEDUC, D. et al. Nematode beta diversity on the continental slope of New Zealand: spatial patterns and environmental drivers. **Marine Ecology Progress Series**, v. 454, p. 37–52, 2012.

LEDUC, D. et al. High intraspecific variability in the diet of a deep-sea nematode: Stable isotope and fatty acid analyses of *Deontostoma tridentum* on Chatham Rise, Southwest Pacific. **Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, v. 97, p. 10–18, 2015.

LEDUC, D.; PROBERT, P. K.; NODDER, S. D. Influence of mesh size and core penetration on estimates of deep-sea nematode abundance, biomass, and diversity. **Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, v. 57, n. 10, p. 1354–1362, 2010.

LEE, H. et al. Meiofauna response to iceberg disturbance on the Antarctic continental shelf at Kapp Norvegia (Weddell Sea). **Polar Biology**, v. 24, n. 12, p. 926–933, 2001.

LEE, J. J. et al. Food quality and the heterogeneous spatial distribution of meiofauna. **Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen**, v. 30, n. 1, p. 272, 1977.

LEVIN, L. et al. Benthic processes on the Peru margin: a transect across the oxygen minimum zone during the 1997–98 El Niño. **Progress in oceanography**, v. 53, n. 1, p. 1–27, 2002.

LEVIN, L. A. et al. ENVIRONMENTAL INFLUENCES ON REGIONAL DEEP-SEA SPECIES DIVERSITY *. p. 51–93, 2001.

LEVIN, L. A.; HUGGETT, C. L.; WISHNER, K. F. Control of deep-sea benthic community structure by oxygen and organic-matter gradients in the eastern Pacific Ocean. **Journal of Marine Research**, v. 49, n. 4, p. 763–800, 1991.

LINS, L. et al. Selective settlement of deep-sea canyon nematodes after resuspension - an experimental approach. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 441, p. 110–116, 2013.

LINS, L. et al. Testing deep-sea biodiversity paradigms on abyssal nematode genera and *Acantholaimus* species. **Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography**, 2016.

LOSI, V. et al. Nematode biomass and allometric attributes as indicators of environmental quality in a Mediterranean harbour (Ligurian Sea, Italy). **Ecological**

Indicators, v. 30, p. 80–89, 2013.

MANOEL, A.; SILVA, M. C. D.; ESTEVES, A. M. First record of spiral fovea amphidialis in Acantholaimus (Chromadoridae: Nematoda), with a description of a new species from shallow sediments of the South Atlantic and an emended diagnosis of the genus. **Zootaxa**, v. 4258, n. 3, p. 257–270, 2017.

MILJUTIN, D. M.; MILJUTINA, M. A. Review of Acantholaimus Allgén, 1933 (Nematoda: Chromadoridae), a genus of marine free-living nematodes, with a tabular key to species. **Nematology**, v. 18, n. 5, p. 537–558, 2016a.

MILJUTIN, D. M.; MILJUTINA, M. A. Review of Acantholaimus Allgén, 1933 (Nematoda: Chromadoridae), a genus of marine free-living nematodes, with a tabular key to species. **Nematology**, v. 18, n. 5, p. 537–558, 2016b.

MILJUTINA, M. A. et al. Deep-sea nematode assemblages of the Clarion-Clipperton Nodule Province (Tropical North-Eastern Pacific). **Marine Biodiversity**, v. 40, n. 1, p. 1–15, 2010.

MILJUTINA, M. A.; MILJUTIN, D. M. Seven new and four known species of the genus Acantholaimus (Nematoda : Chromadoridae) from the abyssal manganese nodule field (Clarion-Clipperton Fracture Zone , North-Eastern Tropical Pacific). p. 413–462, 2012.

MILJUTINA, M. A.; MILJUTIN, D. M.; TCHESUNOV, A. V. Seven Acantholaimus (Chromadoridae: Nematoda) species from one deep-sea sediment sample (Angola Basin, south-east Atlantic). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 93, n. 4, p. 935–953, 2013.

MOENS, T. et al. 3. Ecology of free-living marine nematodes. **Nematoda**, 2013.

MOENS, T. O. M.; VINCX, M. OBSERVATIONS ON THE FEEDING ECOLOGY OF ESTUARINE NEMATODES. p. 211–227, 1997.

MOURA, J. DA R. et al. **NEMATOFAUNA NO TALUDE DA BACIA DE CAMPOS, RIO DE JANEIRO, BRASIL: UMA AVALIAÇÃO BATIMÉTRICAMS** Dissertation. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil, , 2013.

MUTHUMBI, A. W. et al. Nematode community structure along the continental slope off the Kenyan Coast, Western Indian Ocean. **International Review of Hydrobiology: A Journal Covering all Aspects of Limnology and Marine Biology**, v. 89, n. 2, p. 188–205, 2004.

MUTHUMBI, A. W.; VINCX, M. Acantholaimus (Chromadoridae: Nematoda) from the Indian Ocean: description of seven species. **Hydrobiologia**, v. 346, n. 1–3, p. 59–76, 1997.

NEIRA, C. et al. Glochinema bathyperuvensis sp. n.(Nematoda, Epsilonematidae): a new species from Peruvian bathyal sediments, SE Pacific Ocean. 2001a.

NEIRA, C. et al. Meiofaunal distributions on the Peru margin:: relationship to oxygen and organic matter availability. **Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, v. 48, n. 11, p. 2453–2472, 2001b.

NEIRA, C. et al. Nematode community structure along a central Chile margin transect influenced by the oxygen minimum zone. **Deep Sea Research Part I:**

Oceanographic Research Papers, v. 78, p. 1–15, 2013.

NETTO, S. A.; GALLUCCI, F.; FONSECA, G. F. C. Meiofauna communities of continental slope and deep-sea sites off SE Brazil. **Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, v. 52, n. 5, p. 845–859, 2005.

PAPE, E. et al. Limited Spatial and Temporal Variability in Meiofauna and Nematode Communities at Distant but Environmentally Similar Sites in an Area of Interest for Deep-Sea Mining. **Frontiers in Marine Science**, v. 4, p. 205, 2017.

PICKETT, S. T. A.; COLLINS, S. L.; ARMESTO, J. J. Models, mechanisms and pathways of succession. **The Botanical Review**, v. 53, n. 3, p. 335–371, 1987.

PLATT, H. M.; WARWICK, R. M. **Freeliving marine nematodes. Part 1: British enoplids. Pictorial key to world genera and notes for the identification of British species.** [s.l.] Cambridge University Press, for the Linnean Society of London and the Estuarine and Brackish-water Sciences Association, 1983.

PLATT, H. M.; ZHANG, Z. N. **New species of marine nematodes from Loch Ewe, Scotland.** [s.l.] British Museum (Natural History), 1982.

RAES, M. et al. The structuring role of microhabitat type in coral degradation zones: a case study with marine nematodes from Kenya and Zanzibar. **Coral Reefs**, v. 26, n. 1, p. 113–126, 2007.

RAMALHO, S. P. et al. Temporal and spatial variation in the Nazar?? Canyon (Western Iberian margin): Inter-annual and canyon heterogeneity effects on meiofauna biomass and diversity. **Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, v. 83, p. 102–114, 2014.

RAMIREZ-LLODRA, E. et al. Deep, diverse and definitely different: Unique attributes of the world's largest ecosystem. **Biogeosciences**, v. 7, n. 9, p. 2851–2899, 2010.

REX, M. A.; ETTER, R. J. **Deep-sea biodiversity: pattern and scale.** [s.l.] Harvard University Press, 2010.

ROMÁN, S. et al. Nematode community zonation in response to environmental drivers in Blanes Canyon (NW Mediterranean). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 2017.

ROSLI, N. et al. Differences in meiofauna communities with sediment depth are greater than habitat effects on the New Zealand continental margin: implications for vulnerability to anthropogenic disturbance. **PeerJ**, v. 4, p. e2154, 2016.

SCHRATZBERGER, M.; INGELS, J. Meiofauna matters: the roles of meiofauna in benthic ecosystems. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 2017.

SCHRATZBERGER, M.; INGELS, J. Meiofauna matters: The roles of meiofauna in benthic ecosystems. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 502, p. 12–25, 2018.

SEMPRUCCI, F. et al. Do the morphological and functional traits of free-living marine nematodes mirror taxonomical diversity? **Marine Environmental Research**, n. January, p. 0–1, 2018.

SEVASTOU, K. et al. Benthic communities in the deep Mediterranean Sea: Exploring microbial and meiofaunal patterns in slope and basin ecosystems. **Biogeosciences**,

v. 10, n. 7, p. 4861–4878, 2013.

SIBUET, M.; VANREUSEL, A.; GAEVER, S. VAN. Deep-Sea Research II Deep-sea habitat heterogeneity influence on meiofaunal communities in the Gulf of Guinea. v. 56, p. 2259–2269, 2009.

SILVA, A. M. DA. Gênero *Acantholaimus* Allgén, 1933 (Chromadoridae: Nematoda): Distribuição Espacial em Dois Cânions e Áreas adjacentes na Bacia de Campos e descrição de Uma Nova Espécie da Bacia Potiguar. 2015.

SINGH, R. et al. Deep-sea nematode assemblages from a commercially important polymetallic nodule area in the Central Indian Ocean Basin. **Marine Biology Research**, v. 10, n. 9, p. 906–916, 2014.

SNELGROVE, P. The importance of marine sediment biodiversity in ecosystem processes. **Ambio**, v. 26, n. 8, p. 578–583, 1997a.

SNELGROVE, P. V. R. The importance of marine sediment biodiversity in ecosystem processes. **Ambio**, p. 578–583, 1997b.

SNELGROVE, P. V. R. Getting to the bottom of marine biodiversity: sedimentary habitats: ocean bottoms are the most widespread habitat on earth and support high biodiversity and key ecosystem services. **BioScience**, v. 49, n. 2, p. 129–138, 1999.

SOETAERT, K.; HEIP, C. Nematode assemblages of deep-sea and shelf break sites in the North Atlantic and Mediterranean Sea. **Marine Ecology Progress Series**, v. 125, p. 171–183, 1995.

SOETAERT, K.; MUTHUMBI, A.; HEIP, C. Size and shape of ocean margin nematodes: Morphological diversity and depth-related patterns. **Marine Ecology Progress Series**, v. 242, p. 179–193, 2002.

SOETAERT, K.; VINCX, M.; HEIP, C. Nematode community structure along a Mediterranean shelf-slope gradient. **Marine Ecology**, v. 16, n. 3, p. 189–206, 1995.

SOMERFIELD, P. J.; WARWICK, R. M.; MOENS, T. Meiofauna techniques. **Methods for the study of marine benthos**, v. 3, p. 229–272, 2005.

SOMERFIELD, P. J.; WARWICK, R. M.; MOENS, T. **Meiofauna Techniques Methods for the Study of Marine Benthos**: Wiley Online Books., 20 nov. 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/9780470995129.ch6>>

SWEETMAN, A. K. et al. Major impacts of climate change on deep-sea benthic ecosystems. **Elem Sci Anth**, v. 5, 2017.

TCHESUNOV, A. V.; PORTNOVA, D. A.; CAMPENHOUT, J. Description of two free-living nematode species of *Halomonhystera disjuncta* complex (Nematoda: Monhysterida) from two peculiar habitats in the sea. **Helgoland marine research**, v. 69, n. 1, p. 57, 2015.

THIEL, H. Meiobenthos and nanobenthos of the deep sea. **Deep-sea biology**, p. 167–230, 1983.

THOMAS, M. C. Dispersão e fluxo gênico de metapopulações de nematoides marinhos de vida livre. 2011.

TSCHIEDEL, F. E. Aspectos fisiográficos, sedimentológicos e estruturais do fundo

- marinho em uma área da porção central da bacia do espírito santo. 2012.
- UDALOV, A. A.; AZOVSKY, A. I.; MOKIEVSKY, V. O. Depth-related pattern in nematode size: What does the depth itself really mean? **Progress in Oceanography**, v. 67, n. 1–2, p. 1–23, 2005.
- VANAVERBEKE, J. et al. Nematode biomass spectra as descriptors of functional changes due to human and natural impact. **Marine Ecology Progress Series**, v. 249, p. 157–170, 2003.
- VANAVERBEKE, J. et al. Changes in structural and functional diversity of nematode communities during a spring phytoplankton bloom in the southern North Sea. **Journal of Sea Research**, v. 52, n. 4, p. 281–292, 2004.
- VANAVERBEKE, J.; SOETAERT, K.; VINCX, M. Changes in morphometric characteristics of nematode communities during a spring phytoplankton bloom deposition. **Marine Ecology Progress Series**, v. 273, p. 139–146, 2004.
- VANHOVE, S.; ARNTZ, W.; VINCX, M. Comparative study of the nematode communities on the southeastern Weddell Sea shelf and slope (Antarctica). **Marine Ecology Progress Series**, v. 181, p. 237–256, 1999.
- VANREUSEL, A. et al. The contribution of deep-sea macrohabitat heterogeneity to global nematode diversity. **Marine Ecology**, v. 31, n. 1, p. 6–20, 2010a.
- VANREUSEL, A. et al. Ecology and biogeography of free-living nematodes associated with chemosynthetic environments in the deep sea: A review. **PLoS ONE**, v. 5, n. 8, 2010b.
- VANREUSEL, A. et al. The contribution of deep-sea macrohabitat heterogeneity to global nematode diversity. **Marine Ecology**, v. 31, n. 1, p. 6–20, 2010c.
- VINCX, M. et al. Meiobenthos of the Deep Northeast Atlantic. **Advances in Marine Biology**, v. 30, n. C, p. 1–88, 1994.
- VIVIER, M. H. Espèces du genre *acantholaimus* (nematoda, chromadoridae, spilipherinae). p. 331–349, 2000.
- WARWICK, R. M.; GEE, J. M. Community structure of estuarine meiobenthos. **Marine Ecology Progress Series**, v. 18, p. 97–111, 1984.
- WARWICK, R. M.; PLATT, H. M.; SOMERFIELD, P. J. **Freeliving marine nematodes: part III. Monhysterida. Synopses of the British Fauna no. 53.** [s.l.] Field Studies Council, 1998.
- WIESER, W. Free-living marine nematodes. I. Enoploidea. Chile reports 10. **Lund. Univ. Arsskrift**, v. 49, p. 1–155, 1953.
- WOLLAST, R. Continental margins—review of geochemical settings. In: **Ocean margin systems.** [s.l.] Springer, 2002. p. 15–31.
- YASUHARA, M.; DANOVARO, R. Temperature impacts on deep-sea biodiversity. **Biological Reviews**, v. 91, n. 2, p. 275–287, 2016.
- YEATES, G. W. et al. Feeding Habits in Soil Nematode Families and Genera--An Outline for Soil Ecologists. v. 25, n. 3, p. 315–331, 1993.

YEATES, G. W. Nematodes as soil indicators : functional and biodiversity aspects. p. 199–210, 2003.

YUKIO, P.; SUMIDA, G. MAR PROFUNDO. n. January 2009, 2015.

ZEPPILLI, D. et al. Seafloor heterogeneity influences the biodiversity-ecosystem functioning relationships in the deep sea. **Scientific Reports**, v. 6, n. March 2015, p. 1–12, 2016.

APÊNDICE A – DENSIDADE DA NEMATOFAUNA

<i>Transecto</i>	<i>Profundidade (m)</i>	1 CAMPANHA		2 CAMPANHA	
		<i>Média</i>	<i>Desvpad</i>	<i>Média</i>	<i>Desvpad</i>
A	400	6964	4105.2	6718	1270.5
A	1000	1601	1049.0	2443	1119.5
A	1900	298	140.2	199	217.6
A	2500	117	99.5	150	73.1
A	3000	103	71.1	192	82.1
B	400	3148	239.5	1445	1092.5
B	1000	3502	1010.4	2286	1770.7
B	1900	266	38.4	273	127.7
B	2500	477	133.4	203	106.4
B	3000	323	317.6	131	7
C	400	1586	285.6	1752	646.1
C	1000	1715	690.1	1650	351.5
C	1900	140	85	199	89.8
C	2500	311	93.2	231	55.1
C	3000	96	26.1	124	54.1
D	400	2660	1470.5	2881	1194.5
D	1000	3718	3112.5	1192	633.9
D	1900	203	60.6	419	74.4
D	2500	442	565.9	259	118.9
D	3000	179	54.5	345	126.1
E	400	2170	1168.0	4164	939.3
E	1000	1541	825.6	1994	230.2
E	1900	325	58.0	515	207.1
E	2500	167	66.5	248	19.6
E	3000	386	101.5	171	90.8

<i>Cyatholaimus</i>	x									
<i>Dagda</i>				x						
<i>Daptonema</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Dasynemoides</i>				x		x			x	
<i>Desmodora</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Desmodorella</i>	x	x	x	x	x	x			x	
<i>Desmogelachia</i>			x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Desmolaimus</i>	x									
<i>Desmolorenzenia</i>					x					
<i>Desmoscolex</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Didelta</i>	x							x		
<i>Diplopeltoides</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Diplopeltula</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Disconema</i>	x	x		x	x	x			x	x
<i>Dolicholaimus</i>			x		x			x		
<i>Draconema</i>	x									
<i>Dystomonema</i>			x		x		x			
<i>Eleutherolaimus</i>	x			x		x			x	x
<i>Elzalia</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Endeolophos</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Enoplus</i>										x
<i>Epacanthion</i>				x	x					
<i>Euchromadora</i>							x	x	x	
<i>Eudraconema</i>					x					
<i>Eurystomina</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Fenestrolaimus</i>			x			x		x		
<i>Filitonchus</i>	x									
<i>Filoncholaimus</i>										x
<i>Gammanema</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Graphonema</i>	x	x							x	
<i>Greeffiella</i>	x	x	x	x			x	x	x	
<i>Halalaimus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Halichoanolaimus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Haliplectus</i>							x			x
<i>Hapalomus</i>			x	x	x					
<i>Hopperia</i>	x	x	x	x	x	x	x			x
<i>Innocuonema</i>					x					
<i>Laimella</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Latronema</i>				x		x			x	
<i>Ledovitia</i>	x	x	x	x	x			x		x
<i>Leptolaimoides</i>			x		x	x	x	x	x	
<i>Leptolaimus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Linhomoeus</i>	x	x			x		x	x	x	
<i>Litinium</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Longicyatholaimus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Manganonema</i>			x	x	x	x		x	x	x

<i>Paranticoma</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pararaeolaimus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Parasphaerolaimus</i>	X									
<i>Pareurystomina</i>				X			X	X		
<i>Perspiria</i>			X		X	X				X
<i>Phanoderma</i>			X	X			X	X	X	
<i>Phanodermella</i>				X		X	X	X	X	X
<i>Phanodermopsis</i>	X	X	X	X	X					
<i>Pierrickia</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Platycoma</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Platycomopsis</i>					X					
<i>Polysigma</i>		X								
<i>Pomponema</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Procamacolaimus</i>	X		X	X	X		X	X	X	X
<i>Prochaetosoma</i>			X		X			X	X	X
<i>Prochromadora</i>							X			
<i>Prochromadorella</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Promonhystera</i>		X		X			X	X	X	
<i>Pselionema</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudocella</i>							X			
<i>Pseudochromadora</i>	X					X			X	
<i>Pseudonchus</i>				X					X	
<i>Pseudosteineria</i>	X									
<i>Pterygonema</i>			X	X	X			X		X
<i>Quadricoma</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rhabdocoma</i>		X						X		X
<i>Rhabdodemia</i>			X				X			
<i>Rhips</i>		X				X		X		
<i>Richtersia</i>	X				X	X				X
<i>Sabatieria</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Setoplectus</i>	X					X				
<i>Setosabatieria</i>					X					
<i>Simpliconema</i>	X			X						
<i>Siphonolaimus</i>						X		X		X
<i>Southerniella</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Sphaerolaimus</i>	X	X	X		X	X	X			
<i>Spilophorella</i>							X			
<i>Spirinia</i>	X		X			X				
<i>Spirobolbolaimus</i>	X	X	X	X	X			X	X	
<i>Spirodesma</i>	X	X		X	X	X	X		X	
<i>Steineria</i>	X					X			X	
<i>Steineridora</i>	X									
<i>Stephanolaimus</i>						X				
<i>Stygodesmodora</i>	X				X	X				X
<i>Subsphaerolaimus</i>		X				X				
<i>Symplocostoma</i>	X		X					X		

