

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

MÁRIO GUIMARÃES DA SILVA FILHO

**A INFLUÊNCIA DA MARÉ NA DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA
NEMATOFAUNA EM DOIS DIFERENTES MICROHABITATS DE UMA
PRAIA ARENOSA TEMPERADA**

RECIFE

2015

MÁRIO GUIMARÃES DA SILVA FILHO

**A INFLUÊNCIA DA MARÉ NA DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA
NEMATOFAUNA EM DOIS DIFERENTES MICROHABITATS DE UMA PRAIA
ARENOSA TEMPERADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Biologia Animal, sob orientação do Prof. Dr. André Morgado Esteves e coorientação da Prof.^a. Dra. Tatiana Fabricio Maria.

Recife

2015

Catálogo na fonte
Elaine Barroso
CRB 1728

Silva Filho, Mário Guimarães da

A influência da maré na distribuição vertical da nematofauna em dois diferentes microhabitats de uma praia arenosa temperada/ Mário Guimarães da Silva Filho. – Recife: O Autor, 2015.

60 folhas : il., fig., tab.

Orientador: André Morgado Esteves

Coorientadora: Tatiana Fabricio Maria

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Biológicas, Biologia Animal, 2015.

Inclui bibliografia e apêndices

- 1. Nematoda 2. Bentos 3. Praias I. Esteves, André Morgado (orientador) II. Maria, Tatiana Fabricio (coorientador) III. Título**

592.57

CDD (22.ed.)

UFPE/CCB-2015-108

MÁRIO GUIMARÃES DA SILVA FILHO

A INFLUÊNCIA DA MARÉ NA DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA
NEMATOFAUNA EM DOIS DIFERENTES MICROHABITATS DE UMA PRAIA
ARENOSA TEMPERADA

Recife, 24 de fevereiro de 2015

DRA. TACIANA KRAMER DE OLIVEIRA PINTO

DRA. PATRÍCIA FERNANDES NERES

DR. GIOVANNI AMADEU PAIVA DOS SANTOS

MEMBROS SUPLENTEs

DR. JOSÉ ROBERTO BOTELHO DE SOUZA

DR. PAULO JORGE PARREIRA DOS SANTOS

Dedico às pessoas mais importantes da minha vida.

Ivone e Mário, meus amados pais.

Adalgisa, minha vó.

Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Esta é, sem sombra de dúvida, uma das partes mais complicadas dessa dissertação. O longo período do Mestrado e do desenvolvimento do trabalho nos coloca em contato com muitas pessoas, desde amigos de longa data e conhecidos, a pessoas que se não são novatas no nosso convívio, recebem uma maior aproximação por conta do trabalho/estudo. Tentarei expressar minha gratidão aqui em poucos parágrafos, mas saibam que todos estarão, para sempre, no meu coração.

Esse parágrafo especial eu dedico à minha amada família, em especial aos meus pais, Ivone Guimarães e Mário Guimarães, que convivem comigo desde quando nasci, e que me aguentaram, como falamos por aqui, durante os períodos mais estressantes no desenvolvimento do trabalho. A vocês dois, meu eterno amor.

Logo no início do Mestrado, a professora Verônica Genevois falou que orientador e coorientador sempre merecem um parágrafo individual nos agradecimentos, sendo assim, aqui eu agradeço ao meu orientador André Esteves, principalmente por ter acreditado em mim depois de algumas falhas e insucessos que tive, e por sempre estar presente para qualquer coisa que eu precisasse.

Agradeço, agora um agradeco do tamanho da muralha da China, a minha coorientadora Tatiana Maria, que se dispôs a coorientar uma pessoa que até então ela desconhecia. Ela foi a responsável pelo meu desenvolvimento durante a duração do curso, tanto na parte taxonômica e estatística do trabalho, como na escrita e na edição de imagens. Hoje, ao olhar tudo o que produzi, vejo que sem os seus ensinamentos (e suas broncas) eu não chegaria a onde cheguei.

Um parágrafo especial vai para duas pessoas que foram de vital importância para o andamento, na fase inicial, desse trabalho: Tarciane Pires e Valéria Ferreira (Mãe Val). Sem vocês, eu teria me complicado muito com o tempo no início do curso, muito obrigado.

Sempre agradeço e irei agradecer ao trio que foi minha “base” no estudo de Nematoda e da meiofauna: Rita Lima, Patrícia Neres e Cristina Silva. Se não fosse todas as aulas que tive com vocês no início desse meu namoro com os nematódeos, eu nem seria capaz de fazer uma pós-graduação.

Um agradecimento especial a todos que fazem a família do Laboratório de Meiofauna: Alexandre Lacerda e Alex Silva (bons momentos pagando Biologia dos Seminários), Alessandra Botelho, Paulo Barros (O Jovem), “Xulianas” Moura, Cláudio Henrique (Alpino), Djamilla Andrade, Evelyn Winne, Neide Mota, Jaílson César, Valéria Falcão, a menina Lídia Lins, e também os que saíram, Milena Neves (a menina que foi atrás do boto em Manaus) e Vivi Lira (a moça da Europa).

Agradeço a minha turma do PPGBA e a todos os outros que eu paguei disciplina junto, e a todos os meus amigos de fora do mundo acadêmico, que me ajudaram muito para que eu não entrasse em colapso nos períodos críticos.

Agradeço a CAPES pela bolsa concedida durante todo o período do curso de mestrado e do desenvolvimento do trabalho, ela foi de grande ajuda nesse tempo de dedicação exclusiva.

RESUMO

As Praias arenosas são ecossistemas dinâmicos estruturados por uma série de fatores físicos, tais como, as ondas e as marés. Dentre esses fatores, as marés são um componente extremamente importante em praias de macromarés, uma vez que elas são, diretamente, responsáveis pela sua morfodinâmica, formando, em alguns casos, microhabitats, como bancos de areia e canais de maré na face da praia. Para avaliar a influência das marés no padrão de distribuição da nematofauna nesses dois microhabitats (banco de areia e canal de maré), uma praia arenosa sob o regime de macromarés e ultradissipativa foi estudada. As amostras de sedimento para estudo da nematofauna e das variáveis ambientais (granulometria, matéria orgânica, clorofila α e água intersticial) foram coletadas de forma aleatória, em ambos os microhabitats localizados no médio litoral da praia, usando um corer de 3.6 cm de diâmetro interno e 10 cm de altura (correspondendo a 10 cm² de área amostral) durante quatro diferentes momentos de maré durante o dia, correspondendo a dois períodos de maré alta (S1 e S2) e de maré baixa (E1 e E2). Para análise da distribuição vertical, o sedimento foi subdividido em seções de 1 cm até a profundidade final de 10 cm, análises multivariadas permutacionais foram aplicadas para avaliar a ocorrência de diferenças significativas entre as camadas de sedimento nos diferentes estágios de maré dos dois microhabitats estudados. Tanto no banco de areia quanto no canal de maré as comunidades de nematódeos foram significativamente diferentes, embora em ambos *Daptonema normandicum* tenha sido a espécie dominante. No caso da distribuição vertical, os nematódeos se distribuem de forma dissimilar ao longo do ciclo de maré, em ambos os microhabitats: no banco de areia, os nematódeos migraram para cima durante o período de maré baixa, movimento esse que foi regido principalmente por indivíduos de *Oncholaimellus calvadosicus*, provavelmente, na busca por recursos alimentares. No canal de maré, uma migração para baixo pode ser observada nas camadas mais profundas do sedimento (5-10 cm) durante os períodos de maré baixa, migração essa que foi governada por indivíduos de *Metadesmolaimus sp.1*, *Promonhystera faber* e *Theristus sp.2*, provavelmente em busca de alimento. Baseado nestes resultados, conclui-se que a maré pode influenciar a distribuição vertical da meiofauna de forma distinta nos dois microhabitats, e que isso pode ser atribuído as diferenças hidrodinâmicas dos locais estudados.

Palavras-chave: meiobentos, nematódeos, macromaré, banco de areia, canal de maré.

ABSTRACT

Sandy beaches are dynamic ecosystems that are structured by a number of physical factors such as particle size, wave energy and tides. Among these factors, tides are an extremely important component in macrotidal beaches because they are directly responsible for the morphodynamic conditions of macrotidal beaches. In some cases, these beaches can harbor distinct microhabitats in the beach face, such as sandbars and runnels. In order to evaluate the tidal influence in nematode vertical distribution in these microhabitats (sandbar and runnel) this study was performed in a temperate, macrotidal, ultra-dissipative ridge-and-runnel sandy beach. Sediment cores were collected during four periods within a tidal cycle in daytime: two low tide and two high tide events and sliced vertically (from 0-1 cm to 9-10 cm) for the investigation of nematode community and a series of abiotic factors (granulometry, organic matter, chlorophyll α and interstitial water). Multivariate permutation analyses were performed to evaluate the occurrence of significant differences between sediment layers at different tidal stages in both microhabitats. In both microhabitats, the nematode community was significantly dissimilar although *Daptonema normanicum* was the dominant species in both microhabitats. Concerning the vertical distribution over the tidal cycle, there was also a different distribution in both microhabitats. During low tide, nematodes migrate upward in the sandbar, being *Oncholaimellus calvadosicus* the species responsible for this migration pattern. Its movement was attributed to its feeding ecology. On the other hand, nematodes migrate downward in the deepest layers of the sediment (5-10 cm) in the runnels, being *Metadesmolaimus* sp.1, *Promonhystera faber* and *Theristus* sp.2 responsible for that migration. Based on these results, we concluded that tides can influence the vertical distribution of nematodes under different extent in these two microhabitats. These dissimilar patterns of vertical migration are attributed to the different hydrodynamics conditions found in sandbars and runnels.

Key words: meiobenthos, nematodes, macrotidal beach, sandbar, runnel.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ocorrência geográfica dos três tipos de marés. Adaptado de Short (1991).	13
Figura 2. Área de estudo.	16
Figura 3. Fotografia do local de amostragem evidenciando o banco de areia (A) e o canal de maré (B).	17
Figura 4. Estratégia amostral indicando os diferentes momentos de coleta durante o ciclo de maré diurna S1: primeiro estágio de maré alta, S2: segundo estágio de maré alta, E1: primeiro estágio de maré baixa, E2: segundo estágio de maré baixa.....	17
Figura 5. Variáveis Ambientais nas camadas dos diferentes estágios de maré no banco de areia. Resultados significativos no teste pareado do microhabitat x estágio x camada estão representados pelas cores das barras: barras pretas e brancas indicam valores significativamente maiores e menores, respectivamente; enquanto barras cinza indicam valores que não são significativamente diferentes. Barras de erro indicam o Erro Padrão (n=3). S1: primeiro evento de maré alta, E1: primeiro evento de maré baixa, E2: segundo evento de maré baixa, S2: segundo evento de maré alta.	22
Figura 6. Variáveis Ambientais nas camadas dos diferentes estágios de maré no canal de maré. Resultados significativos no teste pareado do microhabitat x estágio x camada estão representados pelas cores das barras: barras pretas e brancas indicam valores significativamente maiores e menores, respectivamente; enquanto barras cinza indicam valores que não são significativamente diferentes. Barras de erro indicam o Erro Padrão (n=3). S1: primeiro evento de maré alta, E1: primeiro evento de maré baixa, E2: segundo evento de maré baixa, S2: segundo evento de maré alta.	23
Figura 7. Densidade dos nematódeos nas camadas dos diferentes estágios de maré do banco de areia. Resultado significativos no teste pareado para microhabitat x estágio x camada estão representados pelas cores das barras: barras pretas e brancas indicam valores significativamente maiores e menores, respectivamente; enquanto que barras cinza indicam valores que não são significativamente diferentes. Barras de erro indicam o erro padrão (n=3).	27
Figura 8. Densidade dos nematódeos nas camadas dos diferentes estágios de maré do canal de maré. Resultado significativos no teste pareado para microhabitat x estágio x camada estão representados pelas cores das barras: barras pretas e brancas indicam valores significativamente maiores e menores, respectivamente; enquanto que barras cinza indicam valores que não são significativamente diferentes. Barras de erro indicam o erro padrão (n=3).	29
Figura 9. Distribuição vertical dos grupos tróficos de Wieser nos quatro estágios de maré dos dois microhabitats. 1A: detritívoros seletivos, 1B: detritívoros não-seletivos, 2A: comedores de epistratos e 2B: predadores e onívoros.....	32

Figura 10. Ordenação nMDS, baseada na média da densidade dos nematódeos por microhabitat nos diferentes estágios das camadas do sedimento (dados transformados em raiz quadrada), usando o índice de similaridade de Bray-Curtis. S1: primeiro estágio de submersão, E1: primeiro estágio de emersão, E2: segundo estágio de emersão, S2: segundo estágio de submersão..... 33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados da PERMANOVA para as variáveis ambientais. Valores significativos ($p < 0,05$) estão destacados em negrito. Valores entre parênteses indicam os graus de liberdade e o resíduo. 24

Tabela 2. Abundância relativa das cinco famílias de nematódeos mais representativas no estudo. 24

Tabela 3. Resultados da PERMANOVA para a densidade de nematódeos, comunidade de nematódeos e a densidade das 10 espécies mais abundantes (1: *C. pontica*; 2: *D. normadicum*; 3: *Metadesmolaimus* sp1; 4: *N. munita*; 5: *O. calvadosicus*; 6: *P. thaumasius*; 7: *Paracyatholaimus* sp3; 8: *P. faber*; 9: *Theristus* sp2; 10: *T. mirabilis*)..... 26

Tabela 4. Resultado do teste pareado para a composição da comunidade de nematódeos nos estágios de maré entre microhabitat x estágio x camada. Apenas diferenças significativas estão apresentadas abaixo..... 33

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1. Lista de espécies de nematódeos por microhabitat..... 50

Apêndice 2. Listagem taxonômica das espécies encontradas no estudo na praia de De Panne, Bélgica, segundo a classificação proposta por De Ley e Blaxter (2002). 54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
2.1 Área de estudo	16
2.2 Estratégia amostral	16
2.3 Processamento das amostras	18
2.3.1 Nematofauna	18
2.3.2 Variáveis Ambientais	19
2.4 Análise de dados	19
3. RESULTADOS.....	21
3.1 Variáveis Ambientais	21
3.2 Nematofauna.....	24
4. DISCUSSÃO	34
4.1 Composição da nematofauna nos microhabitats	34
4.2 Distribuição vertical ao longo do ciclo de marés	36
5. Conclusão	41
6. Referências Bibliográficas	42
APÊNDICES.....	50

1. INTRODUÇÃO

As praias arenosas estão entre os ecossistemas mais dinâmicos de todo o ambiente marinho, ocorrendo em praticamente todas as faixas costeiras das regiões temperadas e tropicais (MCLACHLAN, 1983; MCLACHLAN E TURNER, 1994). Esses ecossistemas atuam como zona de proteção litorânea contra a ação das ondas e devido sua localização são explorados, demasiadamente, para fins recreacionais e comerciais (MCLACHLAN, 1983). São, também, considerados um dos ambientes menos estáveis da zona costeira devido a sua capacidade de absorver a energia das ondas; energia essa que pode ser dissipada pela movimentação da água na zona de surfe, transportando a areia da praia para o oceano em situações de alta energia, e, posteriormente, devolvendo esse sedimento à praia, esse transporte é chamado de reposição sedimentológica. (MANN, 2000; MCLACHLAN E BROWN, 2006).

As marés, que consistem na subida e descida periódica da superfície do oceano devido à influência da força gravitacional da lua e do sol, somado ao movimento rotacional da Terra, são conhecidas como um componente não-essencial (DAVIES, 1964). As praias podem ser classificadas em três tipos distintos segundo o parâmetro relativo da maré (PRM): (1) micromarés, cujo alcance máximo da maré é de dois metros, sendo regidas pela ação das ondas e, posteriormente, classificadas em refletivas, intermediárias e dissipativas (SHORT, 1996); (2) mesomarés, variando entre dois e quatro metros; e (3) macromarés, alcance superior a quatro metros e são tidas como praias regidas pelas marés, podendo ser subdivididas, quanto à morfologia da sua face, em refletivas com terraço de maré baixa, barra/calha de baixa maré, e ultra-dissipativa (SHORT, 1999).

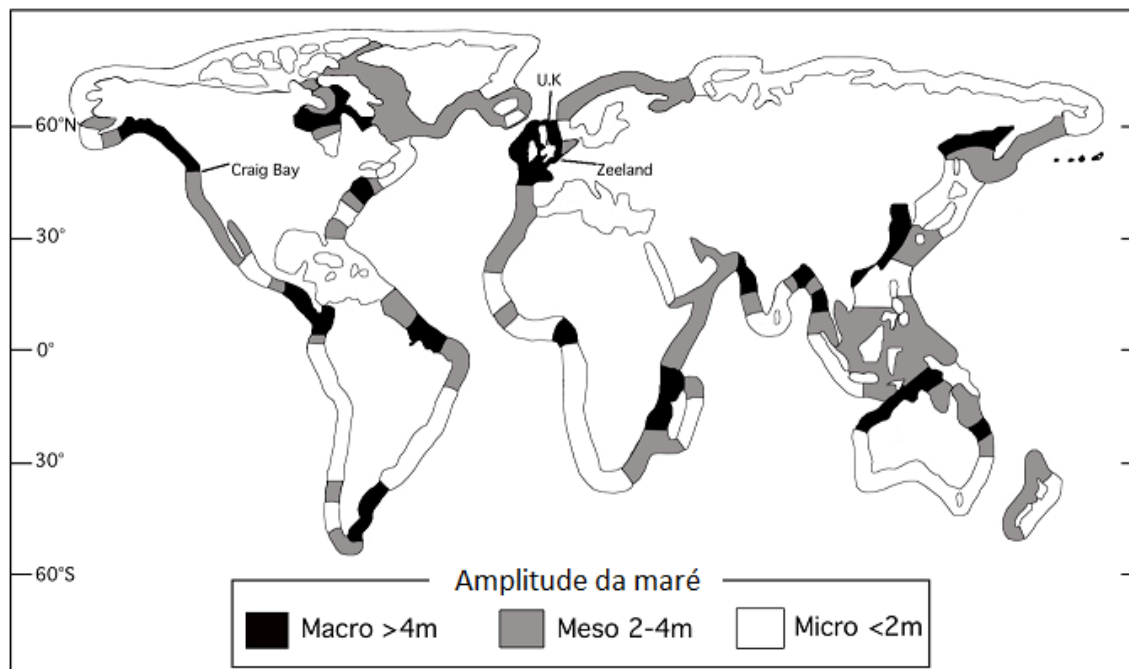
O terraço de maré baixa (RLT) ocorre quando a praia é continuamente dominada por ondas ininterruptas que produzem um uniforme terraço sem a caracterização das calhas de maré baixa. Quando o parâmetro relativo da maré aumenta (RTR com valor entre 3 e 7), as praias mantêm a zona entre-marés superior relativamente íngreme, mas apresentam uma região entre-marés inferior com menor inclinação, possivelmente com a presença de barras oscilantes, e uma morfologia de barras e calhas durante a maré baixa (LBR). Quando o parâmetro relativo da maré é superior a 7, as praias são denominadas ultradissipativas (UD), e geralmente são planas e possuem zonas entre-marés muito largas, e, por conta disso e da dinâmica das marés, tendem a apresentar, na

sua face, bancos de areia e canais de marés (MASSELINK E SHORT, 1993; SHORT, 1991).

Praias ultradissipativas são geralmente planas e possuem zonas entre-marés muito largas, o que ajuda a manutenção de suas características dissipativas ao longo dos ciclos de maré. Embora praias de macromarés sejam morfologicamente estáveis, praias ultradissipativas mostram uma tendência de serem formadas por múltiplos bancos de areia, intercalados por canais de maré (MASSELINK E SHORT, 1993; SHORT, 1991).

As praias de macromarés são as que apresentam menor ocorrência dentre os tipos, embora estejam presentes em todas as latitudes e continentes (SHORT, 1991). Em regiões temperadas, praias de macromarés estão presentes no Canadá (Columbia Britânica e região da Baía de Hudson), Estados Unidos (nordeste), sul da Argentina, em toda a zona costeira do Reino Unido (e Irlanda), a zona costeira europeia que vai do norte da Espanha até a Holanda, e também na Ásia (Mar Amarelo e Mar de Okhotsk) (SHORT, 1991) (Figura 1).

Figura 1. Ocorrência geográfica dos três tipos de marés.



Fonte: Short, 1991 (Adaptado)

Devido à grande extensão da faixa de areia, as praias sob o regime de macromarés mostram uma forte tendência de apresentarem bancos de areia intercalados por alguns canais de marés (SHORT, 1991). Esses bancos são uma das estruturas mais interessantes nesse tipo de praia, pois, na maioria dos casos, são responsáveis pela dissipação de parte considerável da energia das ondas provenientes de mar aberto. Embora suas características sejam universais, a morfologia e quantidade deles variam de acordo com as condições ambientais. Em regiões de alta energia, bancos de areia apresentam feições dinâmicas e migram em direção ao mar ou em direção a costa (MASSELINK E SHORT, 1993; MASSELINK ET AL., 2006), enquanto em regiões mais protegidas podem ocorrer a presença de múltiplos bancos (DAVIDSON-ARNOTT E MCDONALD, 1989; SHORT, 1992).

Os canais de marés são sulcos localizados paralelamente aos bancos de areia, retraindo água durante a maré vazante, e são formados pela interação de marés, correntes, tipo do sedimento e a topografia da praia (KROON E MASSELINK, 2002; WRIGHT ET AL., 1982).

O ecossistema de praias arenosas envolve interações entre os mais variados animais que utilizam esse ambiente como moradia por toda a sua fase de vida ou em alguma fase de seu desenvolvimento, desde os grandes organismos aos pequenos indivíduos microscópicos que vivem no interior do sedimento (MCLACHLAN E BROWN, 2006; GIERE, 2009). Sobre esses pequenos indivíduos, é comum separá-los de acordo com o seu tamanho em meiofauna (38 μm a 1 mm) e microfauna (<45 μm), embora esses limites não sejam universais (HIGGINS E THIEL, 1988; GIERE, 2009). Dos organismos da meiofauna, o filo Nematoda é tido como o mais abundante e diverso (HEIP ET AL., 1985; MOENS ET AL., 2013), chegando a compreender cerca de 90% da meiofauna em certas praias (KOTWICKI ET AL., 2005).

Estudos sobre a meiofauna e, em especial, do filo Nematoda em praias de macromarés são conhecidos tanto para regiões temperadas (DEGRAER ET AL., 2003; GHESKIERE ET AL., 2002; GHESKIERE ET AL., 2004; HARGUINTEGUY ET AL., 2012; KOTWICKI ET AL., 2005; MARIA ET AL., 2012; MARIA ET AL., 2013; SHARMA E WEBSTER, 1983), quanto para regiões tropicais (GINGOLD ET AL., 2010; GINGOLD ET AL., 2011; GOMES E ROSA FILHO, 2009), os quais tiveram como objetivo a caracterização da área e abordaram aspectos que incluem a distribuição espacial e a variação temporal. No entanto, somente três destes estudos caracterizam a

nematofauna dos diferentes microhabitats que ocorrem ao longo da grande extensão da faixa de areia (GINGOLD ET AL., 2010; GINGOLD ET AL., 2011; MARIA ET AL., 2013), já que por um longo período de tempo acreditou-se que a comunidade de nematódeos que ocorria nos canais de marés era similar àquela que ocorria no sublitoral, devido à constante submersão deste microhabitat durante a maré baixa (DÖRJES 1976). No entanto, os estudos supracitados demonstraram uma dissimilaridade nas comunidades de nematódeos do sublitoral e dos canais de marés e, além disso, tanto os canais de marés quanto os bancos de areia podem apresentar comunidades de nematódeos distintas (MARIA ET AL., 2013). Sabe-se ainda que nos sedimentos dos bancos de areia, os nematódeos se redistribuem verticalmente de acordo com os diferentes estágios das marés, sendo a redistribuição vertical desses nematódeos atribuída às oscilações na altura do lençol e interações biológicas (MARIA ET AL., 2012). Portanto, nada se sabe sobre a distribuição vertical ao longo de um ciclo de maré para a comunidade de nematódeos do canal de maré e, considerando que esse microhabitat está constantemente submerso pela água, não se espera que ocorra uma diferença na distribuição vertical ao longo do ciclo.

Assim, considerando que estudos que visam analisar a heterogeneidade ambiental de praias arenosas de macromarés são bastante escassos e que pouco se sabe sobre a distribuição vertical de indivíduos da meiofauna neste ecossistema, o presente estudo tem como objetivo avaliar se as comunidades de nematódeos, de ambos os microhabitats (banco de areia e canal de marés) apresentavam os mesmos padrões de distribuição ao longo de um ciclo de marés.

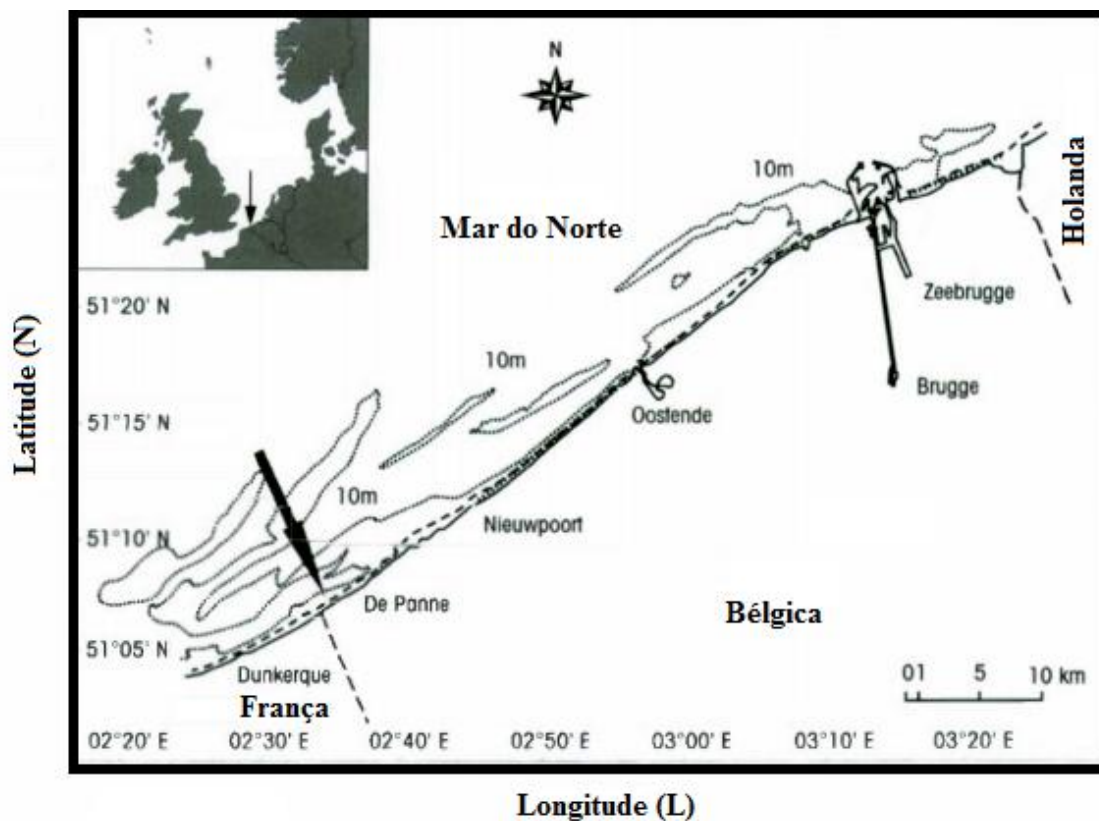
A hipótese nula postulada (H_0) é que não há diferença entre a distribuição vertical dos nematódeos nos diferentes estágios de marés dos dois microhabitats.

A hipótese alternativa (H_1) é que ocorre diferença na distribuição vertical dos nematódeos ao longo do ciclo de maré, mas que essa não responde da mesma forma entre os dois ambientes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Figura 2. Área de estudo.



Fonte: Short, 1991 (Adaptado)

O local escolhido foi a praia de De Panne, localizada na costa oeste da Bélgica, em frente a reserva natural “WhestoekReservaat” ($51^{\circ}05'30''\text{N}$ e $02^{\circ}34'01''\text{L}$), próximo à fronteira com a França (Fig. 2). De Panne é uma praia de macromarés, semi-exposta e ultra-dissipativa com quatro quilômetros de extensão cuja zona entre-marés possui aproximadamente 440 m de extensão, apresentando alguns canais de maré, paralelos a linha d'água. Além disso, a praia está localizada em uma região de clima temperado sob um regime de marés semidiurnas.

2.2 Estratégia amostral

No dia 21 de setembro de 2011, dois transectos paralelos, a linha d'água, foram estabelecidos em dois diferentes microhabitats, sendo um em um banco de areia e outro em um canal de maré no médio litoral da zona entre-marés (Fig. 3). As amostras

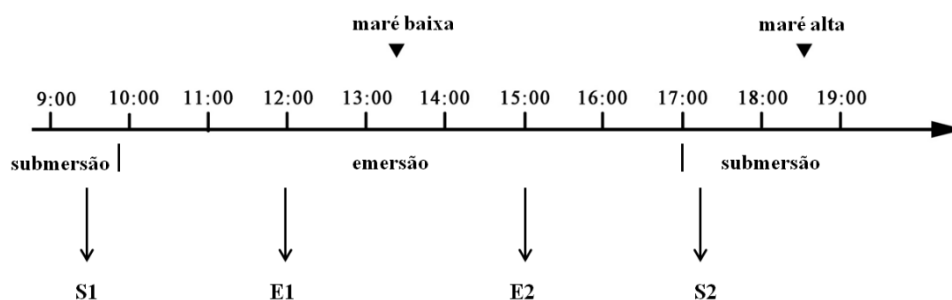
foram coletadas de forma aleatória nos dois microhabitats usando um amostrador de 3,6 cm de diâmetro e 10 cm de altura (correspondendo a 10 cm² de área) durante quatro diferentes estágios de maré. A primeira amostragem foi realizada durante o período de maré vazante e ambos os microhabitats (banco de areia e canal de maré) ainda estavam submersos pela água (S1), seguida de duas amostragens durante a maré baixa (E1 e E2, onde o banco de areia se encontrava exposto) e a última amostragem na maré enchente, com os dois microhabitats submersos (S2) (Fig. 3).

Figura 3. Fotografia do local de amostragem evidenciando o banco de areia (A) e o canal de maré (B).



Fonte: Tatiana F. Maria.

Figura 4. Estratégia amostral indicando os diferentes momentos de coleta durante o ciclo de maré diurna S1: primeiro estágio de maré alta, S2: segundo estágio de maré alta, E1: primeiro estágio de maré baixa, E2: segundo estágio de maré baixa.



Fonte: Autoria própria

Em cada estágio de maré, três réplicas foram coletadas para a nematofauna e para os fatores abióticos, como granulometria, clorofila α , teor de matéria orgânica e conteúdo de água intersticial. Todas as amostras foram estratificadas em amostras menores de 1cm de profundidade até a profundidade de 10 cm. As camadas foram classificadas em: superficial (0-1 cm), subsuperficial (1-2 cm), intermediárias (de 2-3 cm até 4-5 cm) e profundas (de 5-6 cm até 9-10 cm). Em seguida, as amostras para análise da nematofauna foram fixadas em campo com uma solução de formaldeído 4%, enquanto que as amostras para análise de clorofila α , matéria orgânica e água intersticial foram acondicionadas em uma caixa termoe estável até a chegada ao laboratório, onde então foram mantidas congeladas a -20°C até o momento da análise.

2.3 Processamento das amostras

2.3.1 Nematofauna

As amostras coletadas foram lavadas sobre peneiras de 38 μ m e a nematofauna foi extraída através de um método de separação densidade-gradiente por centrifugação, utilizando LUDOX TM-50 com densidade específica de 1,18 (HEIP ET AL., 1985).

Os nematódeos foram separados do restante dos indivíduos da meiofauna, com o uso de uma cuba de Dolffus, e contados com o auxílio de um microscópio estereoscópico. De cada amostra, 100 nematódeos foram aleatoriamente separados e transferidos para uma solução de diafanização, segundo o método de De Grisse (1969). Nesse método os nematódeos passam por três soluções, sendo elas: Solução I formada por 99% de formaldeído (concentração de 4%) e 1% de glicerina, passando 24 horas em repouso para que ocorra uma troca do formaldeído presente na solução por álcool presente no dissecador; Solução II que consiste em 95% de álcool e 5% de glicerina, esta solução é adicionada a cada duas horas, durante um período de oito horas a 40°C; e Solução III é formada de 50% de álcool e 50% de glicerina e é adicionada a final das oito horas de adição de solução II. Esse processo é utilizado para que ocorra um clareamento na cutícula dos nematódeos, tornando assim possível a visualização, através da mesma, das estruturas internas dos animais que são importantes para a correta identificação genérica e específica dos organismos.

Após o procedimento de diafanização, foi realizada a montagem de lâminas para posterior identificação, dos nematódeos. A identificação dos indivíduos foi efetuada até o nível de espécie. Foi utilizada a chave pictórica proposta por Warwick et al (1998) para a identificação genérica e para identificação específica foi utilizada bibliografia especializada de cada gênero. Quando a identificação em nível específico não foi possível, por variados motivos (por exemplo, dificuldade de visualização de certas estruturas, ausência de alguns caracteres, medidas e/ou variação de medidas em desacordo com descrições originais) os indivíduos foram morfotipados e receberam códigos para diferenciá-los de outras espécies do mesmo gênero (ex. *Theristus* sp1, *Theristus* sp2).

Posteriormente os nematódeos foram agrupados, de acordo com a sua morfologia bucal, em um dos quatro grupos tróficos propostos por Wieser (1953): 1A: detritívoros seletivos; 1B: detritívoros não-seletivos; 2A: comedores de epístratos; e 2B: predadores/onívoros.

2.3.2 Variáveis Ambientais

A quantidade de água intersticial, também chamada de teor de água, foi medida como a diferença entre o peso úmido e o peso seco do sedimento, após o sedimento passar por um processo de secagem em estufa a uma temperatura de 60°C, durante um período de 12 horas. Posteriormente, essas mesmas amostras foram queimadas em um forno mufla a uma temperatura de 450°C por quatro horas, para determinar a porcentagem de matéria orgânica através da perda de massa. A clorofila α foi extraída em uma solução de acetona a 90% e medida com um fluorímetro de Turner, seguindo as metodologias de Holm-Hansen et al. (1965). A granulometria foi avaliada a partir da utilização de um contador de partículas a laser BeckmanCoulter LS100®, e as frações do sedimento apresentadas foram definidas de acordo com a escala de Wentworth (BALE e KENNY, 2005).

2.4 Análise de dados

Diferenças na distribuição vertical nas densidades totais dos nematódeos, das dez espécies mais abundantes, dos fatores abióticos, e da composição da comunidade de nematódeos foram testadas por uma PERMANOVA trifatorial, com os fatores micro-habitat, estágio de maré e camada, sendo esses três fatores fixos. Embora a

PERMANOVA possa mostrar a diferença entre grupos, esse teste não distingue se essa diferença ocorre devida ao efeito dos fatores analisados ou da dispersão das amostras, assim, a homogeneidade da dispersão multivariada foi testada utilizando o PERMDISP, utilizando a distância entre os centroides. Em casos de resultados significativos na interação máxima (micro-habitat x estágio x camada), testes pareados foram realizados para verificar em quais estágios de ambos os microhabitats as camadas eram diferentes significativamente. Matrizes de similaridades baseadas no índice de Bray-Curtis e na Distância Euclidiana foram utilizadas para análises multivariadas (composição da comunidade) e univariadas (densidade do táxon e das espécies mais abundantes assim como os dados abióticos), respectivamente.

Para avaliar o fator abiótico (clorofila α , teor de água, grau de seleção, tamanho médio do grão e matéria orgânica) que teve maior influência na distribuição da comunidade de nematódeos em ambos os microhabitats, a rotina DistLM (Distância baseada em Modelo Linear) foi utilizada e o maior R^2 foi utilizado como critério para se escolher o melhor modelo dentre os apresentados por essa rotina. Essa análise foi feita com os dados abióticos normalizados usando o 'BEST' como procedimento de seleção e o BIC (Critério de Informação Bayesiana) como critério. Antes desta análise foi avaliada a correlação entre os fatores abióticos e os mais correlacionados ($r > \pm 0,8$) foram excluídos.

Todas as análises foram realizadas utilizando o programa estatístico PRIMER (versão 6.0) com o pacote de atualização PERMANOVA (ANDERSON ET AL, 2008; CLARKE E GORLEY, 2006).

3. RESULTADOS

3.1 Variáveis Ambientais

O sedimento da praia estudada foi classificado como areia fina, bem selecionada. O tamanho médio do grão variou de $192 \pm 1 \mu\text{m}$ a $215 \pm 1 \mu\text{m}$ (média + erro padrão) no banco de areia e de $194 \pm 2 \mu\text{m}$ a $216 \pm 2 \mu\text{m}$ no canal de maré, variando significativamente entre micro-habitat $\times$ estágio $\times$ camada ($p = 0,006$) (Fig.4, Tab. 1). No banco de areia, o maior valor significativo foi encontrado no primeiro estágio de maré baixa (E1), enquanto que no canal de maré o maior valor significativo foi encontrado no primeiro estágio de submersão (S1), estágio esse que também concentrou a maioria dos valores significativamente maiores deste microhabitat.

O grau de seleção (ϕ) variou de $4,63 \pm 0,03$ e $4,89 \pm 0,03$ no banco de areia e entre $4,18 \pm 0,04$ e $4,78 \pm 0,04$ no canal de maré, variando significativamente entre micro-habitat $\times$ estágio $\times$ camada ($p < 0,001$, respectivamente) (Fig.4, Tab. 1). Em ambos os microhabitats, embora tenham ocorrido diferenças significativas em camadas acima de 5 cm, a maior quantidade de diferenças significativas ocorreu nas camadas mais profundas.

Quanto ao teor de água intersticial, o valor médio na praia foi de $1,86 \pm 0,1$ ml/10g de sedimento no banco de areia e de $1,98 \pm 0,1$ ml/10g de sedimento no canal de maré e não houve diferença significativa entre micro-habitat $\times$ estágio $\times$ camada, diferindo significativamente apenas nas interações do micro-habitat $\times$ estágio e micro-habitat $\times$ camada (Tab. 1) separadamente. No geral, maiores valores de quantidade de água foram encontrados nas camadas do canal de maré (Fig. 4).

A matéria orgânica (MO) teve um valor médio de $0,90 \pm 0,2$ % no banco de areia e de $0,79 \pm 0$ % no canal de maré e não apresentou diferença significativa para nenhum dos fatores analisados (Fig.4, Tab.1).

A concentração de clorofila α variou de $0,20 \pm 0,1 \mu\text{g/g}$ de sedimento a $0,78 \pm 0,1 \mu\text{g/g}$ de sedimento no banco de areia, e de $0,10 \pm 0,2 \mu\text{g/g}$ de sedimento e $1,73 \pm 0,2 \mu\text{g/g}$ de sedimento no canal de maré, apresentando diferença significativa entre micro-habitat $\times$ estágio $\times$ camada (Tab. 1). No geral, os maiores valores de clorofila α foram encontrados no estágio E1 (nas camadas 6-7 cm, 7-8 cm e 8-9 cm) do canal de maré (Fig.4).

Figura 5. Variáveis Ambientais nas camadas dos diferentes estágios de maré no banco de areia. Resultados significativos no teste pareado do microhabitat x estágio x camada estão representados pelas cores das barras: barras pretas e brancas indicam valores significativamente maiores e menores, respectivamente; enquanto barras cinza indicam valores que não são significativamente diferentes. Barras de erro indicam o Erro Padrão (n=3). S1: primeiro evento de maré alta, E1: primeiro evento de maré baixa, E2: segundo evento de maré baixa, S2: segundo evento de maré alta.

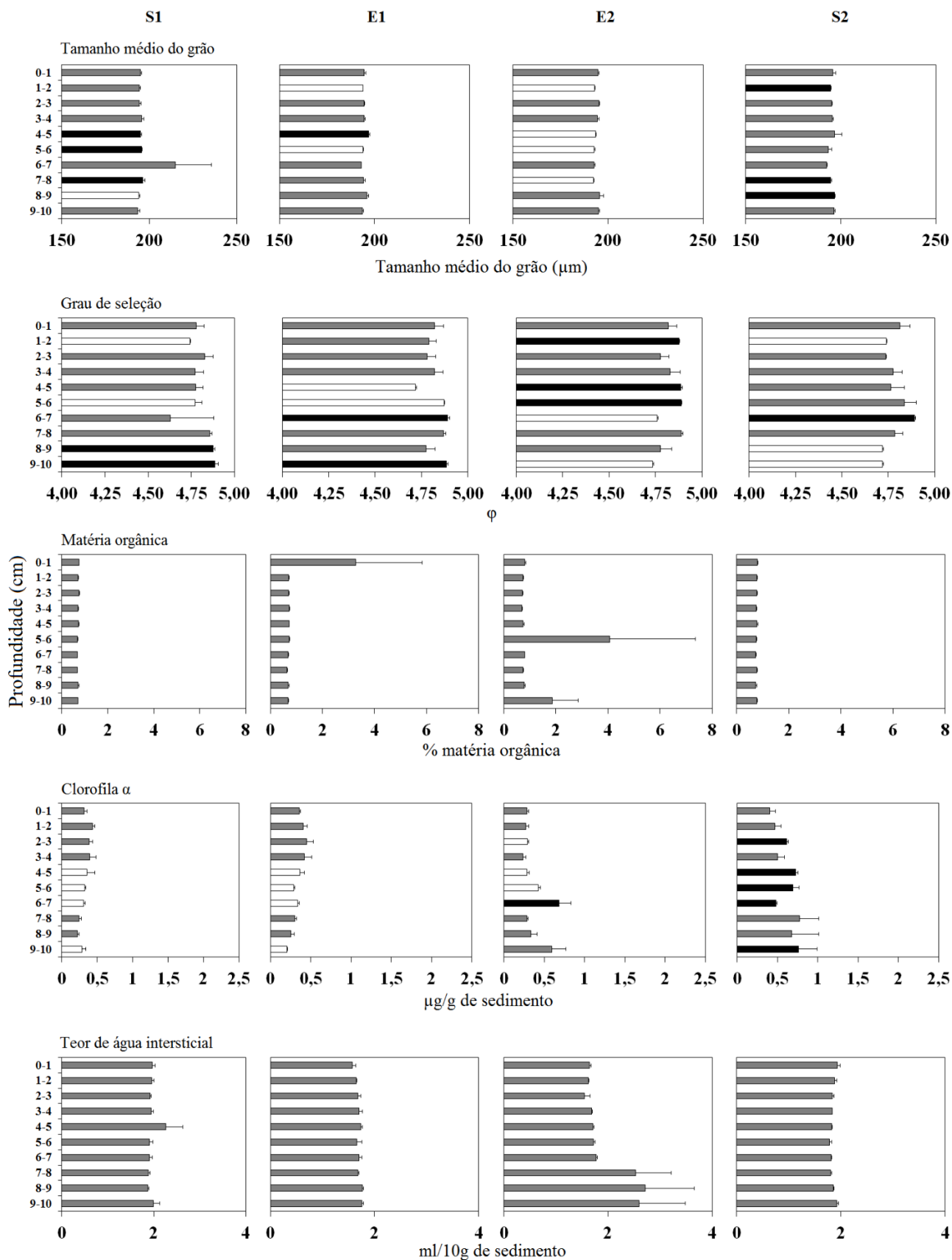


Figura 6. Variáveis Ambientais nas camadas dos diferentes estágios de maré no canal de maré. Resultados significativos no teste pareado do microhabitat x estágio x camada estão representados pelas cores das barras: barras pretas e brancas indicam valores significativamente maiores e menores, respectivamente; enquanto barras cinza indicam valores que não são significativamente diferentes. Barras de erro indicam o Erro Padrão (n=3). S1: primeiro evento de maré alta, E1: primeiro evento de maré baixa, E2: segundo evento de maré baixa, S2: segundo evento de maré alta.

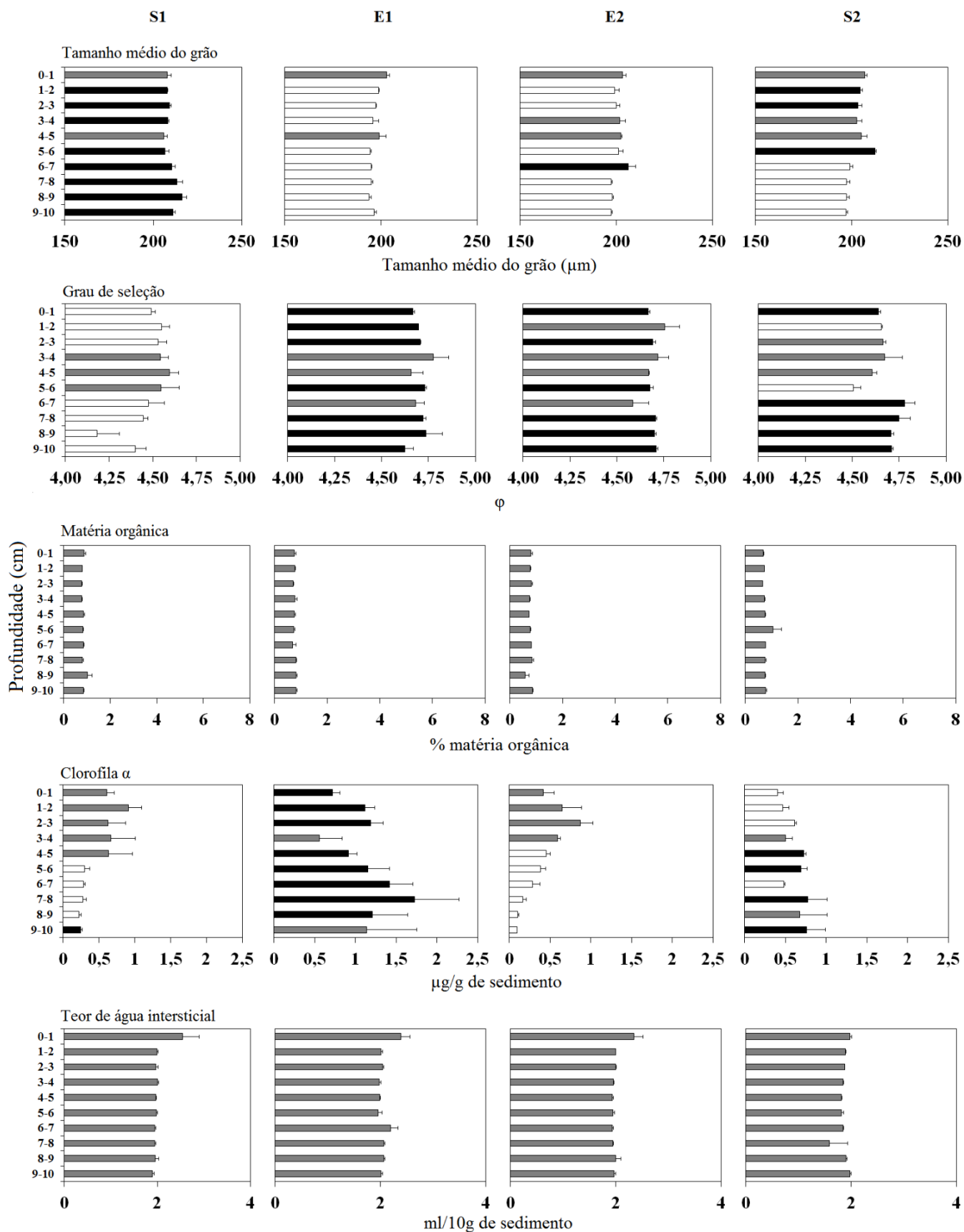


Tabela 1. Resultados da PERMANOVA para as variáveis ambientais. Valores significativos ($p < 0,05$) estão destacados em negrito. Valores entre parênteses indicam os graus de liberdade e o resíduo.

Variáveis		Tamanho médio	Grau de seleção	Matéria Orgânica	Clorofila a	Teor de água
Microhabitat _(1,72)	MS	4,01	9,31	1,36	1,11	0,14
	Pseudo-F	152,97	115,20	0,33	78,17	15,45
	p	<0,001	<0,001	0,6	<0,001	0,005
Estágio _(3, 72)	MS	0,78	1,15	4,50	0,69	3,25
	Pseudo-F	20,84	22,54	1,07	10,73	2,59
	p	<0,001	0,001	0,4	0,009	0,11
Camada _(9, 72)	MS	2,62	4,72	5,37	7,76	1,35
	Pseudo-F	0,96	1,02	1,06	2,60	1,50
	p	0,51	0,43	0,4	0,011	0,15
Microhabitat x Estágio _(3, 72)	MS	0,34	7,77	8,55	0,62	5,61
	Pseudo-F	13,06	9,62	2,08	43,85	6,11
	p	0,002	0,006	0,2	<0,001	0,021
Microhabitat x Camada _(9, 72)	MS	2,33	4,58	3,55	1,36	2,35
	Pseudo-F	0,99	1,17	0,75	0,74	2,36
	p	0,46	0,32	0,7	0,7	0,02
Estágio x Camada _(27, 72)	MS	4,64	7,13	4,99	6,15	1,01
	Pseudo-F	1,70	1,55	0,99	2,06	1,12
	p	0,02	0,06	0,5	0,008	0,31
Microhabitat x Estágio x Camada _(27, 72)	MS	4,93	1,15	5,19	3,64	9,02
	Pseudo-F	2,10	2,93	1,10	1,99	0,90
	p	0,006	<0,001	0,3	0,011	0,6

3.2 Nematofauna

Nesse estudo foram encontrados e identificados 147 morfotipos de espécies (pertencentes a 71 gêneros distintos). 24 famílias de nematódeos foram identificadas, sendo que a família Xyalidae foi representada por mais da metade (51, 08%; Tab. X) dos indivíduos encontrados. A maior parte das espécies coexistiu nos dois microhabitats, mas 30 delas foram exclusivas do banco de areia e 25 foram encontradas exclusivamente no canal de maré (Apêndice 1).

Tabela 2. Abundância relativa das cinco famílias de nematódeos mais representativas no estudo.

Família	%	Família	%
Xyalidae	51,08	Desmodoridae	9,48
Cyatholaimidae	11,59	Chromadoridae	4,67
Oncholaimidae	10,22	Demais famílias	12,95

Dentre estas, as 10 espécies com maior abundância relativa foram (com os valores de abundância relativa entre parêntesis): *Daptonema normandicum* (22,2%), *Metadesmolaimus* sp.1 (11,9%), *Oncholaimellus calvadosicus* (9,9%), *Promonhystera faber* (7,0%), *Chromaspirina pontica* (5,0%), *Paracanthonchus thaumasius* (3,8%), *Paracyatholaimus* sp.3 (3,6%) *Theristus* sp.2 (3,5%), *Neochromadora munita* (1,7%), *Trichotheristus mirabilis* (1,6%).

Dessas espécies, três delas apresentaram maiores densidades no banco de areia (estágio E1: *O. calvadosicus* e *T. mirabilis*; estágio S2: *D. normandicum*) e sete no canal de maré (estágio S1: *P. faber*; estágio E1: *C. pontica*, *Metadesmolaimus* sp.1, *P. thaumasius* e *Theristus* sp.2; estágio E2: *N. munita*, *Paracyatholaimus* sp.3). *Paracyatholaimus* sp.3 só esteve presente, no banco de areia, no primeiro estágio de submersão (S1).

A comunidade de nematódeos apresentou valores significativos ($p < 0,05$) em todas as variáveis analisadas no teste PERMANOVA (Tab. 2).

A densidade de cinco, *C. pontica*, *Metadesmolaimus* sp.1, *O. calvadosicus*, *P. faber*, *Theristus* sp.2, das dez espécies mais abundantes de nematódeos foi diferente significativamente na interação micro-habitat x estágio x camada ($p < 0,05$) assim como a densidade total dos nematódeos ($p = 0,008$). (Fig. 5, Tab.2), As densidades de *D. normandicum*, *N. munita* e *P. thaumasius* diferiram significativamente entre micro-habitat x camada, enquanto as densidades de *Paracyatholaimus* sp.3 só foram diferentes entre os microhabitats, e as de *T. mirabilis* diferiram significativamente nos três fatores analisados, mas não apresentou diferenças em nenhuma interação analisada (Tab.2).

No banco de areia, a densidade total de nematódeos foi significativamente mais alta na camada superficial (0-1 cm) durante os dois estágios de maré baixa (E1 e E2). Durante esses estágios de maré, a camada superficial do sedimento foi dominada pelas espécies *C. pontica*, *O. calvadosicus* e *Theristus* sp.2. No canal de maré houve um aumento significativo na densidade total dos nematódeos nas camadas mais profundas (5-10 cm) durante o 1º estágio de maré baixa (E1), onde as espécies *C. pontica*, *Metadesmolaimus* sp.1, *O. calvadosicus*, *Theristus* sp.2 e *P. faber* apresentaram as densidades significativamente mais altas do que nos demais estágios de maré.

Tabela 3. Resultados da PERMANOVA para a densidade de nematódeos, comunidade de nematódeos e a densidade das 10 espécies mais abundantes (1: *C. pontica*; 2: *D. normandicum*; 3: *Metadesmolaimus sp1*; 4: *N. munita*; 5: *O. calvadosicus*; 6: *P. thaumasius*; 7: *Paracyatholaimus sp3*; 8: *P. faber*; 9: *Theristus sp2*; 10: *T. mirabilis*).

Variáveis		Densidade	Comunidade	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Microhabitat (1, 72)	MS	43,17	61191	122,25	470,25	8,50	12,43	2,15	175,39	284,77	91,45	3,4	45,88
	Pseudo-F	1,49	33,06	52,05	125,24	1,40	10,03	0,86	155,64	29,53	35,40	5,09	44,04
	p	0,271	<0,001	<0,001	<0,001	0,275	0,014	0,375	<0,001	0,001	<0,001	0,823	<0,001
Estágio (3, 72)	MS	20,51	6075,4	16,92	8,99	10,82	0,20	6,19	9,8	24,16	5,11	2,09	10,6
	Pseudo-F	1,32	3,93	6,08	3,95	7,67	0,23	1,09	5,17	2,50	2,84	1,92	14,26
	p	0,311	<0,001	0,020	0,060	0,012	0,853	0,406	0,033	0,099	0,130	0,218	0,005
Camada (9, 72)	MS	274,07	12940	13,96	336,80	43,01	29,46	62,6	6,75	3,06	27,34	16,1	7,3
	Pseudo-F	32,32	12,39	18,30	88,38	16,72	54,77	19,87	5,23	0,99	12,01	12,57	10,78
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,460	<0,001	<0,001	<0,001
Microhabitat x Estágio (3, 72)	MS	52,96	5701,9	12,02	16,65	5,59	1,07	6,23	6,57	24,4	2,26	1,92	2,61
	Pseudo-F	1,82	3,08	5,12	4,43	0,92	0,87	2,50	5,83	2,53	0,87	2,88	2,51
	p	0,216	<0,001	0,030	0,040	0,477	0,495	0,132	0,023	0,121	0,487	0,105	0,128
Microhabitat x Camada (9, 72)	MS	47,47	2679,1	6,09	22,00	7,14	3,89	14,17	3,47	3,17	3,34	6,02	1,16
	Pseudo-F	6,24	2,67	5,65	4,69	2,21	4,99	7,27	3,22	1,04	2,44	5,9	1,55
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,040	<0,001	<0,001	0,003	0,416	0,018	<0,001	0,143
Estágio x Camada (27, 72)	MS	14,92	1544,9	1,24	3,67	15,66	15,96	4,59	1,68	1,84	5,32	4,22	0,86
	Pseudo-F	1,76	1,48	1,63	0,96	6,09	0,59	1,46	1,31	0,60	2,34	3,30	1,27
	p	0,032	<0,001	0,052	0,527	<0,001	0,362	0,109	0,226	0,940	0,002	<0,001	0,211
Microhabitat x Estágio x Camada (27, 72)	MS	15,94	1447,5	1,78	7,16	7,52	0,94	9,38	1,78	1,87	4,16	2,32	1,02
	Pseudo-F	2,09	1,44	1,67	1,53	2,33	1,20	4,82	1,65	0,61	3,04	2,28	1,37
	p	0,009	<0,001	0,043	0,079	0,002	0,267	<0,001	0,053	0,924	<0,001	0,003	0,143

Figura 7. Densidade dos nematódeos nas camadas dos diferentes estágios de maré do banco de areia. Resultado significativos no teste pareado para microhabitat x estágio x camada estão representados pelas cores das barras: barras pretas e brancas indicam valores significativamente maiores e menores, respectivamente; enquanto que barras cinza indicam valores que não são significativamente diferentes. Barras de erro indicam o erro padrão (n=3).

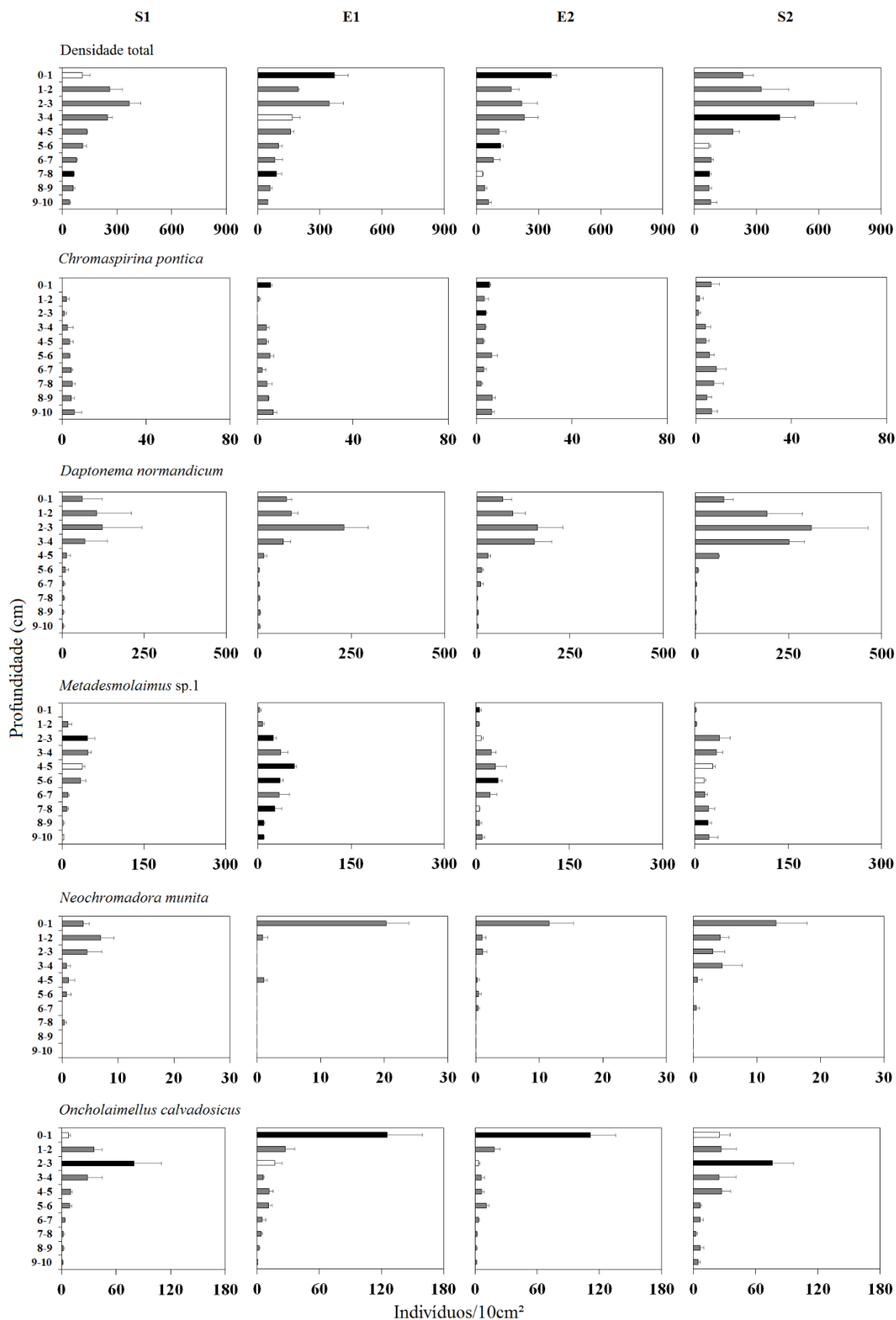
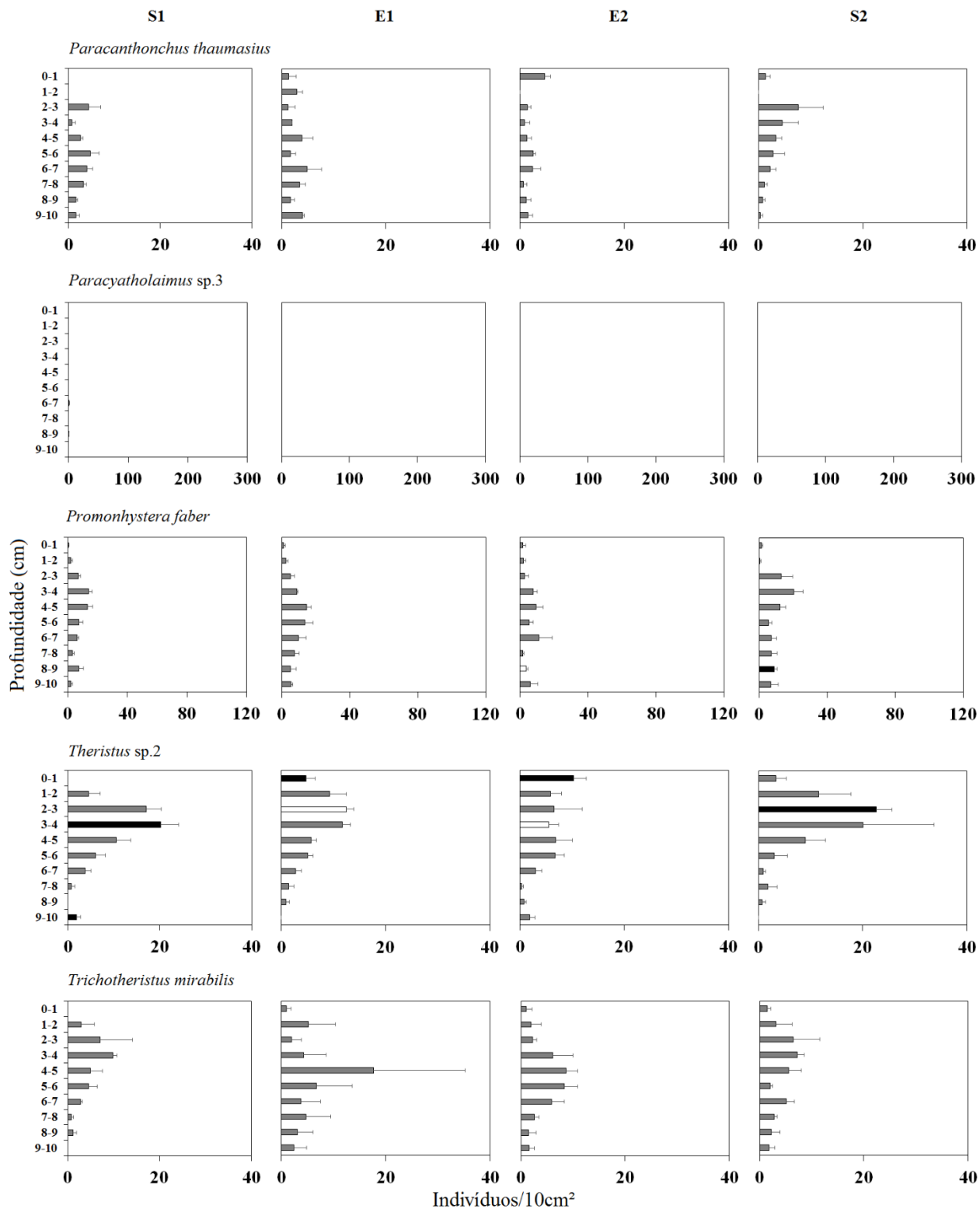


Figura 7. (Continuação) Densidade dos nematódeos nas camadas dos diferentes estágios de maré do banco de areia. Resultado significativos no teste pareado para microhabitat x estágio x camada estão representados pelas cores das barras: barras pretas e brancas indicam valores significativamente maiores e menores, respectivamente; enquanto que barras cinza indicam valores que não são significativamente diferentes. Barras de erro indicam o erro padrão (n=3).



Fonte: Autoria própria

Figura 8. Densidade dos nematódeos nas camadas dos diferentes estágios de maré do canal de maré. Resultado significativos no teste pareado para microhabitat x estágio x camada estão representados pelas cores das barras: barras pretas e brancas indicam valores significativamente maiores e menores, respectivamente; enquanto que barras cinza indicam valores que não são significativamente diferentes. Barras de erro indicam o erro padrão (n=3).

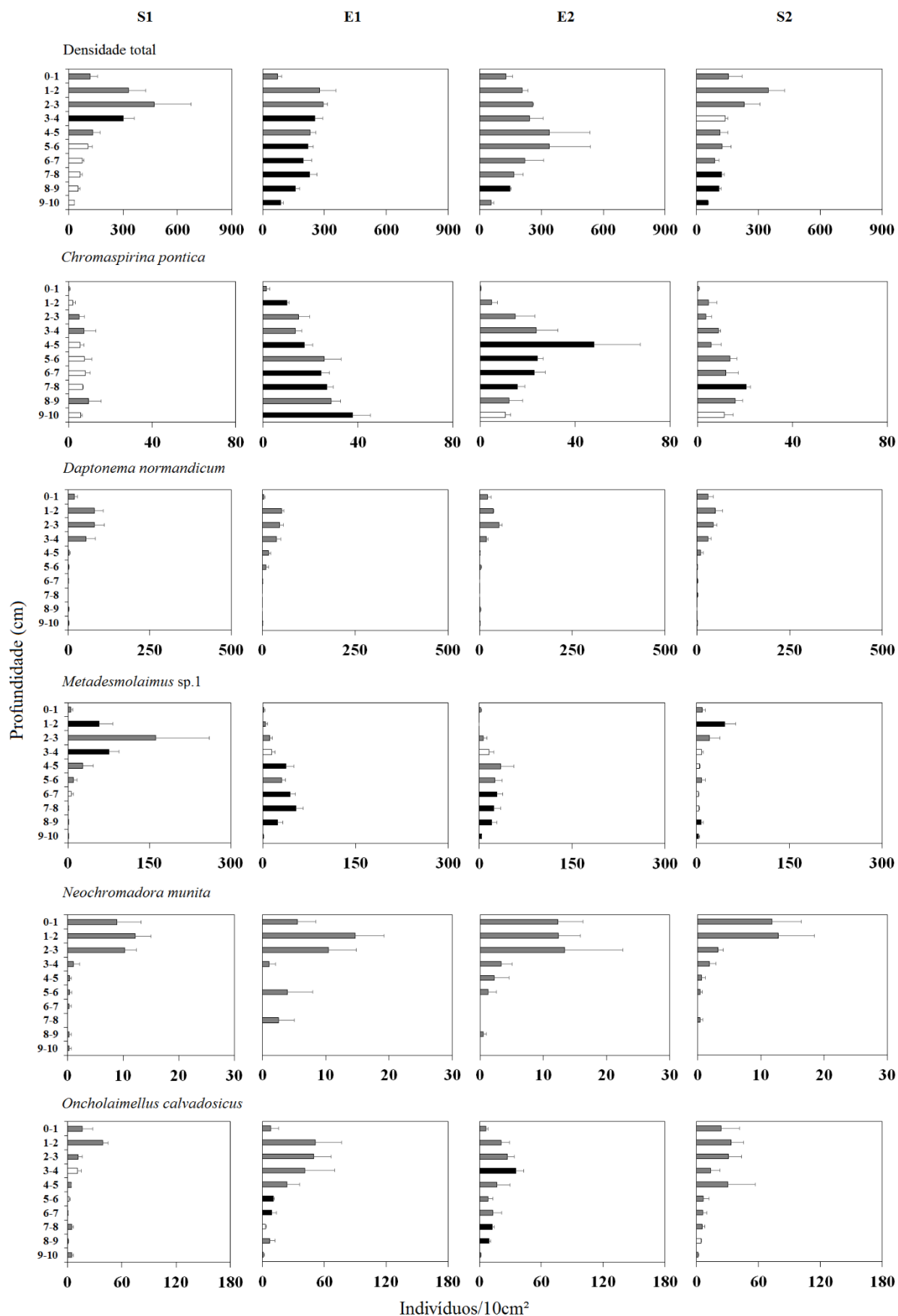
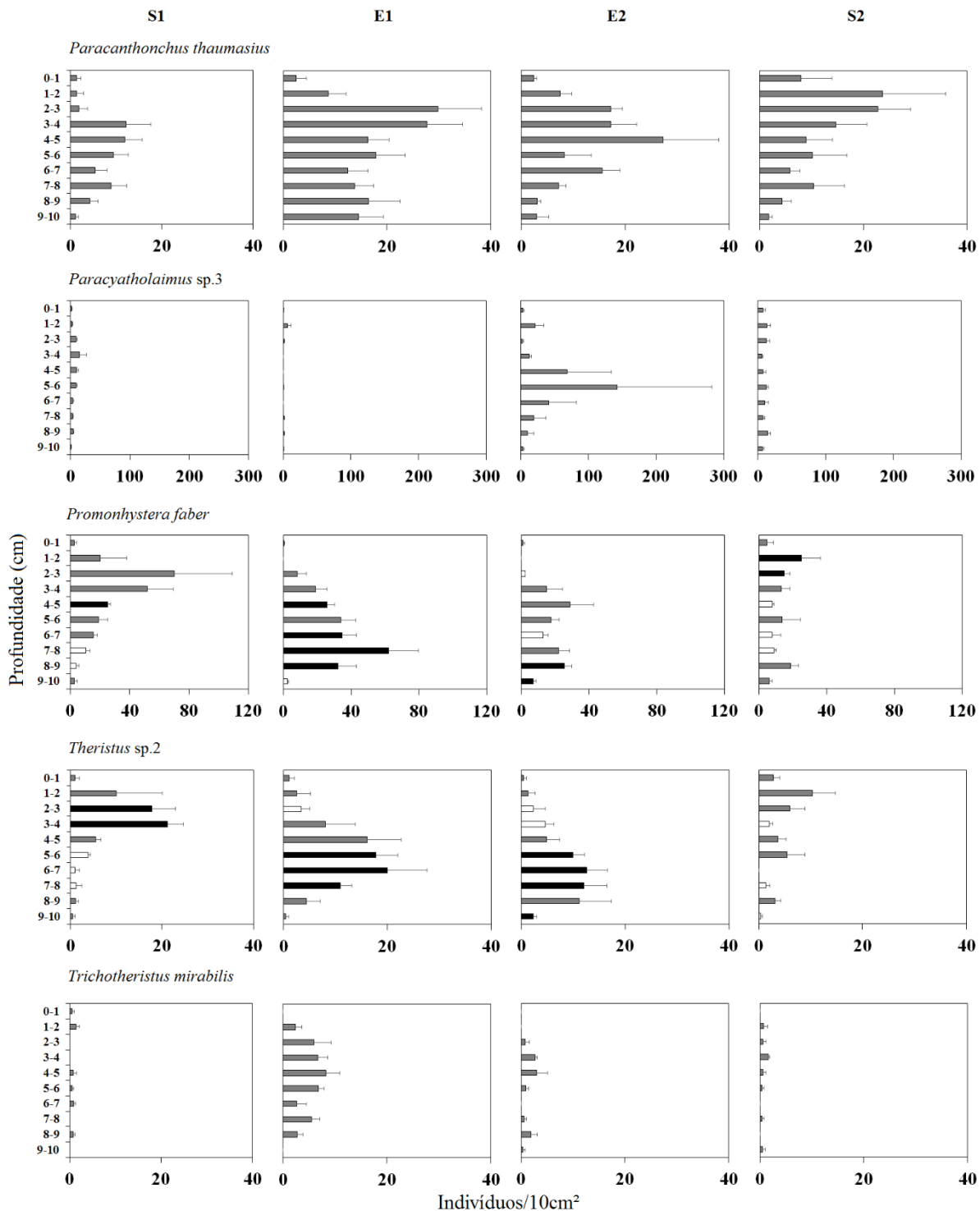


Figura 8. (Continuação) Densidade dos nematódeos nas camadas dos diferentes estágios de maré do canal de maré. Resultado significativos no teste pareado para microhabitat x estágio x camada estão representados pelas cores das barras: barras pretas e brancas indicam valores significativamente maiores e menores, respectivamente; enquanto que barras cinza indicam valores que não são significativamente diferentes. Barras de erro indicam o erro padrão (n=3).

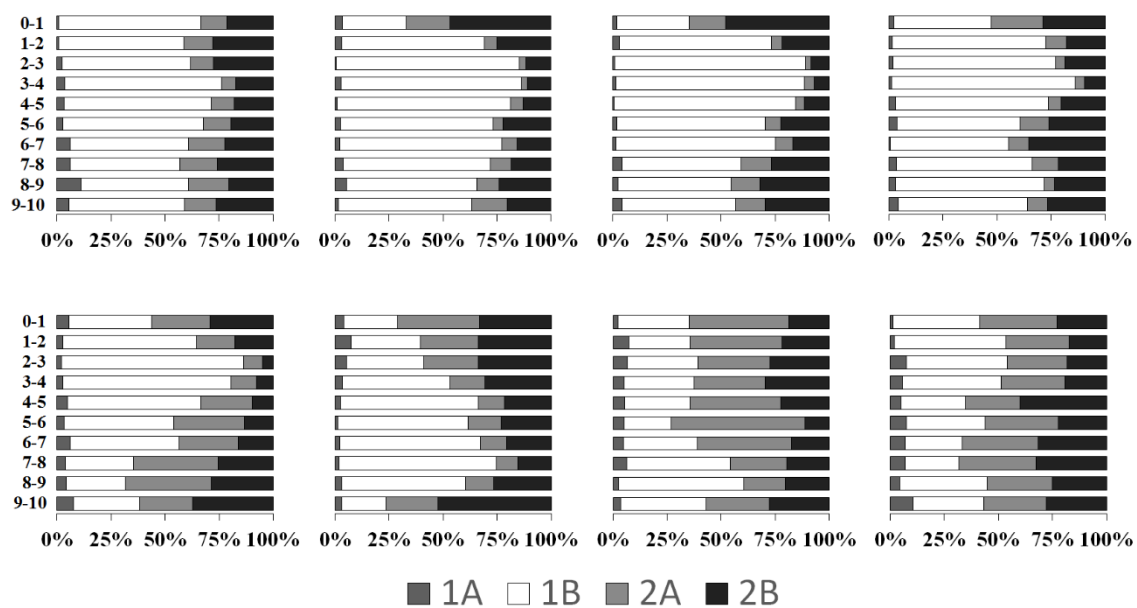


Em termos gerais, os nematódeos detritívoros não-seletivos (grupo trófico 1B) foram os mais abundantes nos dois microhabitats, seguidos dos comedores de epistratos (2A) no canal de maré, e dos predadores/onívoros (2B) no banco de areia (Fig. 8). O grupo dos detritívoros (1A e 1B) foi dominante em todos os estratos sedimentares do banco de areia, exceto nos estratos superficiais dos estágios de maré baixa (E1 e E2) e no segundo estágio de maré alta (S2).

A estrutura da comunidade de nematódeos foi significativamente diferente entre si nos dois microhabitats, estágios e camadas (Fig. 10, tabela 3). No banco de areia foi encontrada uma diferença significativa na comunidade de nematódeos entre o primeiro estágio de submersão e os estágios subsequentes de emersão na camada superficial do sedimento (0-1 cm) (Tab. 4). Já no canal de maré houve uma diferença significativa na estrutura da comunidade de nematódeos nas camadas mais profundas do sedimento (abaixo de 5 cm de profundidade), onde a comunidade dos estágios de submersão e emersão foi significativamente diferente.

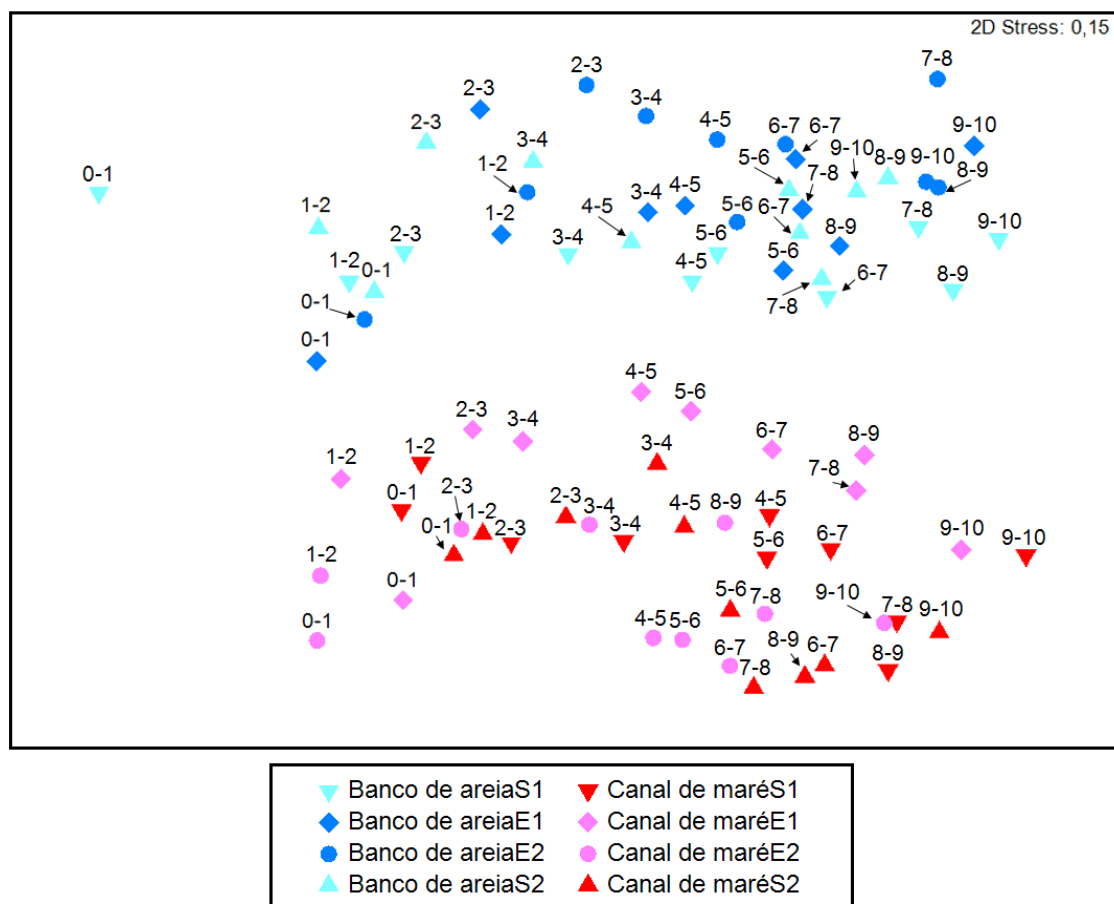
A rotina DistLM mostrou os fatores abióticos explicam 8% de toda a estrutura da comunidade, e dentre todos os fatores analisados o tamanho médio do grão é o que melhor explica a estrutura da comunidade ($R^2 = 0,04$; $p < 0,001$) para ambos os microhabitats.

Figura 9. Distribuição vertical dos grupos tróficos de Wieser nos quatro estágios de maré dos dois microhabitats. 1A: detritívoros seletivos, 1B: detritívoros não-seletivos, 2A: comedores de epístratos e 2B: predadores e onívoros.



Fonte: Autoria própria

Figura 10. Ordenação nMDS, baseada na média da densidade dos nematódeos por microhabitat nos diferentes estágios das camadas do sedimento (dados transformados em raiz quadrada), usando o índice de similaridade de Bray-Curtis. S1: primeiro estágio de submersão, E1: primeiro estágio de emersão, E2: segundo estágio de emersão, S2: segundo estágio de submersão



Fonte: Autoria própria

Tabela 4. Resultado do teste pareado para a composição da comunidade de nematódeos nos estágios de maré entre microhabitat x estágio x camada. Apenas diferenças significativas estão apresentadas abaixo.

Banco de areia				Canal de maré			
Camada	Estágios	T	p(MC)	Camada	Estágios	T	p(MC)
0-1 cm	S1-E1	1,95	0,035	4-5 cm	S1-E1	1,92	0,048
	S1-E2	2,07	0,033	6-7 cm	E1-S2	2,08	0,029
3-4 cm	E1-S2	1,99	0,044	7-8 cm	S1-E1	2,13	0,025
					E1-S2	2,35	0,015
				8-9 cm	S1-E1	2,13	0,023
					E1-S2	1,91	0,036

4. DISCUSSÃO

4.1 Composição da nematofauna nos microhabitats

Os representantes do filo Nematoda são organismos extremamente finos, apresentando adaptações para viver nos pequenos espaços intersticiais que são, constantemente, preenchidos por água (GIERE, 2009). Embora o tipo de sedimento de uma determinada área não seja um fator que determina a presença de nematódeos, já que estes podem ocorrer desde sedimentos muito finos a sedimentos grosseiros (HEIP ET AL., 1985), as características granulométricas possuem uma forte influência na composição das espécies da comunidade de nematódeos (FONSECA ET AL., 2014; VANAVERBEKE ET AL., 2000; VANREUSEL, 1990; VINCX ET AL., 1990), pois muitas espécies procuram se estabelecer em locais cujo sedimento apresente uma quantidade de água intersticial favorável (GALLUCCI ET AL., 2005).

Praias arenosas cujo sedimento é composto majoritariamente por areia fina e areia média possuem uma tendência a apresentar dominância de indivíduos da família Xyalidae (GHESKIERE ET AL., 2004; HOURSTON ET AL., 2005; MARIA ET AL., 2008; MORENO ET AL., 2006; NICHOLAS E HODDA, 1999). Tal fato foi, também, observado no presente estudo, onde Xyalidae foi a família de nematódeos mais abundante (com mais de 50% dos nematódeos encontrados), englobando 26 das 123 espécies do banco de areia e 22 das 117 espécies presentes no canal de maré; no total, a família foi representada por 26 espécies distribuídas em 9 gêneros distintos. A dominância de Xyalidae em ambos os habitats dessa praia nos sugere que a dinâmica desses dois ambientes não chega a interferir na família dominante, e por mais que o tamanho médio do grão tenha sido um pouco maior no canal de maré, essa diferença não impediu a dominância dessa família nesse micro-habitat. A dominância de Xyalidae em ambos os microhabitats já havia sido demonstrado anteriormente (MARIA ET AL. 2013).

Um total de 70 gêneros foi encontrado em ambos os microhabitats. Dentre estes, 58 estavam presentes no banco de areia, o que equivale ao número de gêneros encontrados em outros estudos já realizados na mesma praia (GHESKIERE ET AL., 2002; MARIA ET AL., 2012; MARIA ET AL., 2013; URBAN-MALINGA ET AL., 2008). Já o canal de maré apresentou um número de gêneros relativamente mais alto (65) do que os 45 gêneros encontrados por Maria et al. (2013). Essa diferença pode ser

justificada pelo esforço amostral, visto que a amostragem de Maria et al., 2013 foi realizada somente no período de maré baixa, em diferentes canais de maré ao longo de um transecto horizontal, totalizando 12 amostras; enquanto que a amostragem do presente estudo foi realizada em quatro períodos distintos de maré ao longo de um transecto paralelo a linha d'água, com três replicações, totalizando 120 amostras nesse microhabitat. Sabe-se que quanto maior a área amostrada, maior é a probabilidade de se encontrar uma maior quantidade de gêneros e espécies diferentes (UNDERWOOD E CHAPMAN, 2005).

Dentre os gêneros encontrados nesse estudo, sete deles ainda não haviam sido encontrados nos estudos anteriores realizadas nessa praia (GHESKIERE ET AL., 2002, 2004; MARIA ET AL., 2012, 2013; URBAN-MALINGA ET AL., 2008), são eles: *Acantopharynx*, *Actinonema*, *Dasynemoides*, *Eubostrichus*, *Latronema*, *Metadasynemoides* e *Perspiria*. Dentre esses, apenas *Eubostrichus* e *Metadasynemoides* foram encontrados exclusivamente no canal de maré, e não foram encontrados por Maria et al. (2013), o único estudo que amostrou esse micro-habitat. A composição de nematódeos foi similar, isto é, apresentando maior quantidade de gêneros em comum, com estudos realizados em St. Martin, na Itália (SOMERFIELD ET AL., 2007) e em Rapid Creek Beach, na Austrália (NICHOLAS E TRUEMAN, 2005).

Aproximadamente um quinto (12 gêneros de um total de 70) de toda a riqueza genérica do presente estudo foi encontrada exclusivamente no canal de maré. Esse número (12) de gêneros exclusivos foi maior que o dobro dos gêneros encontrados exclusivamente no outro micro-habitat (5 gêneros no banco de areia). A maior riqueza de gêneros no canal de maré pode ser atribuída à tendência de este ambiente ser mais estável e menos propenso a sofrer efeitos de perturbação quando comparados a bancos de areia (GINGOLD ET AL., 2010; 2011). Outro fator que se observa ocorrendo em canais de maré é, também, uma densidade mais elevada de nematódeos, explicada pela concentração de recursos orgânicos que é, na maioria dos casos, superior nesse tipo de ambiente quando comparada a bancos de areia. Assim, uma maior quantidade de indivíduos tende a habitar os espaços próximos aonde há maior disponibilidade de alimentos. (GINGOLD ET AL., 2011).

Uma característica importante nas comunidades de nematódeos, talvez a mais importante no seu sucesso ecológico, é o grande número de espécies presentes em um hábitat (GHESKIERE ET AL., 2004). Ao consultar a literatura disponível para as praias

arenosas verifica-se que o número de espécies pode variar entre 24 (SHARMA E WEBSTER, 1983) e 145 espécies (MCINTYRE E MURISON, 1973; OTT, 1972; WIESER, 1959). Com um total de 147 espécies encontradas nesse estudo, a praia de De Panne estaria um pouco acima da maior quantidade de espécies encontradas, mas toda e qualquer comparação do número de espécies pode ser posta em questionamento, pois diferentes estudos são realizados em praias com características distintas, por exemplo, o trabalho de Sharma e Webster em Iona Island (Canadá) foi realizado em uma localidade onde o ambiente era mais dinâmico, enquanto em outros estudos as amostragens foram realizadas em locais mais protegidos e com ação hidrodinâmica mais branda. Também é prudente citar que muitos estudos possuem diferentes objetivos, o que influencia na estratégia de amostragem, pois ambos estão intimamente relacionados. A definição dos limites das malhas das peneiras utilizadas também influencia (LEDUC ET AL., 2010), pois não existe um padrão que é adotado por todos os pesquisadores. Tudo isso vem a ter influência tanto no número de indivíduos, quanto na sua riqueza e diversidade (LEDUC ET AL., 2010).

4.2 Distribuição vertical ao longo do ciclo de marés

Alguns poucos estudos mostram que a nematofauna se encontra distribuída de forma dissimilar nas diferentes camadas do sedimento de acordo com os diferentes estágios de maré, tanto para ambientes de praias arenosas (BOARDEN E PLATT, 1971; MARIA ET AL., 2012; MCLACHLAN ET AL., 1977) quanto para planícies de maré (STEYAERT ET AL., 2001). Tais variações de distribuição podem ser atribuídas principalmente às oscilações da altura do lençol freático e a dessecação do sedimento (MCLACHLAN, 1977; MCLACHLAN ET AL., 1996), embora a disponibilidade de oxigênio, recursos alimentares e as interações biológicas, também, tenham um papel importante na distribuição vertical dos nematódeos ao longo de um ciclo de maré (MARIA ET AL., 2012; MOENS ET AL., 2013). No entanto, acredita-se que tal variação é menos provável de ocorrer no canal de maré, já que este ambiente se encontra constantemente sob condições de submersão, o que pode preservar os recursos necessários para a manutenção dos indivíduos nesse ambiente.

O pouco que se sabe sobre migração vertical ao longo de um ciclo de maré indica uma íntima relação entre o estágio da maré e a profundidade na qual os

indivíduos se encontram na matriz sedimentar. Até agora, os estudos realizados em bancos de areia mostraram resultados distintos, com a migração vertical ocorrendo durante a maré alta na direção da camada superficial (MARIA ET AL., 2012; MCLACHLAN ET AL., 1977) ou em direção oposta durante o mesmo período (BOADEN E PLATT, 1971). A migração vertical ao longo do ciclo em canais de maré ainda é desconhecida, visto que os poucos estudos realizados nesses microhabitats foram de composição taxonômica e de distribuição horizontal (GINGOLD ET AL., 2011; MARIA ET AL., 2013).

No banco de areia, após o primeiro estágio de maré alta, isto é, durante os dois estágios de maré baixa, observa-se uma migração dos nematódeos para a camada mais superficial do sedimento. Durante esses dois estágios, esse micro-habitat se encontrava desprotegido e exposto aos efeitos provocados pela ação direta da luz solar, podendo ocasionar dessecação, aumento da temperatura e consequentemente aumento da salinidade no sedimento. Em seguida, durante o segundo estágio de maré alta (S2), observa-se uma migração para as camadas intermediárias do sedimento. Tais resultados corroboram os resultados obtidos para a meiofauna numa região entre-marés de baía na Irlanda do Norte (BOADEN E PLATT, 1971), e vão de encontro a estudos que verificaram uma migração vertical em direção à camada mais superficial durante a maré cheia em praias arenosas (MARIA ET AL., 2012; MCLACHLAN ET AL., 1977) e em uma planície de maré (STEYAERT ET AL., 2001).

Ao analisar detalhadamente a distribuição vertical das 10 espécies mais abundantes ao longo do ciclo de maré no banco de areia, foi verificado que *Oncholaimellus calvadosicus*, *Chromaspirina pontica* e *Theristus* sp. 2 apresentaram o mesmo padrão de distribuição ao longo do ciclo de maré que foi verificado para os nematódeos como um todo. Essas três espécies parecem migrar das camadas intermediárias no primeiro estágio de maré alta em direção a camada superficial, permanecendo ali até o segundo estágio de maré baixa, retornando para as camadas intermediárias quando o ambiente se encontrou submerso novamente. *O. calvadosicus* é, segundo a classificação trófica proposta por Wieser (1953; 1959), um nematódeo predador/onívoro e assim, seu deslocamento em direção as camadas mais superiores poderia ser explicado pela migração de possíveis presas para a camada superficial, provavelmente em busca de alimento, pois é sabido que durante a maré baixa ocorre um aumento da produtividade de diatomáceas nessas camadas, assim como um aumento

também na biomassa de organismos provenientes da coluna d'água (MOENS ET AL., 2013). Mas também os indivíduos dessa espécie podem ter se deslocado em direção as camadas superiores para consumir as diatomáceas, visto que ao analisar o conteúdo intestinal de alguns indivíduos dessa espécie foi verificado a presença de resquícios das mesmas, sugerindo assim uma alimentação baseada também em microfitobentos, confirmando observações já feitas em outros indivíduos da família Oncholaimidae (COBB, 1932; MEYERS ET AL., 1970; MOENS E VINCX, 1997).

C. pontica, um nematódeo comedor de epistrato, e *Theristus* sp.2, um detritívoro não-seletivo, também se deslocaram em direção a superfície. Esse movimento pode estar relacionado com a alimentação desses indivíduos.

Esse aumento de recursos alimentares na camada superficial durante o período de maré baixa no banco de areia também pode justificar o grande número de indivíduos predadores/onívoros nessa camada durante esses períodos (Fig. 8), visto que resultados semelhantes foram encontrados em estudos efetuados no litoral holandês durante um período de exposição do sedimento, onde foi observado um aumento no teor de fitopigmentos e matéria orgânica (STEYAERT ET AL., 2003). Geralmente, nematódeos predadores e onívoros tendem a ser mais resistentes do que outros, e isso pode ter favorecido a permanência deles na camada superficial do sedimento durante a maré baixa, assim como uma quantidade de água intersticial favorável a sobrevivência desses indivíduos (GALLUCCI ET AL., 2005).

Sabe-se que diatomáceas bentônicas são mais abundantes nas camadas mais superficiais dos sedimentos durante os períodos de maré baixa (MITBAVKAR E ANIL, 2004) devido à maior intensidade de luz nas camadas mais superficiais do sedimento (WILTSHIRE, 2000). Portanto, a presença delas no aparelho digestivo dos indivíduos de *O. calvadosicus* pode indicar que: (1) a migração em direção a camada superficial pode ser uma estratégia alimentar, ou seja, que os indivíduos migraram para consumir o microfitobentos que ali estava, visto que muitas espécies tendem a migrar em direção a superfície durante a maré baixa por conta do aumento da produção pelas diatomáceas e aumento de biomassa (GUARINI ET AL., 1997; MOENS ET AL., 2013). Estudos recentes mostram que muitos nematódeos, previamente classificados como predadores, tiveram sua classificação revisada através de estudos de isótopos estáveis (^{13}C e ^{15}N), que são comumente utilizados para verificar a dieta dos animais e a estrutura da teia trófica (BERGAMINO ET AL., 2011; MARIA ET AL., 2012; MOENS ET AL., 2002;

RZEZNIK-ORIGNAC ET AL., 2008), ou (2) que esses indivíduos consumiam presas que utilizaram diatomáceas na sua alimentação (como por exemplo, nematódeos classificados como comedores de epístratos e os detritívoros), presas essas que por possuírem uma estrutura corporal menos rígida foram possivelmente digeridas, restando somente as frústulas das diatomáceas que estavam no interior das presas, que são mais resistentes à digestão por indivíduos não especializados. Essa situação já foi discutida em estudos com espécies de turbelários, espécies essas conhecidas como predadoras e que foram encontradas contendo resquícios de diatomáceas e bactérias sulfurosas nas suas cavidades intestinais, que muito provavelmente podem ter tido uma origem secundária (SCHOLZ ET AL., 1991; STRAARUP, 1970).

Por fim, a migração de *O. calvadosicus* para as camadas intermediárias durante o segundo estágio de submersão (S2) pode ter sido uma estratégia para evitar serem passivamente carregados para a coluna d'água.

Enquanto isso, no canal de maré não foi evidenciada uma migração ao longo do ciclo de maré para os primeiros cinco centímetros do sedimento. Considerando que nesse micro-habitat a dinâmica do lençol freático pode não afetar o ambiente intersticial por esse estar sempre preenchido com água, a variação do nível da maré pode não ter tido influência na movimentação vertical dos nematódeos nesse micro-habitat nas primeiras camadas. Já nas camadas mais profundas (abaixo de 5cm) é possível notar uma migração ao longo do ciclo de maré, migração essa que foi governada pelas densidades de *Metadesmolaimus* sp.1, *Promonhystera faber* e *Theristus* sp.2.

Metadesmolaimus sp.1 apresentou um movimento vertical saindo da camada subsuperficial (1-2 cm) na primeira submersão em direção as camadas mais profundas (faixa de 6-9 cm) durante o período de maré baixa (E1 e E2) e então retornando à camada subsuperficial no segundo evento de maré alta (S2). Padrões idênticos a esse foram, também, apresentados por *Promonhystera faber* e *Theristus* sp. 2. Tal migração pode ser explicada devido ao aumento da concentração de clorofila nas camadas profundas durante a emersão, já que nematódeos detritívoros não-seletivos podem apresentar a herbivoria como estratégia secundária de alimentação, quando suas fontes primárias de alimento se encontram escassas (GINGOLD ET AL., 2011).

Os resultados do presente estudo, quando analisados em conjunto com os de um estudo prévio na mesma praia (MARIA ET AL., 2012), mostram que os bancos de areia

da praia de De Panne não apresentam um padrão de migração único, visto que os padrões de migração foram distintos no trabalho citado e no presente trabalho. Portanto, deve-se ter cuidado com a extrapolação dos resultados para períodos distintos de amostragem e até mesmo em distintas localizações da mesma praia. Nossos resultados mostram, também, que os distintos padrões de distribuição vertical da meiofauna nos dois microhabitats estudados provavelmente ocorreram por conta de estratégias de alimentação, e estão relacionados com o ciclo das marés, mas essa influência ocorreu em proporções diferentes para cada microhabitat, provavelmente por conta das características hidrodinâmicas ímpares em cada um deles.

5. Conclusão

Considerando a hipótese nula postulada, de que não há diferença entre a distribuição vertical dos nematódeos nos diferentes estágios de marés dos dois microhabitats, podemos afirmar que de fato há uma diferença na distribuição vertical desses indivíduos ao longo de um ciclo de maré, em ambos os microhabitats, na praia arenosa de De Panne, Bélgica, rejeitando assim nossa hipótese nula (H_0).

Os indivíduos do banco de areia apresentaram uma migração em direção a superfície durante a maré baixa, e foram em direção as camadas intermediárias durante a maré alta, resultado esse que vai de encontro ao de um estudo prévio realizado na mesma praia.

Contrário ao pensamento inicial, ocorreu sim uma migração dos indivíduos ao longo do ciclo de maré no canal de maré, embora esse microhabitat sempre estivesse submerso durante todos os estágios do ciclo de maré. Essa migração teve um sentido diferente da ocorrida no banco de areia, concordando assim com nossa hipótese alternativa (H_1).

6. Referências Bibliográficas

- ANDERSON, M. J.; GORLEY, R. N.; CLARKE, K. R. **PERMANOVA+ for PRIMER: guide to software and statistical methods**. PRIMER-E, Plymouth, 274p, 2008.
- BALE, A. J.; KENNY, A.J. Sediment Analysis and Seabed Characterization. In: ELEFThERIOU, A.; MCINTYRE, A. (eds) **Methods for the Study of Marine Benthos**. Blackwell, Oxford, p. 43-86, 2005.
- BERGAMINO, L. LERCARI, D.; DEFEO, O. Food web structure of Sandy beaches: temporal and spatial variation using stable isotope analysis. **Estuarine, coastal and Shelf science**, v. 91, p. 536-543, 2011.
- BOADEN, P. J. S.; PLATT, H. M. Daily migration patterns in an intertidal meiobenthic community. **Thalassia Jugoslavica** v. 7, p. 1-12, 1971.
- CLARKE, K.; GORLEY, R. N. **Primer v6: User Manual/Tutorial**. PRIMER-E, Plymouth, 2006.
- COBB, N. A. *Metoncholaimus pristiurus* (ZUR STRASSEN); a nematode suitable for use in laboratory courses in zoology. **Journal of the Washington Academy of Sciences** v. 20, p. 344-354, 1932.
- DAVIDSON-ARNOTT, R. G. D.; MCDONALD, R. A. Nearshore water motion and mean flows in a multiple parallel bar system. **Marine Geology** v. 86 (4), p. 321-338, 1989.
- DAVIES, J. L. A morphogenic approach to world shorelines. **Zeitschrift fur Geomorphologie** v. 8, 127-142, 1964.
- DEGRAER, S.; VOLCKAERT, A.; VINCX, M. Macrobenthic zonation patterns along a morphodynamical continuum of macrotidal, low tide bar/rip and ultra-dissipative sandy beaches. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** v. 56, p. 459-468, 2003.
- DE GRISSE, A. T. Redescription ou modification de quelques techniques utilisées dans l'études des nématodes phytoparaires. **Mededelingen Rijksfakulteit Landbouwwetenschappen** Gent v. 34, p. 351-369, 1969.

DE LEY, P.; BLAXTER, M. Systematic position and phylogeny. In: Lee, D. L. (ed.) **The Biology of Nematodes**. CRC Press, Boca Ratón, p. 1-30, 2002.

DÖRJES, J. Primargefuge, bioturbation und macrofauna als indicatoren des sandversatzes in seegebiet vor Norderney (Nordsee). II. Zonierung und verteilung der makrofauna. **Senckenbergiana Maritima-Series**, v. 8, p. 171-188, 1976.

FONSECA, G.; MARIA, T. F.; KANDRATAVICIUS, N.; VENEKEY, V.; GHELLER, P. F.; GALLUCCI, F. Testing for nematode-granulometry relationships. **Marine Biodiversity** v. 44, p. 435-443, 2014.

GALLUCCI, F.; STEYAERT, M.; MOENS, T. Can field distributions of marine predacious nematodes be explained by sediment constraints on their foraging success? **Marine Ecology Progress Series** v. 304, p. 167-178, 2005.

GHESKIERE, T., HOSTE, E.; KOTWICKI, L.; DEGRAER, S.; VANAVERBEKE, J. VINCX, M. The sandy beach meiofauna and free-living marine nematodes from De Panne (Belgium). **Bulletin of the Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Biology Supplement** v. 72, p. 43-49, 2002

GHESKIERE, T.; HOSTE, E.; VANAVERBEKE, J.; VINCX, M.; DEGRAER, S. Horizontal Zonation patterns and feeding structure of marine nematode assemblages on a macrotidal, ultra-dissipative sandy beach De Panne, Belgium. **Journal of Sea Research** v. 55, p. 221-226, 2004.

GIERE, O. **Meiobenthology. The Microscopic Motile Fauna of Aquatic Sediments**. Springer, Berlin Heidelberg, 527p, 2009.

GINGOLD, R.; MUNDO-OCAMPO, M.; HOLOVACHOV, O.; ROCHA-OLIVARES, A. The role of habitat heterogeneity in structuring the community of intertidal free-living marine nematodes. **Marine Biology** v. 157, p. 1741-1753, 2010.

GINGOLD, R.; IBARRA-OBANDO, S.E.; ROCHA-OLIVARES, A. Spatial aggregation patterns of free-living marine nematodes in contrasting Sandy beach microhabitats. **Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom** v. 91, p. 615-622, 2011.

GOMES, T. P.; ROSA FILHO, F. S. Composição e variabilidade espaço-temporal da meiofauna de uma praia arenosa na região amazônica (Ajuruteia, Pará). **Iheringia, Série Zoológica** v. 99 (2), p. 210-216, 2009.

GUARINI, J. M.; BLANCHARD, G. F.; GROS, P., HARRISON, S. J. Modelling the mud surface temperature on intertidal flats to investigate the spatio-temporal dynamics of the benthic microalgal photosynthetic capacity. **Marine Ecology Progress Series** v, 153, p. 25-36, 1997.

HARGUINTEGUY, C. A.; NOELIA COFRÉ, M.; PASTOR DE WARD, C. T. Change in meiofauna community structure of sandy beaches of the Nuevo Gulf (Chubut, Argentina). **Papéis Avulsos de Zoologia** v. 52, p. 411-422, 2012.

HEIP, C.; VINCX, M.; VRANKEN, G. The ecology of marine nematodes. **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review** v. 23, p. 399-489, 1985.

HIGGINS, R. P.; THIEL, H. **Introduction to the study of meiofauna**. Smithsonian Institution Press, London, 492 pp, 1988.

HOLM-HANSEN, O.; LORENZEN, C. J.; HOLMES, R. W.; STRICKLAND, J. D. H. Fluorometric determination of chlorophyll. **International Council for the Exploration of the Sea** v. 30, p. 3-15, 1965.

HOURSTON, M.; WARWICK, R. M.; VALESINI, F.J.; POTTER, I. C. To what extent are the characteristics of nematode assemblages in nearshore sediments on the west Australian coast related to habitat type, season and zone? **Estuarine, Coastal and Shelf Science** v. 64, p. 601-612, 2005.

KOTWICKI, L.; DE TROCH, M.; URBAN-MALINGA, B.; GHESKIERE, T.; WĘSŁAWSKI, J. M. Horizontal and vertical distribution of meiofauna on sandy beaches of the North Sea (The Netherlands, Belgium, France). **Helgoland Marine Research** v. 59, p. 255-264, 2005.

KROON, A.; MASSELINK, G. Morphodynamics of intertidal bar morphology on a macrotidal beach under low-energy wave conditions, North Lincolnshire, England. **Marine geology** v. 190, p. 591-608, 2002.

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 I**, v. 57, p. 1354-1362, 2010.

MANN, K. H. **Ecology of Coastal Waters: with implications for management**. Wiley-Blackwell Science, 432 pp, 2000.

MARIA, T. F.; DA SILVA, N. R. R.; WANDENESS, A. P.; ESTEVES, A. M. Spatio-temporal study and population structure of *Daptonema oxycerca* (Nematoda: Xyalidae) in Coroa Grande, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography** v. 56, p. 41-50, 2008.

MARIA, T. F.; VANAVERBEKE, J.; ESTEVES, A. M.; DE TROCH, M.; VANREUSEL, A. The importance of biological interactions for the vertical distribution of nematodes in a temperate ultra-dissipative Sandy beach. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** v. 97, p. 114-126, 2012

MARIA, T. F.; VANAVERBEKE, J.; GINGOLD, R.; ESTEVES, A. M.; VANREUSEL, A. Tidal exposure or microhabitats: what determines Sandy-beach nematode zonation? A case study of a macrotidal ridge-and-runnel sandy beach in Belgium. **Marine Ecology** v. 34, p. 207-217, 2013.

MASSELINK, G.; SHORT, A. D. The effect of tide range on beach morphodynamics, a conceptual beach model. **Journal of Coastal Research** v. 9, p. 785-800, 1993.

MASSELINK, G.; KROON, A.; DAVIDSON-ARNOTT, R. G. D. Morphodynamics of intertidal bars in wave-dominated coastal settings – A review. **Geomorphology** v. 73, p. 33-49, 2006.

MCINTYRE, A. D.; MURINSON, D. J. The meiofauna of a flatfish nursery ground. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** v. 53, p. 93-118, 1973.

MCLACHLAN, A. Studies of the psammolitoral meiofauna of Algoa Bay, South Africa. II. The distribution, composition and biomass of the meiofauna and macrofauna. **Zoologica Africana** v. 12, p. 33-60, 1977.

- MCLACHLAN A. Sandy beach ecology – A review. In: MCLACHLAN, A.; ERASMUS, T. (eds) **Sandy beaches as ecosystems**. Dr. W. Junk, The Hague, p. 321-380, 1983.
- MCLACHLAN, A.; TURNER, I. The interstitial environment of sandy beaches. **Marine Ecology** v. 15, p. 177-211, 1994.
- MCLACHLAN, A.; BROWN A. **The ecology of sandy shores**. Elsevier, EUA. 373pp, 2006.
- MCLACHLAN, A.; ERASMUS, T.; FURSTENBERG, I. P. Migrations of sandy beach meiofauna. **Zoologica Africana** v. 12, p. 257-277, 1977.
- MCLACHLAN, A.; DE RUYCK, A.; HACKING, N. Community structure on sandy beaches: patterns of richness and zonation in relation to tide range and latitude. **Revista Chilena de Historia Natural** v. 69, p. 451-467, 1996.
- MEYERS, S. P.; HOPPER, B. E.; CEFALU, R. Ecological investigations of the marine nematode *Metoncholaimus scissus*. **Marine Biology** v. 6, p. 43-47, 1970.
- MITBAVKAR, S.; ANIL, A. C. Vertical migratory rhythms of benthic diatoms in a tropical intertidal sand flat: influence of irradiance and tides. **Marine Biology** v. 145, p. 9-20, 2004.
- MOENS, T.; VINCX, M. Observations on the feeding ecology of estuarine nematodes. **Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom** v. 77, p. 211-227, 1997.
- MOENS, T.; LUYTEN, C.; MIDDELBURG J. J.; HERMAN, P. M. J.; VINCX, M. Tracing organic matter sources of estuarine tidal flat nematodes with stable carbon isotopes. **Marine Ecology Progress Series** v. 234, p. 127-137, 2002.
- MOENS, T.; BRAECKMAN, U.; DERYCKE, S.; FONSECA, G.; GALLUCCI, F.; GINGOLD, R.; GUILINI, K.; INGELS, J.; LEDUC, D.; VANAVERBEKE, J.; VAN COLEN, C.; VANREUSEL, A.; VINCX, M. Ecology of free-living marine nematodes. In: SCHMIDT-RHAESA, A. (ed.) **Handbook of Zoology – Gastrotricha, Cycloneuralia and Gnathifera – Volume 2: Nematoda**, p. 109-152, 2013.
- MORENO, M.; FERRERO, T. J.; GRANELLI, V.; MARIN, V.; ALBERTELLI, G.; FABIANO, M. Across shore variability and trophodynamic features of meiofauna in a

microtidal beach of the NW Mediterranean. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** v. 66, p. 357-367, 2006.

NICHOLAS, W. L.; HODDA, M. The free-living nematodes of a temperate, high energy, sandy beach, faunal composition and variation over space and time. **Hydrobiologia** v. 394, p. 113-127, 1999.

NICHOLAS, W. L.; TRUEMAN, J. W. H. Biodiversity of marine nematodes in Australian sandy beaches from tropical and temperate regions. **Biodiversity and Conservation** v. 14, p. 823-839, 2005.

OTT, J. Studies on the nematode fauna in intertidal sediments. 5th European Marine Biology Symposium. Piccin, Padua, p. 275-282, 1972.

RZEZNIK-ORIGNAC, J.; BOUCHER, G.; FICHET, D.; RICHARD, P. Stable isotope analysis of food source and trophic position of intertidal nematodes and copepods. **Marine Ecology Progress Series** v. 359, p. 145-150, 2008.

SCHOLZ, D. S.; MATTHEWS, L. L.; FELLER, R. J. Detecting selective digestion of meiobenthic prey by juvenile spot *Leiostomus xanthurus* (PISCES) using immunoassays. **Marine Ecology Progress Series** v. 72, p. 59-67, 1991.

SHARMA, J.; WEBSTER, J. M. The Abundance and Distribution of Free-living Nematodes from Two Canadian Pacific Beaches. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** v. 16, p. 217-227, 1983.

SHORT, A. D. Macro-meso tidal beach morphodynamics – an overview. **Journal of Coastal Research** v. 7, p. 417-438, 1991.

SHORT, A. D. Beach systems of the central Netherlands coast: Processes, morphology and structural impacts in a storm driven multi-bar system. **Marine Geology** v. 107, p. 103-137, 1992.

SHORT, A. D. Beach classifications and morphodynamics. **Revista Chilena de Historia Natural** v. 69, p. 589-604, 1996.

SHORT, A. D. **Handbook of beach and shoreface morphodynamics**. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, West Sussex, 379 pp, 1999.

SOMERFIELD, P. J.; DASHFIELD, S. L.; WARWICK, R. M. Three-dimensional spatial structure: nematodes in a sandy tidal flat. **Marine Ecology Progress Series** v. 336, p. 177-186, 2007.

STEYAERT, M.; HERMAN, P. M. J.; MOENS, T.; WIDDOWS, J.; VINCX, M. Tidal migration of nematodes on an estuarine tidal flat (The Molenplaat, Schelde Estuary, SW Netherlands). **Marine Ecology Progress Series** v. 224, p. 299-304, 2001.

STEYAERT, M.; VANAVERBEKE, J.; VANREUSEL, A.; BARRANGUET, C.; LUCAS, C.; VINCX, M. The importance of fine-scale, vertical profiles in characterising nematode community structure. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** v. 58, p. 353-366, 2003.

STRAARUP, B. J. On the ecology of turbellarians in a sheltered brackish shallow-water bay. **Ophelia** v. 7, p. 185-216, 1970.

UNDERWOOD, A.J.; CHAPMAN, M. G. Design and Analysis in Benthic Surveys. In: ELEFThERIOU, A.; MCINTYRE, A. (eds) **Methods for the Study of Marine Benthos**. Blackwell, Oxford, p. 1-42, 2005.

URBAN-MALINGA, B.; GHESKIERE, T.; DEGRAER, S.; DERYCKE, S.; OPALINSKI, K. W.; MOENS, T. Gradients in biodiversity and macroalgal wrack decomposition rate across a macrotidal, ultradissipative sandy beach. **Marine Biology** v. 155, p. 79-90, 2008.

VANAVERBEKE, J.; GHESKIERE, T.; VINCX, M. The meiobenthos of Subtidal Sandbanks on the Belgian Continental Shelf (Southern Bight of the North Sea). **Estuarine, Coastal and Shelf Science** v. 51, p. 637-649, 2000

VANREUSEL, A. Ecology of the free-living marine nematodes from Voordelta (Southern Bight of North Sea). I. Species composition and structure of nematodes communities. **Cahiers de Biologie Marine** v. 31, p. 439-462, 1990.

VINCX, M.; MEIRE, P.; HEIP, C. The distribution of the nematodes communities in the Southern Bight of the North Sea. **Cahiers de Biologie Marine** v. 31, p. 107-129, 1990.

WARWICK, R. M.; PLATT, H. M.; SOMERFIELD, P. J. **Free-living marine nematodes. Part 3. British Monhysterids**. The Linnean Society of London and the Estuarine and Coastal Sciences Association, London, 296p, 1998.

WIESER, W. Die Beziehung zwischen Mundhoehlungstalt, Emaehrungsweise und Vorkommen bei frelebenden marinen Nematoden. Eine oekologisch – morphologische studie. **Arkuve Zoologische**, ser. II, v. 4, p. 439-484, 1953.

WIESER, W. Free-living marine nematodes. II Chromadoria. Acta Universalis N.F. Avd. v. 2, 50 pp, 1959.

WILTSHIRE, K. H. Algae and Associated Pigments of Intertidal Sediments, New Observations and Methods. **Limnologica** v. 30, p. 205-214, 2000.

WRIGHT, L. D.; NIELSEN, P.; SHORT, A. D.; GREEN, M. O. Morphodynamics of a macrotidal beach. **Marine Geology** v. 50, p. 97-128, 1982.

APÊNDICES

Apêndice 1. Lista de espécies de nematódeos por microhabitat.

Espécies	Banco de areia	Canal de maré
<i>Acantopharynx sp1</i>	x	
<i>Actinonema sp1</i>	x	
<i>Anoplostoma sp1</i>	x	x
<i>Ammotheristus sp1</i>		x
<i>Ammotheristus sp2</i>	x	
<i>Apodontium sp1</i>	x	x
<i>Ascolaimus elongatus</i>	x	x
<i>Axonolaimus sp1</i>		x
<i>Bathylaimus sp1</i>	x	x
<i>Bathylaimus sp2</i>	x	x
<i>Bolbolaimus crassiceps</i>	x	x
<i>Bolbolaimus sp1</i>	x	x
<i>Bolbolaimus sp2</i>	x	
<i>Camacolaimus sp1</i>	x	x
<i>Chromadora sp1</i>	x	x
<i>Chromadora sp2</i>	x	x
<i>Chromaspirina inglisi</i>	x	x
<i>Chromaspirina pontica</i>	x	x
<i>Chromaspirina sp3</i>	x	x
<i>Chromaspirina sp4</i>	x	
<i>Comesa sp1</i>	x	x
<i>Comesa sp2</i>	x	
<i>Coninckia sp1</i>		x
<i>Coninckia sp2</i>		x
<i>Cyartonema sp1</i>	x	x
<i>Cyartonema sp2</i>	x	x
<i>Daptonema normandicum</i>	x	x
<i>Daptonema sp2</i>	x	x
<i>Daptonema sp3</i>	x	
<i>Daptonema sp4</i>	x	x
<i>Dasynemoides sp1</i>	x	x
<i>Dasynemoides sp2</i>		x
<i>Dichromadora sp1</i>	x	
<i>Diplopeltoides sp1</i>		x
<i>Eleutherolaimus sp1</i>	x	x
<i>Eleutherolaimus sp2</i>	x	
<i>Enoplolaimus litoralis</i>	x	x
<i>Enoplolaimus sp2</i>		x
<i>Enoplolaimus sp3</i>	x	
<i>Eubostrichus sp1</i>		x
<i>Gammanema sp1</i>	x	x

Espécies	Banco de areia	Canal de maré
<i>Gammanema</i> sp2		x
<i>Halalaimus</i> sp1		x
<i>Hypodontolaimus</i> sp1	x	x
<i>Hypodontolaimus</i> sp2	x	
<i>Hypodontolaimus</i> sp3	x	x
<i>Hypodontolaimus</i> sp4	x	
<i>Latronema</i> sp1	x	
<i>Leptolaimus</i> sp1		x
<i>Leptolaimus</i> sp2		x
<i>Leptolaimus</i> sp3	x	x
<i>Leptolaimus</i> sp4	x	x
<i>Leptonemella</i> sp1	x	x
<i>Mesacanthion</i> sp1	x	x
<i>Metachromadora</i> sp1	x	x
<i>Metachromadora</i> sp2	x	x
<i>Metadasynemoides</i> sp1		x
<i>Metadesmolaimus</i> sp1	x	x
<i>Metadesmolaimus</i> sp2	x	x
<i>Metadesmolaimus</i> sp3	x	x
<i>Metadesmolaimus</i> sp4	x	
<i>Metadesmolaimus</i> sp5	x	x
<i>Microlaimus</i> sp1	x	x
<i>Microlaimus</i> sp2	x	x
<i>Microlaimus</i> sp3	x	x
<i>Microlaimus</i> sp4	x	x
<i>Microlaimus</i> sp5	x	x
<i>Microlaimus</i> sp6	x	
<i>Microlaimus</i> sp7	x	x
<i>Molgolaimus</i> sp1	x	x
<i>Monoposthia mirabilis</i>	x	x
<i>Nannolaimus</i> sp1		x
<i>Neochromadora munita</i>	x	x
<i>Neochromadora</i> sp2	x	x
<i>Neochromadora</i> sp3		x
<i>Neochromadora</i> sp4		x
<i>Odontophora</i> sp1	x	x
<i>Odontophora</i> sp2	x	
<i>Odontophoroides</i> sp1	x	x
<i>Odontophoroides</i> sp2	x	x
<i>Oncholaimellus calvadosicus</i>	x	x
<i>Oncholaimus dujardini</i>	x	x
<i>Oncholaimus</i> sp2		x
<i>Onyx rugatus</i>	x	x
<i>Onyx saggitarius</i>	x	x
<i>Paracanthochus</i> sp1	x	

Espécies	Banco de areia	Canal de maré
<i>Paracanthonchus thaumasius</i>	x	x
<i>Paracyatholaimus sp1</i>	x	
<i>Paracyatholaimus sp2</i>	x	
<i>Paracyatholaimus sp3</i>	x	x
<i>Paralinhomoeus sp1</i>		x
<i>Paranticoma sp1</i>		x
<i>Perspiria sp1</i>	x	
<i>Pomponema sp1</i>		x
<i>Pomponema sp2</i>	x	x
<i>Pomponema sp3</i>	x	
<i>Pomponema sp4</i>	x	x
<i>Prochromadorella sp1</i>	x	x
<i>Promonhystera faber</i>	x	x
<i>Promonhystera sp2</i>		x
<i>Pseudonchus sp1</i>	x	x
<i>Rhabdocoma sp1</i>		x
<i>Rhynchonema sp1</i>	x	x
<i>Richtersia sp1</i>	x	x
<i>Sabatieria sp1</i>	x	
<i>Sabatieria sp2</i>	x	x
<i>Sabatieria sp3</i>	x	x
<i>Sabatieria sp4</i>		x
<i>Setostephanolaimus sp1</i>		x
<i>Setostephanolaimus sp2</i>	x	x
<i>Setostephanolaimus sp3</i>	x	x
<i>Setostephanolaimus sp4</i>	x	x
<i>Setostephanolaimus sp5</i>	x	x
<i>Sigmophoranema rufum</i>	x	x
<i>Sigmophoranema sp2</i>	x	x
<i>Spilophorella sp1</i>	x	x
<i>Spirinia sp1</i>	x	x
<i>Stephanolaimus sp1</i>		x
<i>Stephanolaimus sp2</i>	x	
<i>Stephanolaimus sp3</i>		x
<i>Stephanolaimus sp4</i>		x
<i>Stephanolaimus sp5</i>		x
<i>Synonchiella sp1</i>	x	x
<i>Tarvaia sp1</i>	x	x
<i>Terschellingia sp1</i>	x	x
<i>Thalassironus sp1</i>		x
<i>Theristus sp1</i>	x	x
<i>Theristus sp2</i>	x	x
<i>Theristus sp3</i>	x	x
<i>Theristus sp4</i>	x	x
<i>Theristus sp5</i>	x	x

Espécies	Banco de areia	Canal de maré
<i>Trefusia sp1</i>	x	x
<i>Trefusia sp2</i>		x
<i>Trichotheristus mirabilis</i>	x	x
<i>Trichotheristus sp2</i>	x	x
<i>Trichotheristus sp3</i>	x	x
<i>Trichotheristus sp4</i>	x	x
<i>Trichotheristus sp5</i>	x	
<i>Trichotheristus sp6</i>	x	
<i>Trypiloides sp1</i>	x	x
<i>Viscosia sp1</i>	x	x
<i>Xyala striata</i>	x	x

Apêndice 2. Listagem taxonômica das espécies encontradas no estudo na praia de De Panne, Bélgica, segundo a classificação proposta por De Ley e Blaxter (2002).

FILO NEMATODA Potts, 1932

CLASSE ENOPLEA Inglis, 1983

SUBCLASSE ENOPLIA Pearse, 1942

ORDEM ENOPLIDA Filipjev, 1929

Subordem Enoplina Chitwood & Chitwood, 1937

Superfamília Enoploidea Dujardin, 1845

Família Thoracostomopsidae Filipjev, 1927

Enoplolaimus litoralis Schulz, 1936

Enoplolaimus sp2

Enoplolaimus sp3

Mesacanthion sp1

Família Anoplostomatidae Gerlach e Riemann, 1974

Anoplostoma sp1

Família Anticomidae Filipjev, 1918

Paranticoma sp1

Subordem Oncholaimina De Coninck, 1965

Superfamília Oncholaimoidea Filipjev, 1916

Família Oncholaimidae Filipjev, 1916

Oncholaimellus calvadosicus de Man, 1890

Oncholaimus dujardini de Man, 1876

Viscosia sp1

Subordem Ironina Siddiqi, 1983

Superfamília Ironoidea de Man, 1876

Família Ironidae de Man, 1976

Thalassironus sp1

Família Oxystominidae Chitwood, 1953

Halalaimus sp1

Subordem Tripyloidina De Coninck, 1965

Superfamília Tripyloidoidea Filipjev, 1928

Família Tripyloididae Filipjev, 1928

Bathylaimus sp1

Bathylaimus sp2

Tripyloides sp1

ORDEM TREFUSIIDA Lorenzen, 1981

Subordem Trefusiina Siddiqi, 1983

Superfamília Trefusioidea Gerlach, 1966

Família Trefusiidae Gerlach, 1966

Rhabdocoma sp1

Trefusia sp1

Trefusia sp2

CLASSE CHROMADOREA Inglis, 1983

SUBCLASSE CHROMADORIA Pearse, 1942

ORDEM CHROMADORIDA Chitwood, 1933

Subordem Chromadorina Filipjev, 1929

Superfamília Chromadoroidea Filipjev, 1917

Família Chromadoridae Filipjev, 1917

Actinonema sp1

Chromadora sp1

Chromadora sp2

Dichromadora sp1

Hypodontolaimus sp1

Hypodontolaimus sp2

Hypodontolaimus sp3

Hypodontolaimus sp4

Neochromadora munita Lorenzen, 1971

Neochromadora sp2

Neochromadora sp3

Neochromadora sp4

Prochromadorella sp1

Spilophorella sp1

Família Cyatholaimidae Filipjev, 1918

Paracanthonchus thaumasius (Schulz, 1932)

Paracanthonchus sp1

Paracyatholaimus sp1

Paracyatholaimus sp2

Paracyatholaimus sp3

Pomponema sp1

Pomponema sp2

Pomponema sp3

Pomponema sp4

Família Neotonchidae Wieser & Hopper, 1966

Comesa sp1

Comesa sp2

Nannolaimus sp1

Família Selachinematidae Cobb, 1915

Gammanema sp1

Gammanema sp2

Latronema sp2

Richtersia sp1

Synonchiella sp1

ORDEM DESMODORIDA De Coninck, 1965

Subordem Desmodorina De Coninck, 1965

Superfamília Desmodoroidea Filipjev, 1922

Família Desmodoridae Filipjev, 1922

Acanthopharynx sp1

Chromaspirina inglisi Warwick, 1970

Chromaspirina pontica Filipjev, 1918

Chromaspirina sp3

Chromaspirina sp4

Eubostrichus sp1

Leptonemella sp1

Metachromadora sp1

Metachromadora sp2

Molgolaimus sp1

Onyx rugatus Wieser, 1959

Onyx sagittarius Gerlach, 1950

Perspiria sp1 Wieser & Hopper, 1967

Pseudonchus sp1

Sigmophoranema rufum (Cobb, 1933)

Sigmophoranema sp2

Spirinia sp1

Superfamília Microlaimoidea Micoletzky, 1922

Família Microlaimidae Micoletzky, 1922

Bolbolaimus crassiceps Gerlach, 1953

Bolbolaimus sp1

Bolbolaimus sp2

Microlaimus sp1

Microlaimus sp2

Microlaimus sp3

Microlaimus sp4

Microlaimus sp5

Microlaimus sp6

Microlaimus sp7

Família Monoposthiidae Filipjev, 1934

Monoposthia mirabilis Schulz, 1932

ORDEM MONHYSTERIDA Filipjev, 1929

Subordem Monhysterina De Coninck & Schuurmans Stekhoven, 1933

Superfamília Monhysteroidea de Man, 1876

Família Xyalidae Chitwood, 1951

Ammotheristus sp1

Ammotheristus sp2

Daptonema normandicum (de Man, 1980)

Daptonema sp2

Daptonema sp3

Daptonema sp4

Metadesmolaimus sp1

Metadesmolaimus sp2

Metadesmolaimus sp3

Metadesmolaimus sp4

Metadesmolaimus sp5

Promonhystera faber Wieser, 1956

Promonhystera sp2

Rhynchonema sp1

Theristus sp1

Theristus sp2

Theristus sp3

Theristus sp4

Theristus sp5

Trichotheristus mirabilis (Stekhoven & De Coninck, 1933)

Trichotheristus sp2

Trichotheristus sp3

Trichotheristus sp4

Trichotheristus sp5

Trichotheristus sp6

Xyala striata Cobb, 1920

Subordem Linhomoeina Andr ssy, 1974

Superfamília Siphonolamoidea Filipjev, 1918

Família Linhomoeidae Filipjev, 1922

Eleutherolaimus sp1

Eleutherolaimus sp2

Paralinhomoeus sp1

Terschellingia sp1

ORDEM ARAEOLAIMIDA De Coninck & Schuurmans Stekhoven, 1933

Superfamília Axonolaimoidea Filipjev, 1918

Família Axonolaimidae Filipjev, 1918

Apodontium sp1

Ascolaimus elongatus (Bütschli, 1874)

Axonolaimus sp1

Odontophora sp1

Odontophora sp2

Odontophoroides sp1

Odontophoroides sp2

Família Comesomatidae Filipjev, 1918

Sabatieria sp1

Sabatieria sp2

Sabatieria sp3

Sabatieria sp4

Família Coninckidae Lorenzen, 1981

Coninckia sp1

Coninckia sp2

ORDEM PLECTIDA Malakov, 1982

Superfamília Leptolaimoidea Örley, 1880

Família Leptolaimidae Örley, 1880

Camacolaimus sp1

Leptolaimus sp1

Leptolaimus sp2

Leptolaimus sp3

Leptolaimus sp4

Setostephanolaimus sp1

Setostephanolaimus sp2

Setostephanolaimus sp3

Setostephanolaimus sp4

Setostephanolaimus sp5

Stephanolaimus sp1

Stephanolaimus sp2

Stephanolaimus sp3

Stephanolaimus sp4

Stephanolaimus sp5

Família Aegialolaimidae Lorenzen, 1981

Cyartonema sp1

Cyartonema sp2

Diplopeltoides sp1

Superfamília Ceramonematoidea Cobb, 1933

Família Tarvaiidae Lorenzen, 1981

Tarvaia sp1

Família Ceramonematidae Cobb, 1933

Dasynemoides sp1

Dasynemoides sp2

Metadasynemoides sp1