



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

**PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MEIOFAUNA E
NEMATOFAUNA EM UMA ILHA ESTUARINA AMAZÔNICA
(ILHA DE COTIJUBA, PARÁ, BRASIL)**

TEREZA BEATRIZ LIMA DOS SANTOS

**BELÉM-PA
2020**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

**PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MEIOFAUNA E
NEMATOFUNA EM UMA ILHA ESTUARINA AMAZÔNICA
(ILHA DE COTIJUBA, PARÁ, BRASIL)**

TEREZA BEATRIZ LIMA DOS SANTOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

**BELÉM-PA
2020**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S237p Santos, Tereza Beatriz Lima dos
Padrões de distribuição espacial da meiofauna e nematofauna
em uma ilha estuarina amazônica (Ilha de Cotijuba, Pará, Brasil) /
Tereza Beatriz Lima dos Santos. — 2020.
xvi, 77 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Virág Venekey
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em
Ecologia Aquática e Pesca, Núcleo de Ecologia Aquática e Pesca
da Amazônia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2020.

1. praias estuarinas. 2. planícies de maré. 3. distribuição
vertical. 4. mesomaré. 5. água doce. I. Título.

CDD 577.609811

TEREZA BEATRIZ LIMA DOS SANTOS

**PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MEIOFAUNA E
NEMATOFUNA EM UMA ILHA ESTUARINA AMAZÔNICA
(ILHA DE COTIJUBA, PARÁ, BRASIL)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Virág Venekey - Orientadora

**Profa. Dra. Jussara Moretto Martinelli Lemos
UFPA – Titular Interna**

**Dra. Daiane Evangelista Aviz da Silva
MPEG – Titular Externa**

**Prof. Dr. André Rinaldo Senna Garraffoni
Unicamp – Titular Externo**

**Prof. Dr. Marcelo Petracco
UFPA – Suplente Interno**

**Dr. Cleverson Rannieri Meira dos Santos
MPEG – Suplente Externo**

**BELÉM-PA
2020**

Ao meu amado tio: Antônio da Silva Ribeiro

(in memoriam)

*“[...]A maré sobe e te afoga em acontecimentos
Sem ar, entra em desespero
A turbidez impede ver que tudo é no seu tempo
Então ela baixa
Você respira
Reflete sobre a vida
E entre essas ondulações
Enche os pulmões
E se prepara para a próxima subida.”*

(Cristina Marafija)

AGRADECIMENTOS

Chegando ao final de mais uma jornada acadêmica, reflito que teria sido muito mais difícil chegar até aqui se não fosse pela ajuda de inúmeras pessoas que estiveram comigo no decorrer desses dois anos de mestrado. Pessoas essas que, direta ou indiretamente, me ajudaram a carregar essa pesada responsabilidade que é cursar uma pós-graduação.

Sobre todas as coisas sou grata ao meu Deus, por ter me dado coragem, força, saúde e sabedoria para superar as dificuldades e concluir mais essa etapa.

Sou grata à professora Virág, minha orientadora, por mais uma vez ter aberto as portas do GENAQ para mim. Pela paciência, amizade e compreensão que teve comigo desde sempre e por ter me dado a oportunidade de estudar o fantástico mundo dos Nematoda na ilha de Cotijuba, um lugar pelo qual tenho muito carinho.

Agradeço aos meus queridos tios, Eliete e Antônio, que me deram abrigo, amor e cuidado durante todo o tempo do mestrado. Aos meus pais, Eva e José, por respeitarem as minhas escolhas e encorajarem os meus sonhos. Ao meu irmão, Talison, por ser um grande parceiro na vida e, em especial, por ter me ajudado na difícil tarefa que foi coletar meiofauna na lama.

Agradeço aos meus queridos amigos do GENAQ: Jéssica, Tuca, Keuli, Débora, Eri, Rafaela e Jamyle. Obrigada por todo o conhecimento que compartilharam comigo e por serem a melhor família acadêmica que alguém poderia ter. Cabe aqui um agradecimento especial ao Eri, pela ajuda na identificação dos Nematoda, ao Thuareag, por me ajudar em muitas etapas no decorrer do mestrado (desde o trabalho de campo até a análise de dados) e a Débora e Virág que também me deram ajuda no trabalho de campo.

Sou grata também pelas amizades que fiz graças às disciplinas do mestrado. Obrigada Karol, Marcella, Samea, Raissa, Luma e Mayara, vocês são pessoas incríveis que guardarei sempre em meu coração.

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

E a todos os outros que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse concluir esse trabalho. Muito obrigada!

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação é composta por uma parte introdutória, um artigo científico organizado em forma de capítulo e uma parte final contendo as principais conclusões do trabalho. Este formato está de acordo com o regimento em vigor do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará.

A primeira parte da dissertação inclui uma introdução geral, que aborda os conceitos e principais características dos estuários, com ênfase nas peculiaridades do estuário amazônico. São ainda apresentados os padrões ecológicos da meiofauna e de Nematoda em ambientes estuarinos e uma revisão sobre o estado atual de conhecimento da ecologia destes organismos bentônicos em ambientes de água doce no Brasil. Além da introdução geral são apresentados os objetivos e as hipóteses do trabalho, assim como o material e métodos de forma mais detalhada.

A segunda parte da dissertação consiste em um artigo científico redigido de acordo com as normas do periódico "*Freshwater Biology*", discutindo as diferenças na estrutura da comunidade da meiofauna e associações de nematofauna em ambientes estuarinos com distintas características granulométricas. Por fim, são apresentadas as principais conclusões e perspectivas para futuros estudos em ambientes estuarinos dominados por água doce.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa com indicação dos locais de coleta: Praia do Amor – Arenoso A (1), Praia do Farol – Arenoso B (2) e planícies de maré Lamoso A (3) e Lamoso B (4) da Ilha de Cotijuba, (Pará, Brasil).....9

Figura 2: Desenho esquemático representando a coleta em cada um dos ambientes na Ilha de Cotijuba mostrando o perfil, os pontos (P1, P2 e P3) e estratos (0-2, 2-4, 4-6, 6-8 e 8-10 cm)10

Figura 3: Ilustração dos grupos alimentares propostos por Traunspurger (1997). A e B: Comedores de depósito; C: Raspadores; D: Sugadores; E: Mastigadores. Fonte das imagens: Moens et al. (2006)11

CAPÍTULO 1: EFEITO DO SEDIMENTO NA ESTRUTURAÇÃO DA MEIOFAUNA EM AMBIENTES AMAZÔNICOS DE ÁGUA DOCE SOB INFLUÊNCIA DE MESOMARÉ

Figura 1: Localização dos locais de coleta, indicados pelos pontos, na Ilha de Cotijuba (Pará, Brasil): Praia do Amor – Arenoso A (1), Praia do Farol – Arenoso B (2) e planícies de maré Lamoso A (3) e Lamoso B (4)54

Figura 2: Densidade média total (ind./10cm² ± erro padrão) e riqueza média da meiofauna e Nematoda nas praias arenosas e planícies de maré lamosas estudadas. Letras diferentes indicam diferenças significativas (p<0,05) entre os ambientes54

Figura 3: Densidade média (ind./10cm² ± erro padrão) da meiofauna ao longo dos estratos de cada zona nos ambientes arenosos e lamosos estudados. Letras diferentes indicam diferenças significativas (p<0,05) entre estratos55

Figura 4: Riqueza média da meiofauna ao longo dos estratos de cada zona nos ambientes arenosos e lamosos estudados. Letras diferentes indicam diferenças significativas (p<0,05) entre estratos56

Figura 5: Participação relativa dos táxons meiofaunais nos estratos de cada zona nos ambientes arenosos e lamosos estudados na Ilha de Cotijuba57

Figura 6: nMDS baseado em uma matriz de similaridade de Bray-Curtis, comparando a comunidade da meiofauna entre ambientes, zonas entremarés e estratos do sedimento58

Figura 7: Densidade média (ind./10cm ² ± erro padrão) de Nematoda ao longo dos estratos de cada zona nos ambientes arenosos e lamosos. Letras diferentes indicam diferenças significativas (p<0,05) entre estratos	59
Figura 8: Riqueza média de Nematoda ao longo dos estratos de cada zona nos ambientes arenosos e lamosos. Letras diferentes indicam diferenças significativas (p<0,05) entre estratos	60
Figura 9: Participação relativa dos gêneros mais abundantes de Nematoda ao longo dos estratos de cada zona nos ambientes estudados na Ilha de Cotijuba	61
Figura 10: Distribuição vertical dos tipos tróficos de Nematoda (Traunspurger, 1997) nas zonas entremarés dos ambientes arenosos e lamosos estudados (1- Comedores de depósito, 2- Raspadores, 3- Mastigadores e 4- Sugadores)	61
Figura 11: nMDS baseado em uma matriz de similaridade de Bray-Curtis, comparando a associação de Nematoda entre ambientes, zonas entremarés e estratos do sedimento	62

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1: EFEITO DO SEDIMENTO NA ESTRUTURAÇÃO DA MEIOFAUNA EM AMBIENTES AMAZÔNICOS DE ÁGUA DOCE SOB INFLUÊNCIA DE MESOMARÉ

Tabela 1: Fatores ambientais nos estratos do sedimento (cm) e zonas do médiolitoral nos ambientes estudados na Ilha de Cotijuba (Pará, Brasil)48

Tabela 2: Resultados da ANOVA fatorial da densidade e riqueza da comunidade da meiofauna e associações de nematofauna nos ambientes arenosos e lamosos na Ilha de Cotijuba. df: graus de liberdade51

Tabela 3: Resultados da PERMANOVA da densidade e riqueza da comunidade da meiofauna e associações de nematofauna nos ambientes arenosos e lamosos na Ilha de Cotijuba. df: graus de liberdade, MS: média dos quadrados51

RESUMO

O estuário amazônico é um ambiente complexo que apresenta formações fisiográficas muito peculiares. Contudo, pouco se conhece sobre como e quais fatores controlam os padrões ecológicos da comunidade da meiofauna nestes ambientes, principalmente em regiões oligoalinas. Desse modo, o objetivo deste estudo foi comparar a estrutura da comunidade da meiofauna e das associações de Nematoda em quatro ambientes com características sedimentológicas distintas: duas praias arenosas (Arenoso A e Arenoso B) e duas planícies de maré com sedimento lamoso (Lamoso A e Lamoso B) em uma ilha estuarina de água doce sob regime de mesomaré. Em cada um dos ambientes foram estabelecidos três pontos de coleta representando as zonas da região entremarés (médiolitoral superior, médio e inferior). Em julho de 2018, com o auxílio de um amostrador cilíndrico de 3cm de diâmetro, foram coletadas três réplicas de amostras biológicas e uma amostra para análise sedimentológica utilizado-se um desenho amostral estratificado em 0-2, 2-4, 4-6, 6-8 e 8-10 cm. A meiofauna foi classificada em nível de grandes grupos e Nematoda em nível de gênero, sendo estes últimos agrupados também de acordo com os tipos tróficos. A densidade (Ind./10cm²) e a riqueza da meiofauna e de Nematoda (nº de grupos/gêneros) foram comparadas entre áreas de amostragem, zonas e profundidades do sedimento através de análises univariadas (ANOVA's) e multivariadas (PERMANOVA, nMDS, SIMPER e BIOENV). A comunidade da meiofauna esteve representada por 13 grupos, dos quais Copepoda foi numericamente mais abundante nos arenosos e Nematoda foi dominante nos lamosos. No geral, a densidade e a riqueza da meiofauna e de Nematoda foram significativamente mais altas em Lamoso A e Lamoso B em comparação a Arenoso A e Arenoso B. Quando comparados entre as zonas do médiolitoral, estes descritores biológicos não variaram em nenhum dos quatro ambientes estudados, nem para meiofauna, nem para Nematoda. Riqueza e densidade não diferiram entre os estratos do sedimento de Arenoso A e Arenoso B, enquanto que em Lamoso A e Lamoso B os estratos superiores do sedimento (0-2 e 2-4 cm) foram os mais ricos e mais densos. A participação relativa dos tipos tróficos foi bastante similar em Arenoso A e Arenoso B, não havendo um grupo trófico predominantemente dominante. Por outro lado, em Lamoso A e Lamoso B os comedores de depósito foram predominantes em todos os estratos de todas as zonas. Os padrões de distribuição vertical encontrados nos lamosos são atribuídos à maior disponibilidade de oxigênio e alimento, que geralmente estão concentrados nas camadas mais superficiais, tendendo a decrescer com o aumento da

profundidade. Nas praias, é provável que os organismos tenham migrado para profundidades maiores que 10cm, a fim de evitar a ressuspensão causada pela ação das ondas. A pequena extensão do médiolitoral não favoreceu a alta variabilidade espacial de grupos meiofaunais / gêneros de Nematoda e, por isso, não houve diferenciação entre as zonas entremarés. A alta abundância de gêneros comedores de depósito nos lamosos é explicada pelo fato de que altas concentrações de silte, matéria orgânica e fitopigmentos tendem a favorecer a ocorrência desse grupo trófico. Em praias, fatores abióticos tendem a ser mais importantes na estruturação das associações de Nematoda do que a disponibilidade de alimento e, por isso, a distribuição dos tipos tróficos nesses ambientes foi mais homogênea. Em síntese, os resultados deste estudo ressaltam a importância das características do hábitat intersticial na estruturação das comunidades do meiobentos atuando em conjunto com o fluxo de oxigênio e matéria orgânica.

Palavras-chave: praias estuarinas, planícies de maré, distribuição vertical, mesomaré, água doce.

ABSTRACT

The Amazon estuary is a complex environment with very peculiar physiographic formations. However, little is known about how and what factors control the ecological standards of the meiofauna community in these environments, especially in oligohaline regions. Thus, the aim of this study was to compare the structure of the meiofauna community and Nematoda associations in four environments with distinct sedimentological characteristics: two sandy beaches (Sandy A and Sandy B) and two muddy tidal flats (Muddy A and Muddy B) on a freshwater estuarine island located in a mesotidal region. In each of the environments, three stations representing the zones of the intertidal region were established (high intertidal, middle intertidal and low intertidal). In July 2018, three replicates of biological samples and one sample for sedimentological analysis were collected with a 3 cm diameter corer using a sample design stratified in 0-2, 2-4, 4-6, 6-8 and 8-10 cm. Meiofauna was classified in large group level and Nematoda in genera level, being grouped also according to trophic types. The density (ind./10cm²) and the richness of meiofauna and Nematoda (number of groups/genera) were compared between sampling areas, zones and depths of the sediment through univariate (ANOVA's) and multivariate analysis (PERMANOVA, nMDS, SIMPER and BIO-ENV). The meiofauna community was represented by 13 groups, from which Copepoda was numerically more abundant in the sandy areas and Nematoda was dominant in the muddy ones. In general, the density and richness of meiofauna and Nematoda were significantly higher in Muddy A and Muddy B compared to Sandy A and Sandy B. When compared between the intertidal zones, these biological descriptors did not vary in any of the four environments studied, neither for meiofauna, nor for Nematoda. Richness and density did not differ between the sediment strata of Sandy A and Sandy B, while in Muddy A and Muddy B the upper strata of the sediment (0-2 and 2-4 cm) were the richest and densest. The relative participation of trophic types was quite similar in Sandy A and Sandy B, with no predominantly dominant trophic group. On the other hand, in both Muddy A and Muddy B, deposit feeders were prevalent in all strata in all areas. The vertical distribution patterns found in the muds are attributed to the greater availability of oxygen and food, which are usually concentrated in the most superficial layers, tending to decrease with increasing depth. On the beaches, it is likely that the organisms have migrated to depths greater than 10 cm, in order to avoid the resuspension caused by the action of the waves. The small extension of the intertidal region did not favor the high

spatial variability of meiofaunal groups / Nematoda genera and, therefore, there was no difference between the intertidal zones. The high abundance of deposit feeders genera in muddy areas is explained by the fact that high concentrations of silt, organic matter and phytopigments tend to favor the occurrence of this trophic group. On the beaches, abiotic factors tend to be more important in structuring Nematoda associations than the availability of food and, therefore, the distribution of trophic types in these environments was more homogeneous. In summary, these results highlighted the importance of the characteristics of the interstitial habitat in the structuring of meiobenthos community acting together with the flow of oxygen and organic matter.

Keywords: estuarine beaches, tidal flats, vertical distribution, mesotidal, freshwater.

Sumário

1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. OBJETIVOS	6
2.1. Objetivo geral.....	6
2.2. Objetivos específicos.....	6
3. HIPÓTESES	6
4. MATERIAL E MÉTODOS	7
4.1. Área de estudo.....	7
4.2. Procedimentos em campo.....	8
4.3. Procedimentos em laboratório.....	10
4.4. Análise de dados	12
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
CAPÍTULO 1: EFEITO DO SEDIMENTO NA ESTRUTURAÇÃO DA MEIOFAUNA EM AMBIENTES AMAZÔNICOS DE ÁGUA DOCE SOB INFLUÊNCIA DE MESOMARÉ	19
Resumo.....	21
Introdução	22
Material e Métodos	24
Resultados	27
Discussão.....	32
Agradecimentos.....	40
Referências Bibliográficas	41
CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
ANEXO 1: REGRAS GERAIS PARA FORMATAÇÃO DO ARTIGO	70

1. INTRODUÇÃO GERAL

Na definição clássica de Cameron & Pritchard (1963), um estuário pode ser considerado um corpo d'água costeiro semifechado, que faz ligação com o oceano aberto, e no qual a água do mar é diluída pela água doce oriunda da drenagem continental. Sob uma perspectiva mais abrangente, o estuário é definido como uma reentrância do mar, que atinge o vale de um rio até o limite de influência da maré (Dionne, 1963). Segundo Dionne (1963), o estuário pode ser subdividido em: **estuário inferior**, que faz livre ligação com o oceano aberto; **estuário médio**, onde ocorre intensa mistura da água do mar com a água fluvial e **estuário superior**, onde a água é predominantemente doce, mas está sujeito à influência diária da maré. Em síntese, Miranda et al. (2002) consideram o estuário como um ecossistema constituído pela região onde ocorre a diluição da água do mar (setor de intrusão salina) e a parte do rio sujeita às oscilações da maré (setor de maré do rio).

As regiões estuarinas ou estuários brasileiros são diversos e ocorrem desde o Norte até o Sul do país, ao longo de toda a costa atlântica. Entre estes, os principais estuários são: na região Norte, o estuário do Rio Oiapoque (AP) e o setor costeiro estuarino amazônico, que engloba os Rios Araguauari e Jari (AP), a Baía de Macapá (AP) e o complexo da Ilha de Marajó (PA); na região Nordeste, o estuário do Rio Parnaíba (PI), o estuário das Guaribas (CE), o estuário dos Rios Beberibe e Capibaribe (PE), o estuário do Rio Ipojuca (PE), o estuário do Rio Formoso (PE), o estuário do Rio Vaza-Barris (BA-SE), o estuário do Rio São Francisco (SE-AL), a Baía de Todos os Santos (BA), o estuário do Rio Santana (Ilhéus, BA) e o estuário dos Rios Jequitinhonha e Mucuri (BA); na região Sudeste, a Baía de Vitória (ES), a Baía da Guanabara (RJ), a Baía de Santos e o estuário de Cananéia (SP); e na região Sul, a Baía de Paranaguá (PR), a Baía de Guaratuba (PR), o estuário do Rio Tramandaí (RS), o complexo da Lagoa dos Patos (RS) e o estuário do Arroio Chuí (RS) (Pinto-Coelho & Havens, 2015).

Na região amazônica, o ecossistema estuarino representa um ambiente equatorial altamente complexo e peculiar, que apresenta diversos tipos de formações como praias estuarinas, longas planícies de maré lamosas e ecossistemas de manguezal (El-Robrini et al., 2006). Dentro da região estuarina amazônica está contida a zona estuarina paraense que está dividida em três setores: (1) costa atlântica do salgado paraense, (2) setor insular estuarino do Rio Amazonas e (3) setor continental estuarino do Rio Pará/ Baía do Marajó

(El-Robrini et al., 2006). Os dois últimos setores apresentam formações fisiográficas singulares, dentre as quais se destacam as praias estuarinas de água doce que sofrem influência de mesomaré, com amplitude média de 3,6 metros (El-Robrini et al., 2006). O estuário do Rio Pará é um corpo d'água de largas extensões (Prestes, 2016), sendo um dos maiores estuários do Brasil com uma boca de aproximadamente 60 Km de largura (Rosário et al., 2016). Tal estuário apresenta diversas ilhas que exibem praias arenosas, entre as quais inclui-se a Ilha de Cotijuba.

Os estuários apresentam um pronunciado gradiente em diversas variáveis ambientais, sendo o gradiente de salinidade um forte estruturador, pois controla a variação de vários outros fatores (Soetaert et al., 1994). A grande variabilidade físico-química dos estuários faz com que as comunidades estuarinas sejam muito menos diversas do que as comunidades equivalentes de outros ecossistemas aquáticos (Elliot & Whitfield, 2011). Como resultado, os organismos que vivem nesses ambientes possuem uma tolerância inerente para suportar amplas variações ambientais, tanto o ecossistema quanto os organismos apresentando alta capacidade de resiliência (Elliot & Whitfield, 2011).

Os ecossistemas estuarinos apresentam baixa diversidade, porém alta biomassa e abundância de indivíduos, principalmente nas áreas oligohalinas, pois as espécies que sobrevivem às condições ambientais estressantes prosperam e formam populações abundantes (Elliot & Whitfield, 2011). Além disso, quando comparado com os rios e o oceano adjacente, o estuário contempla maior produtividade, por apresentar altas concentrações de nutrientes que estimulam a produção primária e favorecem a disponibilidade de alimento nesse ecossistema, garantindo a presença de representantes de todos os elos da teia alimentar (Schaeffer-Novelli, 1989; Miranda et al., 2002).

Dentre os habitantes dos ecossistemas estuarinos estão os membros da meiofauna, que consiste em um grupo de metazoários aquáticos, caracterizado pelo hábitat bentônico e pela dimensão corporal que varia entre 0,044 a 0,5 mm (Mare, 1942). A meiofauna é composta por representantes de praticamente todos os filos animais (aproximadamente 30 filos), porém Nematoda é quase sempre o grupo dominante tanto em abundância quanto em biomassa, podendo compor de 80-95% do total de indivíduos (Giere, 2009). Sua importância deve-se não apenas por ser o grupo de metazoários com o maior número de indivíduos (Viglierchio, 1991), mas também à alta diversidade de espécies, que frequentemente é atribuída ao alto nível de especialização de nichos (Eyualem-Abebe, 2006) e às diversas estratégias alimentares (níveis tróficos) adotadas pelo grupo (Yeates et al., 1993). As características corpóreas de um Nematoda o adaptam para viver tanto na

areia quanto na lama, por isso estes animais podem ocorrer em todos os tipos de substratos, sedimentos, zonas climáticas e em qualquer profundidade (Giere, 2009), habitando desde a zona entremarés até as fossas oceânicas (Corbisier, 1999).

A comunidade meiofaunística é importante para o fluxo de energia nos sistemas aquáticos, uma vez que serve de alimento para a própria meiofauna, para a macrofauna, assim como para peixes e crustáceos, além de atuar no processo de remineralização de matéria orgânica através da atividade de bioturbação e auxiliarem no transporte da matéria entre o sedimento e a coluna d'água, entre diversas outras funções ecológicas (Coull, 1999). A fauna meiobentônica também tem sido considerada como um excelente indicador de qualidade ambiental, devido a fatores como a íntima associação com os sedimentos e a alta diversidade e densidade (Silva et al., 1997).

Entre os fatores abióticos que controlam a distribuição e estruturação das comunidades de meiofauna nos estuários, destaca-se o tamanho da partícula do sedimento, a temperatura e a salinidade (Coull, 1999). Tais fatores associados à hidrodinâmica, matéria orgânica e oxigênio dissolvido, influenciam a abundância e diversidade da meiofauna nesses ambientes (Swan & Palmer 2000, Traunspurger 2000). O meiobentos ocorre em grande abundância nos estuários do mundo todo e forma assembleias que podem ocupar diferentes habitats, apresentando maiores densidades em substrato lamoso, rico em matéria orgânica, e menores densidades em substrato arenoso, pobre em matéria orgânica (Coull, 1999, Ingels et al., 2018).

As comunidades bentônicas se distinguem umas das outras em diferentes tipos de sedimento (Ingels et al., 2018). O tipo de sedimento, assim como os parâmetros a ele relacionados (tamanho e formato do grão, área de superfície, porosidade, permeabilidade à água, etc.), está entre os fatores-chave que determinam as características químicas e físicas do habitat intersticial e afetam a disponibilidade de alimento para a meiofauna (Ingels et al., 2018). O fluxo de água determina muitos fatores físico-químicos no sedimento, de modo que a permeabilidade, responsável pela entrada e solubilidade do oxigênio e de nutrientes na coluna de sedimento, exerce controle sobre as condições de vida da meiofauna (Giere, 2009). É amplamente conhecido que a permeabilidade do sedimento é diretamente influenciada pelo tamanho absoluto do grão, decrescendo à medida que a proporção de partículas menores aumenta; portanto, a partícula de sedimento determina a colonização pela meiofauna através da penetrabilidade da água.

Diferenças nas características do substrato afetam principalmente os dois maiores grupos da meiofauna, Nematoda e Copepoda Harpacticoida (Giere, 2009). Enquanto os

nematóides ocorrem preferencialmente em sedimento mais fino, os harpacticóides ocorrem preferencialmente em sedimento mais grosseiro (Coull, 1985). Além disso, há ainda modificações na composição específica da meiofauna, pois sedimentos com grãos menores oferecem um espaço intersticial menor e são habitados por espécies meiofaunais diferentes daquelas em areia mais grosseira (Giere, 2009).

Apesar da grande variedade de tipos de sedimento que servem de hábitat para o meiobentos, há um perfil vertical predominante que mostra que os primeiros poucos centímetros têm um maior suprimento de oxigênio e partículas alimentares e, portanto, abrigam maiores densidades de organismos meiofaunais do que as camadas mais profundas do sedimento (Giere, 2009). Entretanto, a maré é um fator que pode atuar sobre a distribuição vertical desses organismos, causando eventos de migração vertical (deslocamento dentro da coluna do sedimento). Desse modo, em planícies de maré, quando o sedimento fica exposto durante a maré baixa, a meiofauna tende a se manter nas camadas superficiais do substrato; enquanto que em situação oposta, quando a maré volta a cobrir a planície, os organismos migram para as camadas inferiores (Boaden & Platt, 1971). Em praias arenosas esse padrão se inverte: na maré baixa as condições na superfície do sedimento (temperatura, salinidade e disponibilidade de água) são desfavoráveis, logo, a meiofauna tende a migrar para as camadas inferiores na coluna de sedimento (Giere, 2009).

Estudos ecológicos com Nematoda em ambientes estritamente de água doce são escassos e a maior parte dos trabalhos existentes foi realizada em ecossistemas lênticos (Eyualem-Abebe et al., 2006). Para os ecossistemas lóticos, a composição quantitativa, os padrões de distribuição temporal e espacial, e os tipos tróficos não são bem documentados (Traunspurger, 2000) e estudos sobre Nematoda em rios, por exemplo, baseiam-se em dados coletados em apenas alguns países, como Alemanha, Áustria, Suíça e Estados Unidos, com escassez de dados para a América do Sul (Traunspurger et al., 2006). No Brasil, até 2017 foram registradas 11 ordens, 72 famílias, 372 gêneros e 450 espécies de Nematoda em ambientes marinhos da costa brasileira (Venekey, 2017). Em ambientes límnicos, os dados mais recentes que datam de 2008, referem-se à grande região zoogeográfica Neotropical, a qual pertence o Brasil, onde foram registradas 281 espécies de água doce, pertencendo a 112 gêneros e 56 famílias (Eyualem-Abebe et al., 2008).

Estudos sobre Nematoda de água doce, realizados especificamente no Brasil, se restringem aos trabalhos taxonômicos de Altherr (1972; 1977) e Gerlach (1957), que no

século passado identificaram e descreveram novas espécies de Nematoda coletadas no estuário amazônico. Além desses, alguns trabalhos ecológicos também foram feitos como o de Meira et al. (2013), que utilizaram a comunidade meiobentônica como indicador de poluição ambiental para avaliar a qualidade da água de um córrego, o de Flach et al. (2012), que avaliaram a estrutura das associações de Nematoda em três lagos costeiros do Rio Grande do Sul, e o de Netto & Fonseca (2017), que estudaram a influência da conectividade com o oceano sobre o estado ecológico de lagoas na região costeira de Santa Catarina por meio da composição dos Nematoda de vida livre. Soma-se a estes o trabalho de Lucena (2015) e de Silva, V (2018), ambos caracterizando a meiofauna e Nematofauna de diferentes reservatórios na região do semiárido nordestino (Paraíba); o de Ferreira (2015), que estudou o efeito da heterogeneidade do hábitat sedimentar na estrutura das associações de Nematoda na bacia do Rio São Francisco (Alagoas); o de Silva, R (2018), que estudou a composição taxonômica da meiofauna em lagoas costeiras do Rio Grande do Norte; o de Oliveira (2018), sobre a influência da maré na estrutura das associações de Nematoda em diversas regiões do estuário do Rio Coruripe (Alagoas); o de Lisboa et al. (2001), que tratam de forma geral de invertebrados aquáticos da Lagoa de Peri (Santa Catarina, Brasil), e o de Ferreira et al. (2008) que comparam métodos de amostragem da fauna perifítica de ambientes lênticos e lóticos em Minas Gerais, Brasil.

Para compreender melhor a ecologia dos Nematoda dentro da comunidade meiobentônica e do ecossistema bentônico, os estudos devem se concentrar na abundância e número de espécies de nematóides em hábitats lóticos. Além disso, faz-se necessário relacionar esses indicadores aos fatores abióticos como tamanho do grão, temperatura e oxigênio, assim como aos padrões de distribuição temporal e espacial dos nematóides nesse tipo de ambiente (Traunspurger, 2000). Com isso, evidencia-se a necessidade de ampliar o conhecimento sobre a estrutura da comunidade meiofaunística e das associações de Nematoda, bem como de seus padrões de distribuição em ecossistemas límnicos no Brasil, em especial na região amazônica, cujas praias estuarinas de água doce representam ambientes únicos no mundo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

- Comparar a estrutura da comunidade da meiofauna e das associações de Nematoda quanto à composição de grupos, riqueza e densidade, em quatro ambientes com características sedimentológicas distintas (duas praias arenosas e duas planícies de maré com sedimento lamoso) na Ilha de Cotijuba, Pará, Brasil.

2.2. Objetivos específicos

- Descrever a influência de fatores ambientais, como a característica do sedimento (granulometria), a profundidade e a temperatura, na estrutura da comunidade da meiofauna e das associações de Nematoda nas praias arenosas e nas áreas de planícies de maré lamosas estudadas;

- Identificar padrões de distribuição horizontal na estrutura da comunidade da meiofauna e das associações de Nematoda entre áreas de amostragem (praias arenosas e planícies de maré lamosas);

- Identificar padrões de distribuição horizontal na estrutura da comunidade da meiofauna e das associações de Nematoda entre zonas do médiolitoral (médiolitoral superior, médiolitoral médio e médiolitoral inferior);

- Obter uma lista de Nematoda ao nível de gênero das praias arenosas e das planícies de maré com sedimento lamoso estudadas na Ilha de Cotijuba.

3. HIPÓTESES

- Por apresentar as maiores densidades nas áreas de planícies de maré com sedimento lamoso e as maiores riquezas e diversidades nos ambientes com sedimento arenoso, a estrutura da comunidade da meiofauna e das associações de Nematoda apresenta-se de forma diferenciada nos ambientes estudados.
- Por haver maiores riquezas, densidades e diversidades nos estratos superiores dos sedimentos lamosos e nos estratos inferiores dos sedimentos arenosos, a estrutura da comunidade da meiofauna e das associações de Nematoda apresenta variação na distribuição vertical (profundidade do sedimento) nos ambientes estudados.

- Por apresentar as maiores riquezas, densidades e diversidades no médiolitoral médio dos ambientes arenosos e no médiolitoral inferior dos ambientes lamosos, a estrutura da comunidade da meiofauna e das associações de Nematoda apresenta diferenças na distribuição horizontal.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

A Ilha de Cotijuba é uma ilha estuarina amazônica que faz parte de um conjunto de 39 ilhas que compõem a área insular do Município de Belém, capital do Estado do Pará (Guerra, 2007). A ilha faz parte do estuário do Rio Pará e está localizada geograficamente entre o arquipélago do Marajó e as ilhas de Jutuba e Paquetá, sendo limitada pela Baía do Marajó à oeste, pelo Furo do Mamão a leste, pela Ilha de Tatuoca ao norte e pelo Canal de Cotijuba ao sul (Bello & Hüffner, 2012). Localizada nas coordenadas geográficas 1°14'S e 48°32'O (Amaral et al., 2017), a ilha ocupa uma área de aproximadamente 16 km² e possui 12 praias de água doce, voltadas para a Baía do Marajó, que formam uma costa com 20 km de extensão (Mascarenhas et al., 2009). Nas ilhas e margens de rios que compõem o estuário amazônico é comum a existência de áreas planas, sujeitas a inundações diárias pela variação da maré, e constituídas por sedimentos argilosos e siltosos, denominadas de áreas de várzea (Lima, 1956; El-Robrini et al., 2006). Uma parte das margens sul e sudeste da Ilha de Cotijuba, parte voltada para o Furo do Mamão, apresenta solo e vegetação típicos, sendo o solo predominantemente lamoso.

No estuário do Rio Pará a maré diminui em direção à montante, variando de macromaré na região costeira a micromaré na porção interna (Rosário et al., 2016). A Ilha de Cotijuba está localizada em uma região regida por regime de mesomaré (amplitude de 2 a 4 metros) com predominância de variações semidiurnais (Prestes et al., 2016). O clima na região é tropical chuvoso quente e super-úmido, com período chuvoso de dezembro a junho e um período seco de julho a novembro (Mascarenhas et al., 2009). Na região, o aporte sazonal na descarga de água da chuva afeta o estuário e gera um período de maior descarga, nos meses de janeiro a maio, e um período de baixa descarga, nos meses de agosto a novembro (ANA, 2019). Na região do estuário onde a Ilha de Cotijuba está situada não existe salinidade no período de alta descarga (condição de água doce) e no período de baixa descarga a salinidade pode alcançar, no máximo, 4 UPS (Unidade Prática de Salinidade) (Rosário et al., 2016).

Para o presente estudo foram selecionados quatro locais na Ilha de Cotijuba com distintas características sedimentológicas: Praia do Amor – Arenoso A ($1^{\circ}15'50S$ e $48^{\circ}33'54O$), Praia do Farol – Arenoso B ($1^{\circ}16'4S$ e $48^{\circ}33'46O$) e duas planícies de maré situadas paralelamente a essas praias e denominadas de Lamoso A ($1^{\circ}15'49S$ e $48^{\circ}33'17O$) e Lamoso B ($1^{\circ}16'07S$ e $48^{\circ}33'24O$) (Figura 1). As praias do Farol e do Amor estão localizadas na região sul da ilha e são voltadas para a Baía do Marajó. Essas praias apresentam sedimento arenoso, sendo que a Praia do Amor apresenta também afloramentos rochosos. As outras duas áreas de coleta são planícies de maré também localizadas na região sul, porém no lado oposto da ilha e estão voltadas para o Furo do Mamão. Essas planícies de maré apresentam sedimento lamoso.

4.2. Procedimentos em campo

As coletas foram realizadas em julho de 2018, momento em que a salinidade é zero, ou seja, condição de água doce. Em cada um dos ambientes foi demarcado um transecto perpendicular à linha da maré alta de sizígia e três pontos de coleta foram estabelecidos ao longo deste transecto correspondendo ao médiolitoral superior (P1), médiolitoral médio (P2) e médiolitoral inferior (P3). Para as coletas de material biológico e sedimentológico foi utilizado um desenho amostral estratificado em 0-2, 2-4, 4-6, 6-8 e 8-10cm. Com um amostrador cilíndrico de 3cm de diâmetro, foram retiradas, de cada ponto de coleta, três réplicas para amostras biológicas e uma amostra de sedimento para análise granulométrica para cada estrato (Figura 2). As amostras foram armazenadas em frascos plásticos, sendo as amostras biológicas fixadas com formaldeído a 4%. A temperatura do sedimento, em cada estrato, foi aferida com um termômetro de solo com bulbo.

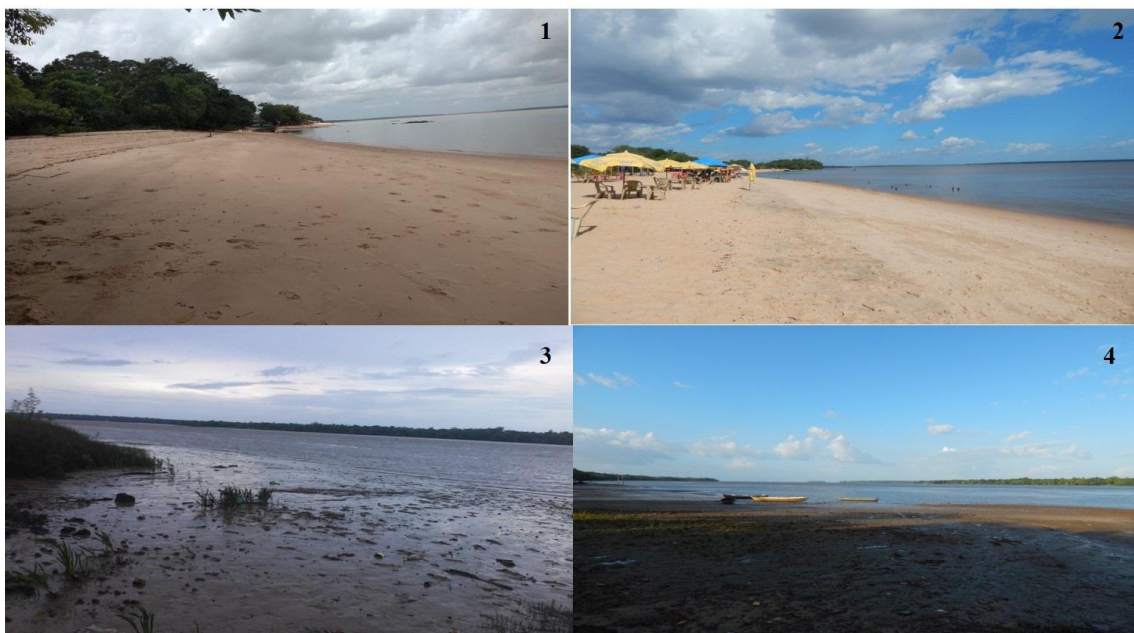
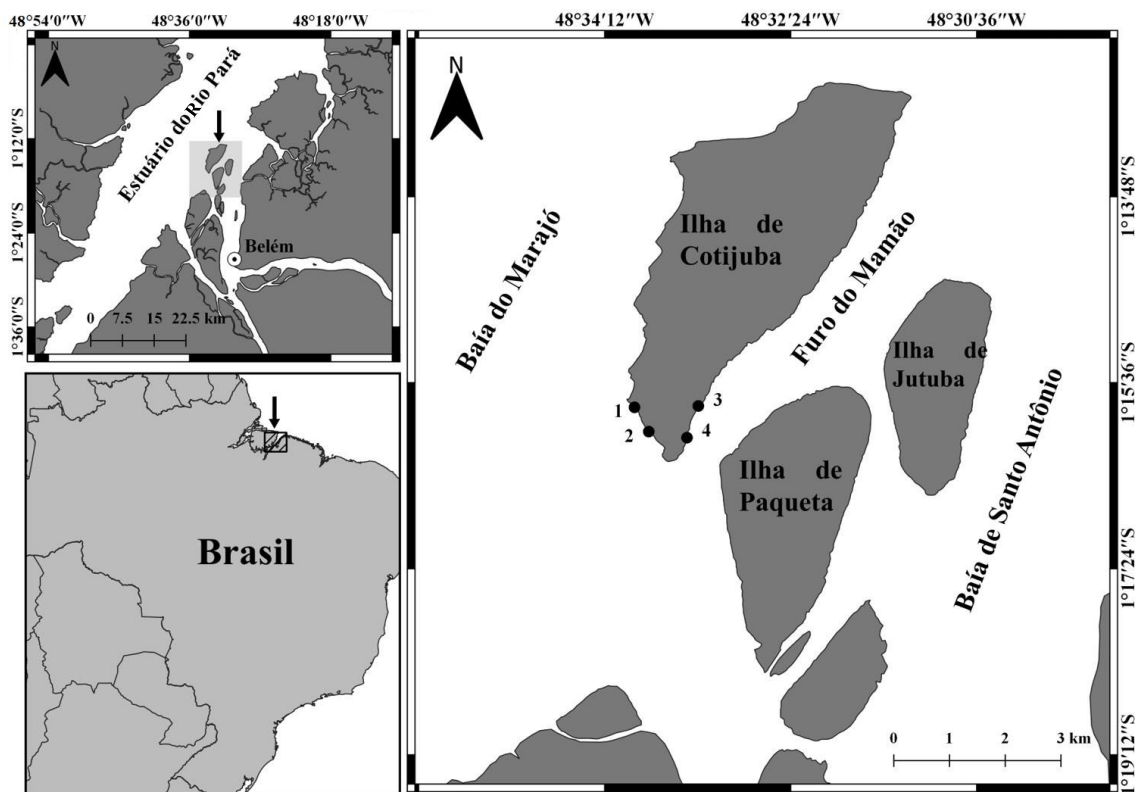


Figura 1: Mapa com indicação dos locais de coleta: Praia do Amor – Arenoso A (1), Praia do Farol – Arenoso B (2) e planícies de maré Lamoso A (3) e Lamoso B (4) da Ilha de Cotijuba, (Pará, Brasil).

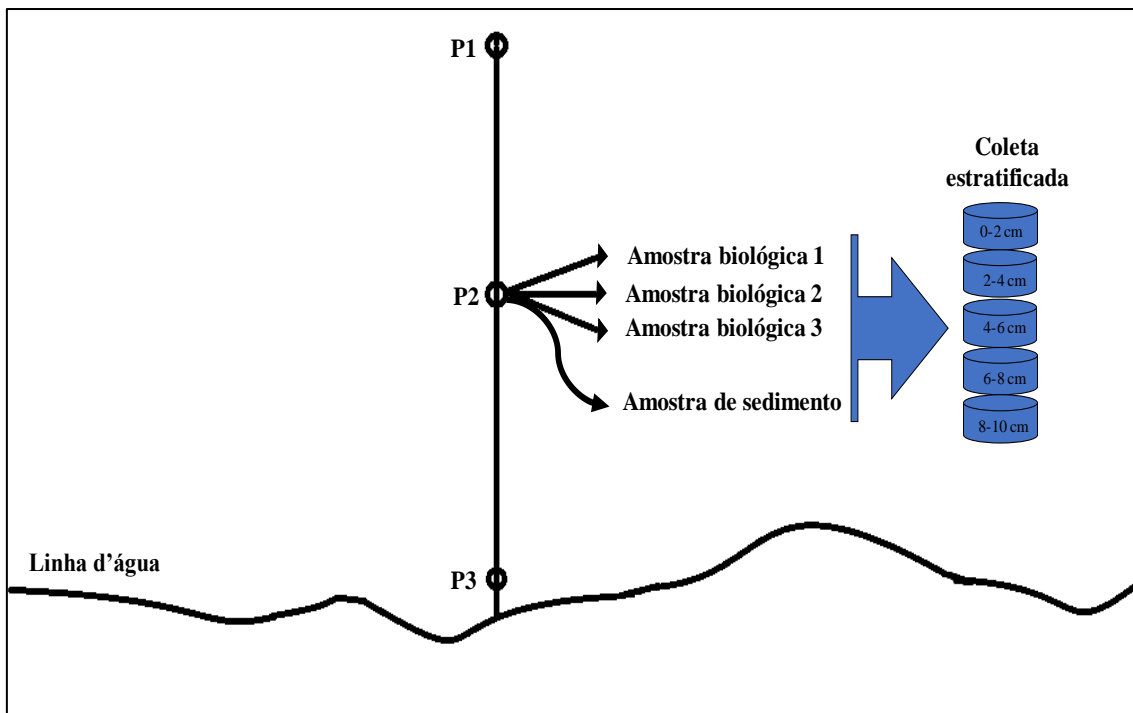


Figura 2: Desenho esquemático representando a coleta em cada um dos ambientes na Ilha de Cotijuba mostrando o perfil, os pontos (P1, P2 e P3) e estratos (0-2, 2-4, 4-6, 6-8 e 8-10 cm).

4.3. Procedimentos em laboratório

Em laboratório foi realizada a lavagem das amostras de meiofauna através do peneiramento úmido, que consiste em passar o conteúdo de sedimento de cada amostra separadamente em peneiras com malhas de $500\mu\text{m}$ e $45\mu\text{m}$. O sedimento retido na malha de $500\mu\text{m}$ foi descartado e aquele retido na malha de $45\mu\text{m}$ foi utilizado para extrair a meiofauna. A extração da meiofauna foi feita através da técnica de flotação com sílica coloidal de densidade igual a $1,18\text{g}/\text{cm}^3$ (Sommerfield et al., 2005). Após este procedimento, a meiofauna foi novamente armazenada em frascos plásticos contendo formaldeído a 4% e corada com Rosa de Bengala.

As amostras foram colocadas em placa de Dollfus, sob o microscópio estereoscópico, e os membros da meiofauna quantificados e classificados em nível de grandes grupos zoológicos segundo Giere (2009). Os animais pertencentes ao Filo Nematoda foram retirados das amostras com a ajuda de um estilete e colocados em cadinhos para posterior diafanização. Para este processo foram retirados 50 animais de cada amostra (quando possível).

O processo de diafanização foi feito a partir da técnica descrita por De Grisse (1969), sendo os animais introduzidos sequencialmente em três soluções: solução 1: 99% formaldeído a 4% e 1% glicerina (24 horas no dessecador); solução 2: 95% de etanol e

5% de glicerina (10 horas em estufa); solução 3: 50% de etanol e 50% de glicerina (armazenagem até a montagem de lâminas). Posteriormente os animais foram colocados em lâminas contendo uma gota de glicerina envolta por um círculo de parafina (aproximadamente dez animais em cada lâmina). O conjunto foi coberto por duas lamínulas e depois passou por aquecimento para que a parafina derretesse e ocorresse a selagem da lâmina.

A identificação de Nematoda em nível de gênero foi feita com a ajuda de um microscópio óptico, com base na chave pictórica de Warwick et al. (1998), no manual de identificação de Nematoda de água doce de Zullini (2010) e na bibliografia disponível no *website* Nemys (Bezerra et al., 2019). Por ser um atributo funcional das assembleias de Nematoda, os animais foram agrupados de acordo com os tipos tróficos utilizando a classificação proposta por Traunspurger (1997) para estudos de água doce, que classificou quatro grupos alimentares com base nas características morfológicas: **1- Comedores de depósito:** geralmente sem dentes e alimentam-se de bactérias e eucariotos unicelulares que são engolidos inteiros; **2- Raspadores:** possuem um pequeno dente e alimentam-se de bactérias, eucariotos unicelulares e microalgas; **3- Mastigadores:** geralmente apresentam uma cavidade bucal volumosa e esclerotizada, com um ou mais dentes e denticulos; alimentam-se de eucariotos unicelulares, rotíferos, tardígrados e outros nematoides; **4- Sugadores:** possuem um estilete e são onívoros; os itens alimentares incluem algas, plantas, fungos e animais (Figura 3).

A granulometria das amostras de sedimento foi determinada por meio do peneiramento dos grossos e pipetagem dos finos (Suguio, 1973) e foram adotadas as equações propostas por Folk & Ward (1957) para calcular variáveis como média do diâmetro dos grãos, grau de seleção e proporções de areia, argila e silte.

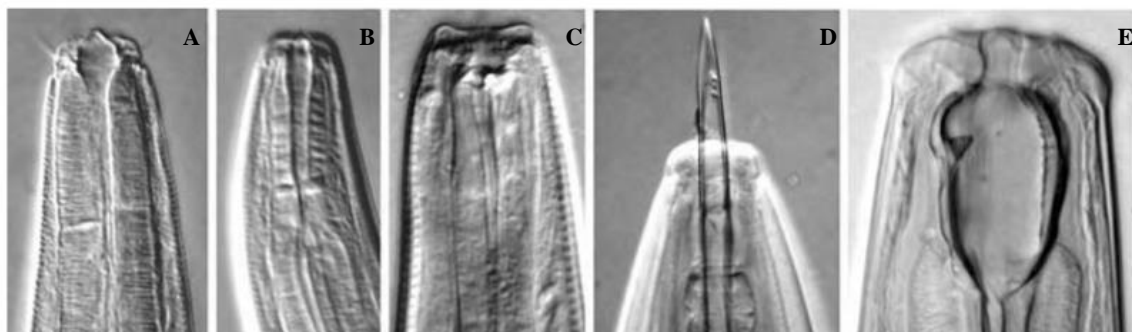


Figura 3: Ilustração dos grupos alimentares propostos por Traunspurger (1997). A e B: Comedores de depósito; C: Raspadores; D: Sugadores; E: Mastigadores. Fonte das imagens: Moens et al. (2006).

4.4. Análise de dados

Para cada amostra foi calculada a densidade (ind./10 cm²) e a riqueza da meiofauna (número de grandes grupos) e a densidade (ind./10 cm²) e riqueza (número de gêneros de Nematoda) da nematofauna. O teste de Cochran foi utilizado para verificar a homogeneidade das variâncias e quando necessário, os dados foram transformados em $\log(x + 1)$. Para analisar as diferenças entre a densidade e a riqueza da meiofauna, assim como as de Nematoda, entre os ambientes (Arenoso A, Arenoso B, Lamoso A e Lamoso B), as zonas entremarés (P1, P2 e P3) e os estratos do sedimento (0-2, 2-4, 4-6, 6-8 e 8-10 cm) foi utilizada a análise de variância (ANOVA fatorial). O teste de Tukey *a posteriori* foi utilizado sempre que registradas diferenças significativas (Underwood, 1997; Zar, 1998).

Os padrões espaciais das variáveis foram investigados com estatísticas multivariadas (Clarke & Warwick, 1994; Clarke & Gorley, 2001). Para descrever e comparar a estrutura da comunidade da meiofauna e das associações da nematofauna foram utilizadas análises de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) baseada em uma matriz de similaridade, após dados transformados em $\log(x+1)$, calculada utilizando-se o índice de similaridade de Bray-Curtis (Clarke & Warwick, 2001). O teste de Tukey *a posteriori* foi realizado quando detectadas diferenças significativas. A representação da comunidade de meiofauna e das associações de Nematoda foi visualizada através das figuras de Ordenação Não-Métrica Multidimensional (nMDS) e as contribuições de cada táxon para a dissimilaridade entre ambientes, zonas e estratos de coleta foram analisadas utilizando-se a porcentagem de similaridade (SIMPER). Os dados abióticos (grau de seleção, tamanho médio do grão, proporções de areia, argila e silte e temperatura) foram transformados ($\log(x+1)$) e normalizados para homogeneizar as variâncias (Clarke & Warwick, 1994). Correlações entre as variáveis bióticas e abióticas foram feitas através da rotina BIO-ENV (*Biota-Environment Matching*) a fim de verificar quais parâmetros ambientais melhor explicam os padrões observados na estrutura da comunidade da meiofauna e das associações de Nematoda. Foi utilizado o nível de significância de 0,05 em todas as análises. Para os testes estatísticos foram usados os programas STATISTICA 8, PRIMER 6.1.13 e PERMANOVA+ 1.0.3 (Anderson et al., 2008) e para o processamento dos dados granulométricos foi utilizado o SYSGRAN 3.0.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTHERR, E. Contribution a la connaissance des Nematodes de l'estuaire de l'Amazone. **Amazoniana, Kiel, 3**: 141-174. 1972.

ALTHERR, E. Contribution a la connaissance des Nematodes de l'estuaire de l'Amazone. **Amazoniana (2 me partie), Kiel, 6**: 145-159. 1977.

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. HidroWeb, Sistema de Informações Hidrológicas. 2019. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb>

ANDERSON, M. J.; GORLEY, R. N. & CLARKE, K. R. Permanova+ for Primer: guide to software and statistical methods. Plymouth. 2008.

AMARAL, K.A.; MOUTINHO, M. T. & CORRÊA, I.C.A. Cartografia aplicada ao turismo na ilha de Cotijuba (Belém-Pa). **Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto**, 1550-1554. 2017.

BELLO, L. A. L. & HUFFNER, J. G. P. Análise dos impactos ambientais da expansão urbana na ilha de Cotijuba, Belém-pa. **Caminhos de Geografia, 13**: 286-298. 2012.

BEZERRA, T.N.; DECRAEMER, W.; EISENDLE-FLÖCKNER, U.; HODDA, M.; HOLOVACHOV, O.; LEDUC, D.; MILJUTIN, D.; MOKIEVSKY, V.; PEÑA SANTIAGO, R.; SHARMA, J.; SMOL, N.; TCHESUNOV, A.; VENEKEY, V.; ZHAO, Z.; VANREUSEL, A. Nemys: World Database of Nematodes. 2019. Acesso em 15 de novembro de 2019. Disponível em <http://nemys.ugent.be>. doi:10.14284/366.

BOADEN, P. J. S. & PLATT, H. M. Daily migration patterns in an intertidal meiobenthic community. **Thalass Jugosl 7**: 1–12. 1971.

CAMERON, W. M. & PRITCHARD, D. W. Estuaries. **The Sea, 2**: 306-324. 1963.

COULL, B. C. Long-term variability of estuarine meiobenthos: an 11 year study. **Marine Ecology Progress Series, 24**: 205-218. 1985.

COULL, B. C. Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. **Australian Journal of Ecology, 24**: 327-343. 1999.

CORBISIER, T.N. Filo Nematoda. In: MIGOHO, A. E. & TIAGO, C. G. **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, 3: invertebrados marinhos**. São Paulo, FADESP, 1999. Cap. 17, p. 114-122.

CLARKE, K. R. & GORLEY, R. N. PRIMER v5: user manual/tutorial. Plymouth Marine Laboratory, Primer-E-Ltd, Prospect Place, West Hoe, Plymouth PL1 3 DH. U.K. 2001.

CLARKE, K. R. & WARWICK, R. M. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory. 1994.

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

DE GRISSE, A.T. Redescription ou modification de quelques techniques utilisés dans l'étude des nématodes phytoparasitaires. **Mededelingen Rijksfakulteit Landbouwwetenschappen Gent**, **34**: 351-369. 1969.

DIONNE, J. C. Towards a more adequate definition of the St. Lawrence estuary. **Zeitschr fur Geomorph**, **7**: 36-44. 1963.

ELLIOTT, M. & WHITFIELD, A. K. Challenging paradigms in estuarine ecology and management. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, **94**: 306-314. 2011.

EL-ROBRINI, M.; SILVA, M. A. M. A.; SOUZA FILHO, P. W. M.; EL-ROBRINI, M. H. S.; SILVA JR, O. G. S. & FRANÇA, C. F. **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro**. Belém: Ministério do Meio Ambiente. 2006.

EYUALEM-ABEBE.; ANDRÁSSY, I. & TRAUNSPURGER, W. (Eds.). **Freshwater nematodes: ecology and taxonomy**. CABI. 2006.

EYUALEM-ABEBE.; DECRAEMER, W. & DE LEY, P. Global diversity of nematodes (Nematoda) in freshwater. **Hidrobiologia**, **595**: 67-78. 2008.

FERREIRA, H. L. M.; GOMES, M. B. & LÓPEZ, C. M. Avaliação dos métodos de amostragem para fauna perifítica em macrófitas na Reserva da Biosfera, Serra do

Espinhaço, Estado de Minas Gerais, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, **30**: 253-259. 2008.

FERREIRA, R. C. **Comunidade de Nematoda em diferentes ambientes límnicos. Dissertação** (Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos). Universidade Federal de Alagoas, Maceió. 2015.

FLACH, P. Z., OZORIO, C. P., & MELO, A. S. Alpha and beta components of diversity of freshwater nematodes at different spatial scales in subtropical coastal lakes. **Fundamental and Applied Limnology/Archiv für Hydrobiologie**, **180**: 249-258. 2012.

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

GERLACH, S. A. Die Nematodenfauna Des Sandstrandes an Der Küste von Mittelbrasilien (Brasilianische Meeres-Nematoden IV). Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin. **Zoologisches Museum und Institut für Spezielle Zoologie (Berlin)**, **33**: 411-459. 1957.

GIERE, O. **Meiobenthology: the microscopic motile fauna of aquatic sediments**. Springer Science & Business Media. 2009.

GUERRA, G. A. **Os efeitos da ocupação urbana no extrativismo vegetal da Ilha de Cotijuba**. Belém: Editora Unama, 2007.

INGELS, J.; SANTOS, G.; HICKS, N.; VAZQUEZ, Y. V.; NERES, P. F.; PONTES, L. P.; AMORIM, M. N.; ROMÁN, S.; DU, Y.; STAHL, H.; WIDDICOMBE, S. & SOMERFIELD, P. J. Short-term CO₂ exposure and temperature rise effects on metazoan meiofauna and free-living nematodes in sandy and muddy sediments: Results from a flume experiment. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **502**: 211-226. 2018.

LAMBSHEAD, P. J. D. Recent development in marine benthic biodiversity research. **Oceanis**, **19**: 5-24. 1993.

LIMA, R. R. **A agricultura nas várzeas do estuário do Amazonas**. Embrapa Amazônia Oriental (*ALICE*). 1956.

LISBOA, L. K.; SILVA, A. L. L. D. & PETRUCIO, M. M. Aquatic invertebrate's distribution in a freshwater coastal lagoon of southern Brazil in relation to water and sediment characteristics. **Acta Limnologica Brasiliensia**, **23**: 119-127. 2011.

LUNENA, B. K. P. **Biodiversidade meiofaunística em ecossistemas aquáticos do Curimataú ocidental paraibano**. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais e Biotecnologia). Universidade Federal de Campina Grande, Cuité. 2015.

MARE, M. F. A study of marine benthic community with special reference to the microorganisms. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**. **25**: 517-554. 1942.

MASCARENHAS, B. M.; GUIMARÃES, D. G.; SANTA BRÍGIDA, M.; PINTO, C. S.; GOMES NETO, H. A. & PEREIRA, J. D. B. Estudo de anofelinos antropofílicos peridomiciliares da Praia da Saudade na Ilha de Cotijuba: uma área endêmica de malária em Belém, Pará. **Acta Amazonica**, **39**: 453-458. 2009.

MEIRA, J. R.; MOURA, F. R. & GARRAFFONI, A. R. S. Lotic meiofauna communities as bioindicators of aquatic pollution in the State Park, Minas Gerais State, Brazil. **Australian Journal of Basic Applied Sciences**, **7**: 991-1003. 2013.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M. & KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física em estuários**. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2002.

MOENS, T.; TRAUNSPURGER, W. & BERGTOLD, M. Feeding ecology of free-living benthic nematodes. In: EYUALEM-ABEBE.; ANDRÁSSY, I. & TRAUNSPURGER, W. (Eds.) **Freshwater nematodes: ecology and taxonomy**. CABI, 2006. Cap. 6, p. 105-131.

NETTO, S. A. & FONSECA, G. Regime shifts in coastal lagoons: Evidence from free-living marine nematodes. **PloS one**, **12**: e0172366. 2017.

OLIVEIRA, Z. B. **Influência da maré na estrutura das assembleias de Nematoda no estuário do Rio Coruripe-AL**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Pesca). Universidade Federal de Alagoas, Penedo. 2018.

PINTO-COELHO, R. M. & HAVENS, K. **Crise nas águas. Educação, ciência e governança, juntas, evitando conflitos gerados por escassez e perda da qualidade das águas**. 1. ed. Belo Horizonte: Recóleo, 2015.

PRESTES, Y, O. **Interações físicas entre o estuário do Rio Pará e a Plataforma Continental no Norte do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2016.

ROSÁRIO, R. P.; BORBA, T. A.; SANTOS, A. S. & ROLLNIC, M. Variability of Salinity in Pará River Estuary: 2D Analysis with Flexible Mesh Model. **Journal of Coastal Research**, **75**: 128-132. 2016.

SILVA, R. N. F. **Biodiversidade nematofaunística de três lagoas costeiras no estado do Rio Grande do Norte**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Campina Grande, Cuité. 2018.

SILVA, V. G. **Caracterização da comunidade meiofaunística com ênfase na nematofauna em ecossistemas aquáticos do Curimataú oriental paraibano**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Campina Grande, Cuité. 2018.

SILVA, V. M. A. P.; GROHMANN, P. A. & ESTEVES, A. M. Aspectos gerais do estudo da meiofauna de praias arenosas. **Oecologia Brasiliensis**, **3**: 67-92. 1997.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros, com especial ênfase sobre o ecossistema de manguezal. **Publicações do Instituto Oceanográfico de São Paulo** **7**: 1-16. 1989.

SOETAERT, K.; VINCX, M.; WITTOECK, J.; TULKENS, M. & VAN GANSBEKE, D. Spatial patterns of Westerschelde meiobenthos. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, **39**: 367-388. 1994.

SOMERFIELD, P. J.; GEE, J. M. & WARWICK, R. M. Soft sediment meiofaunal community structure in relation to a long-term heavy metal gradient in the Fal estuary system. **Marine Ecology Progress Series**, **105**: 9-88. 2005.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. Edgard Blucher, São Paulo, 1973.

SWAN, C. M. & PALMER, M. A. What drives small-scale spatial patterns in lotic meiofauna communities? **Freshwater Biology**, **44**: 109-121. 2000.

TRAUNSPURGER, W. Bathymetric, seasonal and vertical distribution of feeding-types of nematodes in an oligotrophic lake. **Vie Milieu** **47**: 1-7. 1997.

TRAUNSPURGER, W. The biology and ecology of lotic nematodes. **Freshwater Biology**, **44**: 29-45. 2000.

TRAUNSPURGER, W.; MICHIELS, I. C. & EYUALEM-ABEBE. Composition and Distribution of Free-living Freshwater Nematodes: Global and Local Perspectives. In: EYUALEM-ABEBE.; ANDRÁSSY, I. & TRAUNSPURGER, W. (Eds.). **Freshwater nematodes: ecology and taxonomy**. CABI, 2006. Cap.3, p. 46-76.

UNDERWOOD, A. J. **Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance**. Cambridge University Press, 1997.

VEENEKEY, V. Updates on information about free-living marine nematodes in Brazil: new records and comments on problems in taxonomic studies. **Zootaxa**, **4337**: 38-72. 2017.

VIGLIERCHIO, D. R. **The world of nematodes**. 1991.

WARWICK, R. M.; PLATT, H. M. & SOMERFIELD, P. J. Free-living marine nematodes. Part III: Monhysterids. Synopsis of the British fauna (New series). 53. Shrewsbury Field Studies Council. 1998.

YEATES, G.W.; BONGERS, T.; DE GOEDE, R. G. M.; FRECKMAN, D.W. & GEORGIEVA, S. S. Feeding habits in soil nematode families and genera - an outline for soil ecologists. **Journal of Nematology**, **25**: 315-331. 1993.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 4 ed. Prentice Hall, New Jersey. 1998.

ZULLINI, A. Identification Manual for Freshwater Nematode Genera. Università di Milano-Bicocca. 2010.

CAPÍTULO 1: EFEITO DO SEDIMENTO NA ESTRUTURAÇÃO DA MEIOFAUNA EM AMBIENTES AMAZÔNICOS DE ÁGUA DOCE SOB INFLUÊNCIA DE MESOMARÉ

Este capítulo foi elaborado de acordo com as normas do periódico *Freshwater Biology* disponível em anexo.

1 Efeito do sedimento na estruturação da meiofauna em ambientes amazônicos de água
2 doce sob influência de mesomaré

3 Tereza Beatriz Lima dos Santos^{1*}, Virag Venekey¹

4 ¹ Grupo de Estudos de Nematoda Aquáticos, Laboratório de Pesquisa em Monitoramento
5 Ambiental Marinho, Universidade Federal do Pará (Av. Augusto Corrêa, 01. Guamá -
6 Belém - PA, Brazil)

7 *Autor de correspondência: terezabeatrizlima@gmail.com

8 Palavras-chave: praias estuarinas, planícies de maré, distribuição vertical, estuário
9 amazônico, Nematoda

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26 Resumo

27 1. O presente estudo investigou a comunidade da meiofauna em duas praias arenosas
28 e duas planícies de maré lamosas em um estuário amazônico de água doce regido
29 por mesomaré, tendo como objetivo comparar a distribuição horizontal e vertical
30 desses organismos. 2. A densidade da meiofauna foi significativamente mais alta
31 nos ambientes lamosos, explicado pela maior disponibilidade de alimento nestes
32 ambientes. Se por um lado não houve diferença entre os estratos de ambos os
33 ambientes arenosos, sugerindo que os indivíduos devem ter migrado para estratos
34 mais profundos que 10 cm, por outro lado, nos ambientes lamosos as maiores
35 densidades e riquezas ocorreram nos estratos superiores devido a disponibilidade
36 de alimento e de oxigênio ser maior na camada superficial do sedimento,
37 diminuindo com a profundidade. 3. Os ambientes lamosos diferiram de ambas as
38 praias por apresentarem as maiores densidades e riquezas de gêneros de
39 Nematoda, o que pode ser explicado pelo alto enriquecimento por nutrientes
40 nestes ambientes. Não houve diferença significativa na densidade e na riqueza de
41 Nematoda entre as zonas de nenhum dos ambientes provavelmente devido à
42 pequena extensão do médiolitoral (<40m), que não favoreceu a alta variabilidade
43 espacial dos gêneros. 4. A densidade de Nematoda foi mais alta na profundidade
44 de 0-2 cm de ambos os ambientes lamosos, explicado pela disponibilidade de
45 oxigênio e alimento. 5. A alta abundância de gêneros comedores de depósito nos
46 ambientes lamosos indica alto enriquecimento orgânico, enquanto que nas praias
47 onde os fatores abióticos tendem a ser mais estruturadores do que a
48 disponibilidade de alimento, a distribuição dos tipos tróficos foi mais homogênea.

49

50

51

52

53

54

55

56 Introdução

57 Na região amazônica, o ecossistema estuarino representa um ambiente tropical
58 altamente complexo e peculiar, que apresenta diversos tipos de formações fisiográficas
59 como manguezais, longas planícies de maré, ilhas e praias estuarinas (El-Robrini et al.,
60 2006, Gregório & Mendes, 2009). Estas praias estuarinas estão situadas dentro de um
61 ecossistema fluvio-marinho dominado por manguezais, controlado por meso e
62 macromarés, ondas de energia moderada e fortes correntes de maré (Sousa et al., 2017).
63 Na região central da costa amazônica, estuários sob influência de rios de larga proporção,
64 como é o caso do estuário do Rio Pará, apresentam uma significativa redução na
65 salinidade (próxima a zero), devido à grande descarga de água doce que recebem,
66 especialmente durante o período chuvoso (Gregório & Mendes, 2009, Sousa et al., 2017).
67 Como resultado, esses estuários apresentam formações fisiográficas singulares, como as
68 praias estuarinas de água doce sujeitas a regimes de mesomarés semidiurnas (3,6 m de
69 amplitude) (El-Robrini et al., 2006).

70 Dentre os habitantes dos ecossistemas estuarinos estão os membros da meiofauna,
71 que consiste em um grupo de metazoários aquáticos, caracterizado pelo hábitat bentônico
72 e pela dimensão corporal que varia entre 0,044 a 0,5 mm (Mare, 1942). Em ambientes de
73 águas correntes como estuários, a complexa interação entre as propriedades das partículas
74 de sedimento e a hidrodinâmica local explicam os padrões de distribuição em pequenas e
75 grandes escalas e influenciam a abundância e diversidade de organismos
76 (Swan & Palmer, 2000; Traunspurger, 2000). O tipo de sedimento, assim como os
77 parâmetros a ele relacionados (tamanho e formato do grão, área de superfície, porosidade,
78 permeabilidade à água, etc.), são os fatores-chave que determinam as características do
79 hábitat intersticial, afetando portanto a disponibilidade de alimento para a fauna bentônica
80 (Ingels et al., 2018).

81 As comunidades bentônicas se distinguem umas das outras em diferentes tipos de
82 sedimento e apresentam maiores densidades em substrato lamoso, rico em matéria
83 orgânica, do que em substrato arenoso, pobre em matéria orgânica (Ingels et al., 2018).
84 Apesar da grande variedade de tipos de sedimento que servem de hábitat para o
85 meiobentos, há um perfil vertical predominante que mostra que os primeiros poucos
86 centímetros têm um maior suprimento de oxigênio e partículas alimentares e, portanto,
87 abrigam mais organismos meiofaunais do que as camadas mais profundas (Giere, 2009).
88 Esse padrão, entretanto, pode ser influenciado pelos ciclos de maré (Boaden & Platt,

89 1971; Steyaert, 2001). Em praias arenosas marinhas, durante a maré baixa, as condições
90 na superfície do sedimento (temperatura, salinidade e disponibilidade de água) são
91 desfavoráveis, logo, a meiofauna tende a migrar para as camadas inferiores na coluna de
92 sedimento (Giere, 2009). Quanto à distribuição horizontal da meiofauna, em ambientes
93 arenosos de praias marinhas frequentemente a maior abundância se encontra na zona
94 intermediária da região entremarés, enquanto que em sedimentos lamosos menos
95 expostos, a maior abundância e riqueza de espécies tendem a ocorrer mais próximo da
96 linha d'água (Giere, 2009). Entretanto, para praias estuarinas, particularmente aquelas
97 localizadas em regiões internas dos estuários, não se tem um padrão conhecido devido à
98 reduzida quantidade de estudos nestes ambientes.

99 Estudos ecológicos com Nematoda em ambientes de água doce são escassos e a
100 maior parte dos trabalhos foi realizada em ecossistemas lênticos (Eyuaem-Abebe et al.,
101 2006). Para ecossistemas lóticos, a composição quantitativa e os padrões de distribuição
102 temporal e espacial não são bem documentados (Traunspurger, 2000). Estudos sobre
103 Nematoda em rios baseiam-se em dados coletados em apenas alguns países com escassez
104 de dados para a América do Sul (Traunspurger et al., 2006) No Brasil, os poucos trabalhos
105 ecológicos que existem sobre meiofauna e Nematoda de água doce foram feitos em
106 ambientes estritamente de água doce como lagos, lagoas, córregos ou rios sem influência
107 de maré (Meira et al., 2013; Flach et al., 2012; Netto & Fonseca, 2017; Lisboa et al.,
108 2011; Ferreira et al., 2008). Nenhum desses, entretanto, avaliou o padrão de distribuição
109 vertical da meiofauna, sendo que apenas Netto & Fonseca (2017) identificaram os
110 Nematoda em nível de gênero. Para o estuário amazônico, os trabalhos taxonômicos de
111 Altherr (1972; 1977) e Gerlach (1957) são os únicos sobre Nematoda.

112 Considerando a peculiaridade de praias estuarinas na região amazônica, o presente
113 estudo investigou a comunidade da meiofauna (com ênfase em Nematoda) em duas praias
114 arenosas e duas planícies de maré lamosas em um estuário de água doce regido por
115 mesomaré, tendo como objetivo comparar a distribuição horizontal e vertical desses
116 organismos. As hipóteses foram de que (H1) a comunidade da meiofauna apresenta
117 maiores densidades nas áreas de planícies de maré com sedimento lamoso e maiores
118 riquezas nos ambientes com sedimento arenoso, que (H2) densidade e riqueza são maiores
119 nos estratos superiores dos sedimentos lamosos e nos estratos inferiores dos sedimentos
120 arenosos, e que (H3) esses indicadores biológicos são maiores no médiolitoral médio dos
121 ambientes arenosos e no médiolitoral inferior dos ambientes lamosos.

122 Material e Métodos

123 Área de estudo

124 O estudo foi realizado na Ilha de Cotijuba (1°14'S e 48°32'O), uma ilha estuarina
125 amazônica, parte de um conjunto de 39 ilhas que compõem a área insular do Município
126 de Belém (Guerra, 2007). A ilha faz parte do estuário do Rio Pará, região central da costa
127 amazônica, e está localizada geograficamente entre o arquipélago do Marajó e as ilhas de
128 Jutuba e Paquetá, sendo limitada pela Baía do Marajó à oeste, pelo Furo do Mamão a
129 leste, pela Ilha de Tatuoca ao norte e pelo Canal de Cotijuba ao sul (Bello & Hüffner,
130 2012). A ilha ocupa uma área de aproximadamente 16 km² e possui 12 praias de água
131 doce, voltadas para a Baía do Marajó, que formam uma costa com 20 km de extensão
132 (Mascarenhas et al., 2009). As correntes fluviais e de marés são as principais responsáveis
133 pelos processos de sedimentação no estuário do Rio Pará, dando origem a regiões onde o
134 leito do rio é formado por bancos de areia ou por depósitos de lama compacta ou fluida
135 (Gregório & Mendes, 2009). Nas ilhas e margens de rios que compõem o estuário
136 amazônico é comum a existência de áreas planas, sujeitas a inundações diárias pela
137 variação da maré, e constituídas por sedimentos argilosos e siltosos, denominadas de
138 áreas de várzea (El-Robrini et al, 2006). Uma parte das margens sul e sudeste da Ilha de
139 Cotijuba, apresenta solo e vegetação típicos dessas áreas, sendo o solo
140 predominantemente lamoso.

141 No estuário do Rio Pará a maré diminui em direção à montante, variando de
142 macromaré na região costeira a micromaré na sua porção interna (Rosário et al., 2016).
143 A Ilha de Cotijuba está localizada em uma região regida por regime de mesomaré
144 (amplitude 2-4 m) com predominância de variações semidiurnais. O clima na região é
145 tropical chuvoso quente e super-úmido, com período chuvoso de dezembro a junho e um
146 período de seco de julho a novembro (Mascarenhas et al., 2009). O aporte sazonal na
147 descarga da água da chuva gera um período de maior descarga, nos meses de janeiro a
148 maio, e um período de baixa descarga, nos meses de agosto a novembro (ANA, 2019).
149 Não existe salinidade no período de alta descarga na região do estuário onde a Ilha de
150 Cotijuba está situada (condição de água doce) e no período de baixa descarga a salinidade
151 nessa região pode alcançar, no máximo, 4 PSU (Unidade Prática de Salinidade) (Rosário
152 et al., 2016).

153 Para o presente estudo foram selecionados quatro ambientes na Ilha de Cotijuba,
154 com distintas características sedimentológicas: Praia do Amor – Arenoso A (1°15'50''S

155 e 48°33'54''O), Praia do Farol – Arenoso B (1°16'4''S e 48°33'46''O) e duas planícies
156 de maré lamosas situadas paralelamente a essas praias, denominadas de Lamoso A
157 (1°15'49''S e 48°33'17''O) e Lamoso B (1°16'07''S e 48°33'24''O) (Figura 1). As praias
158 do Farol e do Amor estão localizadas na região sul da ilha e são voltadas para a Baía do
159 Marajó. Essas praias apresentam sedimento arenoso, sendo que a Praia do Amor apresenta
160 também afloramentos rochosos. As planícies de maré com sedimento lamoso também
161 estão localizadas na região sul, porém no lado oposto da ilha, na margem voltada para o
162 Furo do Mamão.

163 Coleta e processamento das amostras

164 As coletas foram realizadas em julho de 2018, em salinidade zero, isto é condição
165 de água doce. Em cada um dos ambientes foi demarcado um transecto perpendicular à
166 linha da maré alta de sizígia e três pontos de coleta foram estabelecidos ao longo deste
167 transecto, correspondendo ao médiolitoral superior (P1), médiolitoral médio (P2) e
168 médiolitoral inferior (P3). Para as coletas de amostras de meiofauna e de sedimento foi
169 utilizado um desenho amostral estratificado em 0-2, 2-4, 4-6, 6-8 e 8-10cm. Com um
170 corer de 3cm de diâmetro, foram retiradas três amostras de meiofauna e uma amostra de
171 sedimento para cada estrato em cada um dos pontos do médiolitoral (totalizando 45
172 amostras bióticas e 15 amostras sedimentológicas em cada um dos ambientes). As
173 amostras foram armazenadas em frascos plásticos, sendo as amostras biológicas fixadas
174 com formaldeído a 4%. A temperatura do sedimento, em cada estrato, foi aferida com um
175 termômetro de solo com bulbo.

176 As amostras de meiofauna foram peneiradas através de malhas de 500 μ m e 45 μ m
177 e extraídas através da técnica de flotação com sílica coloidal de densidade igual a
178 1,18g/cm³ (Sommerfield et al., 2005). Posteriormente a meiofauna foi novamente
179 armazenada em frascos plásticos contendo formaldeído a 4% e corada com Rosa de
180 Bengala. Todos os animais presentes em cada amostra de meiofauna foram contabilizados
181 e classificados em nível de grandes grupos zoológicos segundo Giere (2009). Foram
182 retirados 50 Nematoda de cada uma das amostras (quando possível) e colocados em
183 cadinhos para passarem pelo processo de diafanização (De Grisse, 1969). Posteriormente
184 os animais foram colocados em lâminas permanentes (Sommerfield et al., 2005) e
185 identificados em nível de gênero com base nas chaves pictóricas de Warwick et al. (1998)
186 e Zullini (2010), além da bibliografia disponível no *website* Nemys (Bezerra et al., 2019).
187 Por ser um atributo funcional das assembleias de Nematoda, os animais foram agrupados

188 de acordo com a classificação proposta por Traunspurger (1997) para estudos de água
189 doce: 1- Comedores de depósito: geralmente sem dentes e alimentam-se de bactérias e
190 eucariotos unicelulares que são engolidos inteiros; 2- Raspadores: possuem um pequeno
191 dente e alimentam-se de bactérias, eucariotos unicelulares e microalgas; 3- Mastigadores:
192 geralmente apresentam uma cavidade bucal volumosa e esclerotizada, com um ou mais
193 dentes e dentículos; e 4- Sugadores: possuem um estilete e são onívoros. A granulometria
194 do sedimento foi feita por peneiramento dos grossos e pipetagem dos finos (Suguio,
195 1973).

196 Análise de dados

197 Para cada amostra foi calculada a densidade (ind./10 cm²) e a riqueza da meiofauna
198 (número de grandes grupos) e a densidade (ind./10 cm²) e riqueza (número de gêneros de
199 Nematoda) da nematofauna. O teste de Cochran foi utilizado para verificar a
200 homogeneidade das variâncias e quando necessário, os dados foram transformados em
201 log (x + 1). Para analisar as diferenças entre a densidade e a riqueza da meiofauna, assim
202 como as de Nematoda, entre os ambientes (Arenoso A, Arenoso B, Lamoso A e Lamoso
203 B), as zonas entremarés (P1, P2 e P3) e os estratos do sedimento (0-2, 2-4, 4-6, 6-8 e 8-
204 10 cm) foi utilizada a análise de variância (ANOVA fatorial). O teste de Tukey *a*
205 *posteriori* foi utilizado sempre que registradas diferenças significativas.

206 Para descrever e comparar a estrutura da comunidade da meiofauna e das
207 associações da nematofauna foram utilizadas análises de variância multivariada
208 permutacional (PERMANOVA) baseada em uma matriz de similaridade, após dados
209 transformados em log (x+1), calculada utilizando-se o índice de similaridade de Bray-
210 Curtis. O teste de Tukey *a posteriori* foi realizado quando detectadas diferenças
211 significativas. A representação da comunidade de meiofauna e das associações de
212 Nematoda foi visualizada através das figuras de Ordenação Não-Métrica
213 Multidimensional (nMDS) e as contribuições de cada táxon para a dissimilaridade entre
214 ambientes, zonas e estratos de coleta foram analisadas utilizando-se a porcentagem de
215 similaridade (SIMPER). Os dados abióticos (grau de seleção, tamanho médio do grão,
216 proporções de areia, argila e silte e temperatura) foram transformados (log x+1) e
217 normalizados para homogeneizar as variâncias. Correlações entre as variáveis bióticas e
218 abióticas foram feitas através da rotina BIO-ENV (*Biota-Environment Matching*) afim de
219 verificar quais parâmetros ambientais melhor explicam os padrões observados na
220 estrutura da comunidade da meiofauna e das associações de Nematoda. Foi utilizado o

221 nível de significância de 0,05 para todas as análises. Para os testes estatísticos foram
222 usados os programas STATISTICA 8, PRIMER 6.1.13 e PERMANOVA+ 1.0.3
223 (Anderson et al., 2008) e para o processamento dos dados granulométricos foi utilizado o
224 SYSGRAN 3.0.

225 Resultados

226 Caracterização ambiental

227 A temperatura do sedimento variou de 30,9 °C a 36 °C em Arenoso A, de 30,5 °C a
228 34,9 °C em Arenoso B, de 26,7 °C a 29,7 °C em Lamoso A e de 27,3 °C a 29,2 °C em
229 Lamoso B. Esta variável apresentou um padrão diferenciado entre os estratos dos
230 diferentes tipos de ambiente. Nas praias houve uma diminuição sutil da temperatura dos
231 estratos superiores para os inferiores, já nas planícies de maré o padrão foi inverso,
232 havendo um aumento de temperatura dos estratos superiores para os inferiores (Tabela
233 1).

234 Arenoso A e Arenoso B foram caracterizados por areia média em todos os estratos
235 de P1 e por areia grossa em todos os estratos de P2 e P3 (com exceção dos estratos 0-2 e
236 8-10 de P2 do Arenoso B, em que a areia média foi predominante). A maioria dos estratos
237 das zonas de Lamoso A foram caracterizados por argila, e em Lamoso B a composição
238 do sedimento foi bastante heterogênea entre os estratos, com predomínio de areia fina (4-
239 6 cm de P1 e 4-6 e 8-10 cm de P2), areia muito fina (0-2 e 2-4 cm de P1, 0-2, 2-4 e 6-8
240 de P2 e 4-6 a 8-10 cm de P3), silte grosso (0-2 e 2-4 cm de P3) ou argila (6-8 e 8-10 cm
241 de P1). O sedimento foi do tipo moderadamente selecionado em todos os estratos de todas
242 as zonas das duas praias. Em Lamoso A o sedimento foi predominantemente do tipo muito
243 pobremente selecionado, com poucas exceções onde foi pobremente selecionado (0-2, 2-
244 4 e 8-10 cm de P2 e 0-2 e 2-4 cm de P3). Em Lamoso B o sedimento foi
245 predominantemente do tipo pobremente selecionado, com algumas exceções onde foi
246 muito pobremente selecionado (4-6, 6-8 e 8-10 cm de P1 e 8-10 cm de P3) (Tabela 1).

247 Comunidade da meiofauna

248 Os 13 grupos meiofaunais encontrados foram Nematoda, Copepoda, Oligochaeta,
249 Tardigrada, Acari, Rotifera, Turbellaria, Polychaeta, Cladocera, Gastropoda, Larvas de
250 Insecta, Nauplius e Psocoptera. Turbellaria esteve presente apenas nos ambientes

251 arenosos enquanto que Gastropoda e Cladocera apenas nos lamosos. Copepoda foi
252 numericamente mais abundante tanto em Arenoso A quanto em Arenoso B (24% e 34%,
253 respectivamente), sendo seguido por Nematoda (23%) e Acari (23%) em Arenoso A e por
254 Oligochaeta (28%) e Nematoda (20%) em Arenoso B. Nematoda apresentou participação
255 relativa superior a 90%, tanto em Lamoso A quanto em Lamoso B.

256 Lamoso A foi o ambiente mais denso, seguido por Lamoso B. Arenoso A e Arenoso
257 B apresentaram baixas densidades de meiofauna. Em termos de riqueza, Arenoso A e
258 Lamoso A foram iguais e mais ricos do que Arenoso B e Lamoso B. A densidade e a
259 riqueza da meiofauna variaram significativamente entre os ambientes, zonas e estratos
260 (exceto entre zonas para densidade). Houve também diferença significativa na densidade
261 e riqueza considerando as interações entre os fatores (exceto para zona x estrato para
262 densidade e ambiente x zona x estrato para ambos os descritores) (Tabela 2).

263 A densidade média total da meiofauna foi mais alta em Lamoso A (165,38
264 ind./10cm²) e menor em Arenoso B (3,36 ind./10cm²) (Figura 2). Nas zonas entremarés
265 de Arenoso A e Arenoso B, a densidade foi mais alta em P3 (10,37 e 6,41 ind./10cm²,
266 respectivamente), decrescendo em P2 e aumentando novamente em P1. Em Lamoso A o
267 padrão inverso foi observado, sendo a densidade mais alta em P2 (188,06 ind./10cm²) e
268 decrescendo em direção aos extremos do entremarés. Em Lamoso B a densidade foi mais
269 alta em P3 (90,49 ind./10cm²) e diminuiu gradativamente em direção a P2 e P1. Os
270 valores, entretanto, não refletiram em diferença significativa entre as zonas em nenhum
271 dos ambientes. Nos ambientes arenosos a densidade média da meiofauna não apresentou
272 um padrão bem estabelecido em relação à sua distribuição ao longo da coluna de
273 sedimento. Em Arenoso A e Arenoso B as maiores densidades foram observadas nos
274 estratos mais inferiores 6-8 (14,62 ind./10cm²) e 8-10 cm (16,52 ind./10cm²) de P3,
275 respectivamente (Figura 3). Por outro lado, em Lamoso A e Lamoso B a densidade média
276 da meiofauna foi mais alta no estrato superior 0-2 cm (888,88 em P2 e 421,79 ind/10cm²
277 em P3, respectivamente) e decresceu gradualmente em direção ao estrato inferior 8-10
278 cm (Figura 3). Nas praias não houve diferença significativa da densidade entre os estratos
279 nas diversas zonas. Nos lamosos a densidade da meiofauna foi significativamente maior
280 no estrato superior 0-2 cm em todas as zonas (exceto em P3, onde 0-2 não diferiu de 2-4
281 cm).

282 Arenoso A e Lamoso A tiveram riquezas significativamente maiores comparadas a
283 Arenoso B e Lamoso B (Figura 2). Ao longo das zonas entremarés, em Arenoso A e
284 Arenoso B a riqueza média teve seu pico em P3 (3,2 e 1,8 grupos, respectivamente),

285 diminuindo em direção a P2 e aumentando novamente em P1. Em Lamoso A e Lamoso
286 B, o número médio de táxons foi maior em P2 (2,73 e 2 grupos, respectivamente),
287 decrescendo em direção aos extremos do entremarés P1 e P3. Entretanto, apenas Arenoso
288 B apresentou diferença significativa comparando zonas em termos de número de táxons.
289 Nos ambientes arenosos a riqueza da meiofauna não apresentou um padrão bem
290 estabelecido em relação à sua distribuição ao longo dos estratos do sedimento, sendo mais
291 alta no estrato 6-8 cm (P3) de Arenoso A e em 0-2 cm (P3) de Arenoso B (4 e 2,66 grupos,
292 respectivamente). Em Lamoso A e Lamoso B, a riqueza média apresentou um padrão na
293 distribuição ao longo da coluna do sedimento, sendo mais alta no estrato superior 0-2 cm
294 de P2 e P1, respectivamente (com 5,33 grupos em ambos) e decrescendo gradativamente
295 à medida que aumentou a profundidade (Figura 4). Apenas o Lamoso B apresentou
296 diferença significativa na riqueza entre estratos, sendo mais alta no estrato superior de 0-
297 2 cm em relação aos estratos inferiores.

298 Em Arenoso A, a participação relativa de cada grupo ao longo dos estratos foi
299 bastante heterogênea em P1 e P3, enquanto que Copepoda foi dominante em P2 em todos
300 os estratos. Nematoda foi o grupo dominante em vários estratos do Arenoso B (0-2 e 8-
301 10 cm de P1, 2-4 e 6-8 cm de P2 e 0-2 e 4-6 cm de P3), Copepoda dominou o estrato de
302 8-10 cm de P2 e P3, e Oligochaeta dominou apenas um estrato (6-8 cm de P3). Nos
303 ambientes lamosos, Nematoda foi o grupo numericamente dominante em todas as zonas
304 e estratos (exceto no estrato de 6-8 cm de P3 de ambos os locais lamosos) (Figura 5).

305 A estrutura da comunidade da meiofauna diferiu entre ambientes, zonas e estratos
306 e na interação entre eles (exceto na interação ambiente x zona x estrato) (Tabela 3). Houve
307 distinção nos agrupamentos das amostras dos ambientes lamosos em relação aos
308 arenosos. Quando considerados apenas os arenosos, não houve um claro agrupamento das
309 amostras das zonas e nem dos estratos. Para os lamosos, não houve um claro agrupamento
310 das amostras das zonas, entretanto, as amostras dos estratos de 0-2 e de 2-4 cm
311 agruparam-se separadamente entre si e ambas separaram-se das amostras dos demais
312 estratos (Figura 6). A maior dissimilaridade entre a comunidade ocorreu entre Arenoso B
313 e Lamoso B (87,52%), sendo Nematoda (48,82%), Copepoda (15,56%) e Oligochaeta
314 (10,16%) os grupos que mais contribuíram para a diferença. Entre zonas, a maior
315 dissimilaridade ocorreu entre o médiolitoral superior (P1) e o médiolitoral médio (P2)
316 (78,87%) devido à contribuição de Nematoda (43,64%), Copepoda (20,31%) e Acari
317 (17,80%). A maior dissimilaridade entre a comunidade, em relação aos estratos do
318 sedimento, ocorreu entre 4-6 e 8-10 cm (80,85%). Novamente, Nematoda (39,42%),

319 Copepoda (22, 31%) e Acari (21,05%) foram os grupos que mais contribuíram para a
320 dissimilaridade entre os estratos. A temperatura, o grau de seleção e as porcentagens de
321 cascalho, areia e silte foram as variáveis ambientais que melhor explicaram os padrões da
322 estrutura da comunidade da meiofauna ($r_s= 0,969$).

323 Associação de Nematoda

324 A associação de Nematoda esteve composta por 36 gêneros, pertencendo a 2
325 classes, 9 ordens e 22 famílias, das quais Xyalidae apresentou a maior riqueza, com seis
326 gêneros (Material Suplementar). Dez gêneros foram exclusivos dos ambientes arenosos e
327 19 gêneros foram exclusivos dos ambientes lamosos (Material suplementar).
328 *Oncholaimellus*, *Theristus*, *Daptonema* e *Prismatolaimus* foram gêneros comuns aos
329 quatro ambientes. Quatro gêneros corresponderam a 69% da densidade total da
330 Nematofauna: *Zygonemella* (35%, família Xyalidae), *Theristus* (15%, família Xyalidae),
331 *Halalaimus* (10%, família Oxystominidae) e *Anonchus* (9%, família Aphanolaimidae).
332 *Oncholaimellus* foi o gênero mais abundante em ambos os ambientes arenosos (24% em
333 Arenoso A e 20% em Arenoso B) e *Zygonemella* em ambos os lamosos (41% em Lamoso
334 A e 28% em Lamoso B).

335 Lamoso A foi o ambiente mais denso e mais rico, seguido por Lamoso B, cuja
336 densidade e riqueza foram menores do que em Lamoso A, porém maiores do que das
337 praias. Arenoso A e Arenoso B apresentaram baixa densidade e riqueza de gêneros de
338 Nematoda. A densidade e a riqueza de Nematoda apresentaram diferenças significativas
339 entre ambientes e estratos, porém não entre zonas. Para ambos os descritores,
340 considerando interação entre fatores, ambiente x estrato foi a única interação que
341 apresentou diferença significativa (Tabela 2).

342 A densidade média total da nematofauna variou de 0,62 em Arenoso B a 156, 32
343 ind./10cm² em Lamoso A, sendo significativamente mais alta nos lamosos (Figura 2). Nas
344 zonas entremarés de cada um dos ambientes, a densidade média em Arenoso A e em
345 Lamoso B foi mais alta em P3 (2,73 e 18, 49 ind./10cm², respectivamente), decrescendo
346 em P2 e aumentando novamente em P1. Em Arenoso B e em Lamoso A, P1 foi a zona
347 que apresentou a densidade média mais alta (0,94 e 26,61 ind./10cm², respectivamente),
348 que diminuiu em P2 e elevou-se novamente em P3. Entretanto, tais diferenças não foram
349 significativas em nenhum dos ambientes. Nos ambientes arenosos a densidade de
350 Nematoda não apresentou um padrão bem estabelecido em relação à sua distribuição ao
351 longo dos estratos do sedimento. Arenoso A apresentou a densidade máxima em 2-4 cm

352 de P3 e Arenoso B em 8-10 cm de P1 (5,18 e 3,30 ind./10cm², respectivamente) (Figura
353 7). Por outro lado, em Lamoso A e Lamoso B a densidade foi mais alta no estrato 0-2 cm
354 de P2 (840,29 ind./10cm²) e de P3 (389,24 ind./10cm²), respectivamente, decrescendo
355 gradativamente com o aumento da profundidade do sedimento (Figura 7). A diferença na
356 densidade de Nematoda entre os estratos de cada zona foi significativa apenas nos
357 ambientes lamosos, sendo mais alta nos estratos 0-2 cm de todas as zonas em ambos os
358 lamosos (exceto em P3 de Lamoso B, em que 0-2 e 2-4 cm não diferiram).

359 A riqueza média de gêneros foi maior em Lamoso A (4,04 gêneros) e menor no
360 ambiente Arenoso B (0,28 gêneros) (Figura 2). Tanto em Arenoso A quanto em Lamoso
361 A e Lamoso B a maior riqueza foi observada em P3 (1,2; 4,53 e 4 gêneros,
362 respectivamente), decrescendo em direção a P2 e elevando-se novamente em P1. Um
363 padrão diferente foi observado entre as zonas de Arenoso B, onde a riqueza média foi
364 máxima em P1 (0,4 gêneros), diminuindo em P2 e elevando-se novamente em P3. As
365 diferenças entre zonas, contudo, não foram significativas. Nos ambientes arenosos a
366 riqueza média de gêneros não apresentou um padrão vertical bem estabelecido, sendo
367 máxima em 2-4 cm de P3 no Arenoso A e em 8-10 cm de P1 no Arenoso B (2,33 e 1,33
368 gêneros, respectivamente) (Figura 8). Por outro lado, Lamoso A e Lamoso B
369 apresentaram a maior riqueza média no estrato superior 0-2 cm de P3 (10 e 10,66 gêneros,
370 respectivamente), que, no geral, decresceu gradativamente com o aumento da
371 profundidade do sedimento (Figura 8). Apenas os ambientes lamosos apresentaram
372 diferença significativa entre os estratos, sendo a riqueza significativamente maior no
373 estrato 0-2 cm em relação aos demais, com poucas exceções.

374 Nenhum gênero foi predominantemente dominante ao longo dos estratos das
375 zonas dos diversos ambientes, com exceção de Lamoso A, onde *Zygonemella* dominou a
376 maioria dos estratos em todas as zonas (Figura 9). A associação de Nematoda esteve
377 composta predominantemente por gêneros detritívoros (75%), sendo *Zygonemella* o
378 principal deles, seguidos por raspadores (22%), mastigadores (2,5%) e sugadores (0,5%).
379 Nos ambientes arenosos, detritívoros, raspadores, predadores e sugadores tiveram
380 participação relativa similar, não havendo na maior parte dos estratos um grupo trófico
381 que predominasse. Por outro lado, nos ambientes lamosos, os detritívoros foram o grupo
382 trófico dominante na maior parte dos estratos. Apenas em Lamoso B, os raspadores
383 também apresentaram participação relativa expressiva em alguns estratos (Figura 10).

384 A estrutura das associações de Nematoda variou entre os ambientes, as zonas e os
385 estratos, assim como na interação entre eles (Tabela 3). As amostras de Lamoso A

386 agrupam-se separadamente das amostras de Lamoso B e ambas mostram-se separadas das
387 amostras dos ambientes arenosos que, por sua vez, não apresentam agrupamentos
388 separados (Figura 11). Nos arenosos não houve um claro agrupamento das amostras das
389 zonas e nem dos estratos. Para os ambientes lamosos, de forma semelhante, não houve
390 claro agrupamento das amostras das zonas entremarés. Por outro lado, as amostras dos
391 estratos de 0-2 e de 2-4 cm mostraram um claro agrupamento, enquanto que os demais
392 estratos não apresentam clara distinção (Figura 11).

393 A maior dissimilaridade dentro da associação de Nematoda, assim como foi para
394 a comunidade da meiofauna, ocorreu entre Arenoso B e Lamoso B (99,44%).
395 *Monhystrella* (16,91%), *Zygonemella* (15,66%) e *Theristus* (8,26%) foram os gêneros que
396 mais contribuíram para a dissimilaridade entre ambientes. Entre as zonas, a maior
397 dissimilaridade para as associações de Nematoda ocorreu entre o médiolitoral superior
398 (P1) e médiolitoral inferior (P3) (94,5%), sendo *Zygonemella* (19,69%), *Theristus*
399 (11,68%) e *Halalaimus* (7,61%) os gêneros que mais contribuíram para tal resultado.
400 Quanto à distribuição vertical, a maior dissimilaridade ocorreu entre os estratos 0-2 e 6-8
401 cm (96,71%). *Zygonemella* (17,34%), *Theristus* (10,29%) e *Oncholaimellus* (9,19%)
402 foram os gêneros que mais contribuíram para essa diferença. A temperatura, o grau de
403 seleção e as porcentagens de cascalho, areia e silte foram as variáveis ambientais que
404 melhor explicaram os padrões na estrutura das associações de Nematoda ($r_s = 0,969$).

405 Discussão

406 Fatores ambientais

407 Nas praias estudadas o sedimento foi do tipo moderadamente selecionado, com
408 predominância de areia grossa ou areia média, enquanto as planícies de maré foram
409 caracterizadas por sedimento pobremente ou muito pobremente selecionado, com
410 predominância de argila, silte, areia fina ou areia muito fina (estes dois últimos apenas
411 em Lamoso B). É possível relacionar tais parâmetros sedimentológicos à hidrodinâmica
412 a qual estes ambientes estão sujeitos, pois em estuários, o sedimento costuma variar de
413 arenoso, em áreas sujeitas a alta energia, a lamoso, em áreas de baixa energia (Schubel &
414 Carter, 1984; Wei et al., 2007). Em adição, Pejrup (1988) mostra que a hidrodinâmica em
415 estuários é a responsável pela deposição de areia em regiões mais expostas e de silte em
416 regiões mais abrigadas.

417 Os resultados da granulometria das praias e das planícies de maré assemelham-se
418 aos resultados de Sutherland et al. (2018) que estudaram diversas regiões de um estuário.
419 Estes autores verificaram que a alta velocidade do fluxo foi responsável pela deposição e
420 manutenção de um fundo composto por sedimento bem selecionado e dominado por areia,
421 enquanto que um fluxo mais lento foi responsável pela deposição de sedimento muito
422 pobremente selecionado, composto predominantemente por argila e silte. Isso ocorre
423 porque sedimentos caracterizados por areia bem selecionada se desenvolvem a partir da
424 exposição a condições de alta velocidade nas quais sedimentos finos são transportados
425 para ambientes mais calmos (Sutherland et al., 2018). Considerando a Ilha de Cotijuba,
426 os lados leste e oeste da ilha são contrastantes em termos de hidrodinâmica, uma vez que
427 a costa oeste é uma região mais exposta, banhada pela baía do Marajó, e a margem leste
428 é mais abrigada, sendo banhada por um estreito canal cujo leito está localizado entre
429 Cotijuba e outras duas ilhas situadas em frente a margem leste (Ilha de Paquetá e Jutuba).
430 Tais conformações levam à formação de fisiografias diferentes em ambos os lados da
431 ilha, sendo a costa oeste composta por praias arenosas sujeitas a uma alta energia
432 hidrodinâmica e a parte da margem leste composta por planícies lamosas sujeitas a uma
433 baixa energia hidrodinâmica.

434 Apesar de as praias estudadas inicialmente parecerem ser diferentes uma da outra,
435 devido à presença de afloramentos rochosos em Arenoso A, estas foram bastante
436 semelhantes em relação à granulometria (composição e grau de seleção dos grãos). Por
437 outro lado, as planícies de maré apresentaram uma maior diferenciação na composição
438 dos grãos, sendo Lamoso A uma planície de fato lamosa e Lamoso B uma planície areno-
439 lamosa.

440

441 Meiofauna

442 Enquanto Nematoda foi o grupo dominante nos ambientes lamosos, Copepoda foi
443 o grupo mais abundante em ambas as praias. Esse era o padrão esperado, uma vez que
444 diversos estudos têm mostrado a dominância de Nematoda em estuários ou praias
445 caracterizados por sedimento fino (Ansari-Parulekar, 1993; Gomes & Rosa Filho, 2009;
446 Baía & Venekey, 2019), enquanto que os Copepoda (na forma adulta ou larval) são
447 organismos mais comuns em ambientes caracterizados por sedimento grosseiro, como
448 praias reflectivas com alta energia hidrodinâmica (McLachlan, 1977; Martins et al, 2015).
449 Esse padrão ocorre devido à alta concentração de oxigênio em sedimentos com grãos mais

450 grosseiros, o que é uma condição ótima para os Copepoda, que são organismos altamente
451 sensíveis à depleção intersticial do oxigênio (Mclachlan & Brown, 2006; Armenteros et
452 al., 2008). Em adição, Du et al. (2018), sugerem que sedimentos que sofrem erosão mais
453 facilmente, como os arenosos, favorecem a alta abundância de Copepoda, pois facilitam
454 o movimento destes crustáceos na interface sedimento-água. Por outro lado, Nematoda
455 está mais associado a substratos lamosos por responder positivamente a sedimentos mais
456 finos e organicamente enriquecidos (Leduc & Probert, 2011). Além disso, Noguera &
457 Hendrickx (1997) observaram um decréscimo na densidade de Copepoda em ambientes
458 influenciados por manguezais, enquanto os Nematoda apresentaram um aumento de
459 densidade nestes ambientes, como observado no presente estudo.

460 Mesmo no ambiente com a maior densidade, a meiofauna foi menos abundante no
461 presente estudo do que o padrão observado em outros estuários tropicais (Ansari &
462 Parulekar, 1993; Dupuy et al., 2015; Baia & Venekey, 2019). Tais estudos, contudo,
463 foram realizados em estuários com ampla variação de salinidade e, por isso, diferem dos
464 padrões encontrados no estuário estudado que é caracterizado pela predominância de água
465 doce, especialmente no período do ano em que ocorreu a coleta. A menor densidade da
466 meiofauna em água doce quando comparado a ambiente marinho é conhecido, este
467 descritor tende a decrescer da direção da água do mar para a água doce (Coull, 1988).
468 Entretanto, mesmo em comparação com estudos de meiofauna em ambientes lóticos
469 (Palmer, 1990; Beier & Traunspurger, 2003; Radwell & Brown, 2007), os valores de
470 densidade registrados no presente estudo são considerados baixos, o que pode estar
471 relacionado ao fato de que os ambientes estudados na Ilha de Cotijuba são bastante
472 diferentes dos demais ambientes lóticos estudados devido à influência das marés. Essa
473 influência causa mudanças periódicas em diversos fatores (temperatura, ação das ondas,
474 correntes, entrada de matéria orgânica, percolação da água intersticial, intensidade da luz,
475 compactação do sedimento, etc.) e torna o ambiente instável para os organismos
476 bentônicos (Steyaert et al., 2001), contribuindo provavelmente para as baixas densidades
477 encontradas.

478 Considerando os diferentes ambientes estudados, como esperado, a densidade da
479 meiofauna foi significativamente mais alta nos ambientes lamosos comparado aos
480 arenosos. A correlação positiva entre a quantidade de matéria orgânica e de silte é bem
481 estabelecida (Dankers & Beukema, 1983), e estudos em estuários tropicais mostram que
482 esses ambientes são mais ricos em matéria orgânica do que planícies arenosas ou praias
483 (Schrijvers et al., 1995; Dittmann, 2000). Por isso, acredita-se que as altas densidades da

484 meiofauna nos sedimentos lamosos encontrados aqui estejam relacionadas à maior
485 disponibilidade de alimento nestes ambientes. Noguera & Hendrickx (1997) relataram
486 altas densidades da meiofauna em estações ricas em nitrogênio e carbono, caracterizadas
487 por substratos lamosos e correntes de maré de baixa velocidade; por outro lado, menores
488 densidades foram encontradas nas estações caracterizadas por substrato arenoso e com
489 baixo conteúdo de carbono e nitrogênio. Com base nisso, os ambientes lamosos estudados
490 na Ilha de Cotijuba podem ser considerados ambientes de baixa energia, sujeitos a
491 correntes de maré de baixa velocidade, pois estão localizadas em uma margem abrigada,
492 protegidos de maior hidrodinâmica pelas duas ilhas localizadas na frente (Paquetá e
493 Jutuba).

494 De forma geral, a densidade e a riqueza da meiofauna não diferiu
495 significativamente entre as zonas dos ambientes estudados (apenas a riqueza entre as
496 zonas de Arenoso B). A falta de uma clara separação ambiental relacionada às zonas
497 entremarés pode ser devido à extensão do médiolitoral que é relativamente pequeno em
498 todos os ambientes (medindo entre 18 e 35 metros segundo observação pessoal *in loco*).
499 Da mesma forma, não houve diferença significativa na densidade da meiofauna entre os
500 estratos de ambas as praias estudadas. Martins et al. (2015) estudando praias reflectivas
501 com características sedimentológicas bastante semelhantes às das praias de Cotijuba
502 (predominância de areia grossa ou média moderadamente selecionada), observaram que
503 as maiores densidades ocorreram em profundidades intermediárias de 10 a 30 cm,
504 enquanto que nos primeiros 10 centímetros de profundidade as densidades foram mais
505 baixas. Esses resultados explicam as baixas densidades e a ausência de um padrão na
506 distribuição vertical da meiofauna nas praias estudadas em Cotijuba, uma vez que as
507 coletas foram feitas apenas nos primeiros dez centímetros do sedimento. Isto sugere que
508 os indivíduos devem ter migrado para estratos mais profundos, a fim de evitar a
509 ressuspensão que ocorre nos estratos superiores pela energia das ondas (Martins et al.,
510 2015).

511 Diferentemente, nos ambientes lamosos as maiores densidades ocorreram nos
512 estratos superiores. Esse mesmo padrão foi observado em diversos estudos de meiofauna
513 em planícies de maré com sedimento lamosos, seja em ambientes marinhos, estuarinos
514 (Armenteros et al., 2007) ou de água doce (Reinicke, 2000). Em planícies de maré de
515 água doce as condições ambientais assemelham-se às planícies lamosas marinhas ao
516 menos em termos de composição de tamanho do grão, temperatura e disponibilidade de

517 oxigênio (Reinicke, 2000). Tais estudos associam essa tendência de decréscimo na
518 densidade da meiofauna dos estratos superiores para os inferiores ao elevado gradiente
519 vertical nas propriedades físicas e químicas do sedimento. Em sedimentos finos, a
520 penetração do oxigênio é limitada aos primeiros poucos centímetros do sedimento (0-2
521 cm) e com o aumento da profundidade, aumenta também a concentração de sulfeto de
522 hidrogênio (H₂S), um gás que causa efeitos deletérios na fauna (Armenteros et al., 2007).
523 A presença desse gás torna-se evidente por causar o escurecimento do sedimento, fato
524 que foi observado *in loco* nas amostras de sedimento dos estratos mais profundos (4-6 cm
525 a 8-10 cm) das planícies de maré estudadas. Outra possível razão que explica o padrão
526 vertical de distribuição da meiofauna é que a disponibilidade de alimento (quantidade de
527 matéria orgânica, algas e bactérias) é maior nos estratos superficiais do sedimento e tende
528 a diminuir com a profundidade (Reise & Ax, 1979).

529 A riqueza foi significativamente mais alta em Arenoso A e Lamoso A, e mais
530 baixa em Arenoso B e Lamoso B. Uma vez que era esperado encontrar uma maior riqueza
531 nos arenosos e menor nos lamosos, estes resultados indicam que a diversidade nestes
532 ambientes é controlada e possivelmente positivamente afetada por condições específicas
533 desses locais, como por exemplo, a presença de afloramentos rochosos em Arenoso A e
534 de prados de vegetação em alguns pontos do entremarés de Lamoso A. Esperava-se que
535 em ambas as planícies lamosas a riqueza fosse mais alta nos estratos superiores, contudo,
536 esse padrão foi observado apenas em Lamoso B. Ou seja, em Lamoso A, uma ampla gama
537 de fatores bióticos ou abióticos (capacidade tiobiótica, predação, presença de muco ou
538 biofilme e permeabilidade do sedimento), eventuais ou não, podem ter contribuído para
539 que diversos grupos meiofaunais tenham ocorrido também nos estratos inferiores (Giere,
540 2009). Em relação à participação relativa dos grupos meiofaunais ao longo dos estratos,
541 Nematoda dominou todos os estratos em todas as zonas de ambos os ambientes lamosos,
542 confirmando a alta capacidade desses organismos de tolerar a redução nas condições de
543 oxigenação dentro do sedimento, podendo inclusive completar todo seu ciclo de vida na
544 presença de sulfeto de hidrogênio (Heip et al., 1985; Armenteros et al., 2007).

545 A estrutura comunidade da meiofauna difere entre ambientes, zonas e estratos,
546 diferenças essas que se devem principalmente aos padrões observados nos ambientes
547 lamosos. Essas diferenças parecem ser intrínsecas a cada ambiente, pois a interação
548 ambiente x zona x estrato não foi significativa. As diferenças intrínsecas de cada ambiente
549 podem ser explicadas pela mudança na composição e no tamanho dos grãos de sedimento
550 (entre os ambientes lamosos), assim como pelas particularidades de cada ambiente, como

551 presença de afloramentos rochosos em Arenoso A ou prados de vegetação presentes no
552 entremarés de Lamoso A.

553 Nematoda

554 Com base na revisão de Venekey et al. (2010) e Venekey (2017) para ambientes
555 marinhos e nos trabalhos de Eyualet-Abebe et al. (2006), Netto & Fonseca (2017),
556 Altherr (1972; 1977) e Gerlach (1957) para água doce, 5 dos gêneros encontrados no
557 presente estudo são novas ocorrências para ambientes aquáticos no Brasil:
558 *Prodesmodora*, *Adenolaimus*, *Achromadora*, *Diplogasteritus* e *Crocodyrlaimus*. Tais
559 gêneros são considerados habitantes de ambiente de água doce ou terrestre (Bezerra et
560 al., 2019) e, no presente estudo, foram exclusivos dos ambientes lamosos, evidenciando
561 a alta riqueza de Nematoda em estuários.

562 O gênero *Oncholaimellus*, um predador da família Oncholaimidae, foi o mais
563 abundante em ambos os ambientes arenosos. De fato, praias arenosas com grãos de
564 sedimento grosseiros tendem a possuir altas densidades de Nematoda predadores (Moens
565 et al. 2013). Por outro lado, Xyalidae, a família a qual pertence o gênero mais abundante
566 nos lamosos (*Zygonemella*), é frequentemente associada a ambientes estuarinos com
567 sedimento argiloso ou siltoso, onde este grupo ocorre em altas densidades (Meurer &
568 Netto, 2007; Netto & Pereira, 2009; Costa & Netto, 2014). Apesar desta clara preferência,
569 tanto *Oncholaimellus* quanto *Theristus* e *Daptonema* (também da família Xyalidae) foram
570 gêneros comuns a todos os ambientes. Os gêneros da família Xyalidae são encontrados
571 em praticamente todos os tipos de ambiente, ocorrendo principalmente em ambiente
572 marinho (Venekey et al., 2014), porém algumas espécies de *Theristus* e *Daptonema*
573 ocorrem em água doce (Coomans & Eyualet-Abebe, 2006).

574 Diversos estudos indicam que a diversidade de espécies de Nematoda é menor em
575 sedimentos finos com grande quantidade de argila e matéria orgânica, enquanto uma alta
576 diversidade é esperada em sedimentos grosseiros (Moens et al., 2013; Du et al., 2018;
577 Maria et al., 2018; Venekey et al., 2019; Baia & Venekey, 2019). Os resultados do
578 presente trabalho mostraram-se diferentes, pois os ambientes Lamoso A e Lamoso B
579 diferiram significativamente de ambas as praias por apresentarem as maiores densidades
580 e riquezas de gêneros de Nematoda. Contudo, estudos de Nematoda em água doce
581 mostram que sob condições de alto enriquecimento de nutrientes, a composição de
582 espécies de Nematoda é mais variável do que em condições de baixa concentração de
583 nutrientes (Ristau et al., 2013). Isso explica a significativa baixa riqueza e densidade de

584 gêneros de Nematoda nas praias, que são ambientes pobres em nutrientes, e a alta riqueza
585 e densidade de gêneros nos lamosos, principalmente em Lamoso A.

586 Não houve diferença significativa na densidade e na riqueza de Nematoda entre
587 as zonas de nenhum dos ambientes. Vieira & Fonseca (2013) estudando a distribuição
588 vertical e horizontal de Nematoda em estuários, mostraram que os sedimentos mais
589 profundos e de espaço reduzido são habitados por um conjunto de espécies mais restritas
590 em sua mobilidade, enquanto a fauna superficial tem maior chance de ser ressuspensa e
591 redistribuída, levando a uma distribuição mais ampla dessas espécies e, portanto, gerando
592 uma menor variabilidade na distribuição horizontal. A distribuição de Nematoda nas
593 zonas das praias e planícies de maré estudadas provavelmente segue esse padrão,
594 considerando que os quatro ambientes estudados apresentam um médiolitoral estreito
595 com, no máximo, 35 metros de extensão (observação pessoal *in loco*).

596 A densidade e a riqueza de Nematoda entre os estratos de cada zona apresentaram
597 diferenças significativas apenas nos ambientes lamosos, sendo significativamente mais
598 alta nos estratos superiores 0-2 cm de todas as zonas de ambos os ambientes. Este padrão
599 de distribuição vertical, que mostra densidades altas de Nematoda nos primeiros
600 centímetros do sedimento, diminuindo bruscamente com a profundidade, é muito bem
601 estabelecido em sedimentos siltosos (Heip et al., 1985). Novamente, a disponibilidade de
602 oxigênio e a ocorrência de sulfeto são os fatores mais frequentemente associados a esse
603 padrão (Heip et al., 1985; Steyaert et al., 2003).

604 Espera-se que todos os tipos tróficos de Nematoda sejam positivamente afetados
605 pelo enriquecimento de nutrientes (Ristau et al., 2013). Entretanto, em praias os fatores
606 abióticos, como os distúrbios físicos, tendem a ter uma maior contribuição na estruturação
607 das associações de Nematoda do que a disponibilidade de recursos (quantidade e
608 qualidade do alimento) (Moens et al., 2013). Acredita-se que devido a isso a distribuição
609 dos tipos tróficos nos ambientes arenosos foi mais equitativa, não havendo um grupo que
610 predominasse na maior parte dos estratos. Por outro lado, os comedores de depósito foram
611 mais abundantes ao longo de todos os estratos de Lamoso A e Lamoso B, especialmente
612 neste último. Em planícies de maré, altas concentrações de silte, matéria orgânica e
613 fitopigmentos tendem a favorecer a ocorrência de gêneros desse grupo trófico (Wu,
614 2019). Ambientes caracterizados por quantidades intermediárias de nutrientes favorecem
615 a ocorrência de gêneros onívoros e predadores, por isso a participação de gêneros
616 detritívoros foi menos evidente em Lamoso B do que em Lamoso A. Neste último, o
617 maior enriquecimento orgânico, que pode ser inferido pelo maior percentual de argila e

618 silte, favoreceu os representantes de níveis tróficos mais baixos, como comedores de
619 depósito. Gêneros predadores e sugadores parecem não ser afetados pela variação na
620 quantidade de nutrientes (Ristau et al., 2013), por isso ambos os tipos tróficos estiveram
621 presentes tanto em Arenoso A, ambiente mais pobre em nutrientes, quanto em Lamoso
622 A, ambiente rico em nutrientes.

623 As associações de Nematoda de Lamoso A diferem das de Lamoso B, e ambas
624 diferem das praias. Nos arenosos as associações de Nematoda não se diferenciam. Esse
625 resultado pode ser explicado pelo tipo de hábitat intersticial que estes ambientes oferecem
626 para a fauna, pois em termos de grau de seleção e composição de grãos, o sedimento das
627 praias é bastante parecido, por outro lado, nos lamosos, enquanto Lamoso B apresenta
628 uma maior heterogeneidade de tipos e tamanho dos grãos, Lamoso A é mais uniforme.
629 Percebe-se também que estas diferenças se devem principalmente às altas densidades e
630 riquezas nos ambientes lamosos, assim como observa-se a separação dos estratos 0-2 e 2-
631 4 cm nestes ambientes. Os agrupamentos entre as zonas, por outro lado, não ficaram
632 explícitos para arenosos e lamosos provavelmente porque a ação das ondas e a exposição
633 das marés é semelhante em todo o entremarés devido à sua curta extensão, levando a uma
634 pequena diferenciação entre as zonas (Wu, 2019).

635 O efeito do sedimento na estruturação da comunidade da meiofauna e das
636 associações de Nematoda ocorreu principalmente devido a relação deste fator com a
637 oxigenação e disponibilidade de alimento. A primeira hipótese deste trabalho foi aceita,
638 pois as planícies lamosas abrigaram as maiores densidades de meiofauna devido ao alto
639 enriquecimento por matéria orgânica nestes ambientes. Como o oxigênio e a
640 disponibilidade de alimento estão confinados principalmente nos primeiros centímetros
641 da coluna do sedimento nos ambientes lamosos, a meiofauna esteve restrita
642 principalmente aos primeiros dois centímetros de profundidade. Tal resultado confirma
643 parcialmente a hipótese de diferenciação na distribuição vertical da meiofauna, pois nas
644 praias não foi observado um claro padrão de distribuição destes organismos entre os
645 estratos da coluna de sedimento. Por fim, foi rejeitada a hipótese de diferenciação da
646 comunidade da meiofauna entre as zonas, pois a curta extensão do médiolitoral e a baixa
647 variação entre fatores ambientais não favoreceram a alta variabilidade de grupos entre os
648 diferentes pontos do entremarés. Por este ser um trabalho pioneiro em estudos de
649 meiofauna em ambientes amazônicos de água doce sujeitos a influência de maré, estudos
650 futuros são necessários para compreender, por exemplo, qual o efeito da maré sobre a
651 meiofauna que vive no substrato de ambientes como estes na ilha de Cotijuba.

652 Agradecimentos

653 O primeiro autor agradece ao CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa) pela bolsa
654 de pesquisa de pós-graduação. Os autores desejam agradecer também a T. B. L. Santos,
655 T. M. T. Santos e D. C. M. Silva pela ajuda no trabalho de campo.

656

657

658

659

660

661

662

663

664

665

666

667

668

669

670

671

672

673

674

675

676

677 Referências Bibliográficas

- 678 Altherr, E. (1972). Contribution a la connaissance des Nematodes de l'estuaire de
679 l'Amazone. *Amazoniana, Kiel*, 3(2), 141-174.
- 680
681 Altherr, E. (1977). Contribution a la connaissance des Nematodes de l'estuaire de
682 l'Amazone. *Amazoniana (2 me partie), Kiel*, 6(2), 145-159.
- 683 ANA, Agência Nacional de Águas. (2019). HidroWeb, Sistema de Informações
684 Hiodrológicas. Disponível em: <http://snirh.gov.br/hidroweb>.
- 685 Anderson, M. J., Gorley, R. N., & Clarke, K. R. (2008). Permanova+ for Primer:
686 guide to software and statistical methods. Plymouth.
- 687 Ansari, Z. A., & Parulekar, A. H. (1993). Distribution, abundance and ecology of
688 the meiofauna in a tropical estuary along the west coast of India. *Hydrobiologia*, 262(2),
689 115-126.
- 690 Armenteros, M., Williams, J. P., Creagh, B., & Capetillo, N. (2008). Spatial and
691 temporal variations of meiofaunal communities from the western sector of the Gulf of
692 Batabanó, Cuba: III. Vertical distribution. *Revista de Biología Tropical*, 56(3), 1127-
693 1134.
- 694 Baia, E., & Venekey, V. (2019). Distribution patterns of meiofauna on a tropical
695 macrotidal sandy beach, with special focus on nematodes (Caixa d'Água, Amazon Coast,
696 Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography*, 67, 1-18.
- 697 Beier, S., & Traunspurger, W. (2003). Temporal dynamics of meiofauna
698 communities in two small submountain carbonate streams with different grain
699 size. *Hydrobiologia*, 498, 107-131.
- 700 Bello, L. A. L., & Huffner, J. G. P. (2012). Análise dos impactos ambientais da
701 expansão urbana na ilha de Cotijuba, Belém-pa. *Caminhos de Geografia*, 13(44).
- 702 Bezerra, T. N., Decraemer, W., Eisendle-Flöckner, U., Hodda, M., Holovachov, O.,
703 Leduc, D., ... Vanreusel, A. (2019). Nemys: World Database of Nematodes. Acesso em
704 15 de novembro de 2019. Disponível em <http://nemys.ugent.be>. doi:10.14284/366.
- 705 Boaden, P. J. S., & Platt, H. M. (1971). Daily migration patterns in an intertidal
706 meiobenthic community. *Thalass Jugosl*, 7, 1-12.
- 707 Coomans, A., & Eyuaem-Abebe. Order Monhysterida. In Eyuaem-Abebe.,
708 Andrassy, I., & Traunspurger, W. (Eds.). (2006). Freshwater nematodes: ecology and
709 taxonomy. CABI.

- 710 Costa, K. G., & Netto, S. A. (2014). Effects of small-scale trawling on benthic
711 communities of estuarine vegetated and non-vegetated habitats. *Biodiversity and*
712 *Conservation*, 23(4), 1041-1055.
- 713 Coull, B. C. Ecology of the marine meiofauna. In Higgins, R. P., & Thiel, H.
714 (Eds.). (1988). Introduction to the study of meiofauna. Smithsonian Institution Press.
- 715 Dankers, N., & Beukema, J. J. (1983). Distributional patterns of macrozoobenthic
716 species in relation to some environmental factors. *Ecology of the Wadden Sea*, 1(4), 69-
717 103.
- 718 De Grisse, A.T. (1969). Redescription ou modification de quelques techniques
719 utilisés dans l'étude des nématodes phytoparasitaires. *Mededelingen Rijksfakulteit*
720 *Landbouwwetenschappen Gent*, 34, 351-369.
- 721 Dittmann, S. (2000). Zonation of benthic communities in a tropical tidal flat of
722 north-east Australia. *Journal of Sea Research*, 43(1), 33-51.
- 723 Du, Y., Gao, S., Liu, X., Wang, D., Zhang, L., & Ingels, J. (2018). Meiofauna and
724 nematode community characteristics indicate ecological changes induced by geomorphic
725 evolution: a case study on tidal creek systems. *Ecological Indicators*, 87, 97-106.
- 726 Dupuy, C., Hien, T. N., Mizrahi, D., Jourde, J., Bréret, M., Agogué, H., ... Bocher,
727 P. (2015). Structure and functional characteristics of the meiofauna community in highly
728 unstable intertidal mudbanks in Suriname and French Guiana (North Atlantic coast of
729 South America). *Continental Shelf Research*, 110, 39-47.
- 730 El-Robrini, M., Silva, M. A. M. A., Souza filho, P. W. M., El-Robrini, M. H. S.,
731 Silva Jr., O. G. S., & França, C. F. (2006). Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro.
732 Belém: Ministério do Meio Ambiente.
- 733 Eyualet-Abebe., Andrásy, I., & Traunspurger, W. (Eds.). (2006). Freshwater
734 nematodes: ecology and taxonomy. CABI.
- 735 Ferreira, H. L. M., Gomes, M. B., & López, C. M. (2008). Avaliação dos métodos
736 de amostragem para fauna perifítica em macrófitas na Reserva da Biosfera, Serra do
737 Espinhaço, Estado de Minas Gerais, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 30(3),
738 253-259.
- 739 Flach, P. Z., Ozorio, C. P., & Melo, A. S. (2012). Alpha and beta components of
740 diversity of freshwater nematodes at different spatial scales in subtropical coastal
741 lakes. *Fundamental and Applied Limnology/Archiv für Hydrobiologie*, 180(3), 249-258.
- 742 Gerlach, S. A. (1957). Die Nematodenfauna Des Sandstrandes an Der Küste von
743 Mittelbrasilien (Brasilianische Meeres-Nematoden IV). *Mitteilungen aus dem Museum*
744 *für Naturkunde in Berlin. Zoologisches Museum und Institut für Spezielle Zoologie*, 33(2),
745 411-459.

- 746 Giere, O. (2009). *Meiobenthology: the microscopic motile fauna of aquatic*
747 *sediments* (2nd ed.). Springer Science & Business Media.
- 748 Gomes, T. P., & Rosa Filho, J. S. (2009). Composição e variabilidade espaço-
749 temporal da meiofauna de uma praia arenosa na região amazônica (Ajuruteua,
750 Pará). *Iheringia*, 99, 210-216.
- 751 Gregório, A. M. S., & Mendes, A. C. (2009). Characterization of sedimentary
752 deposits at the confluence of two tributaries of the Pará River estuary (Guajará Bay,
753 Amazon). *Continental Shelf Research*, 29, 609–618.
- 754 Guerra, G. A. (2007). Os efeitos da ocupação urbana no extrativismo vegetal da
755 Ilha de Cotijuba. Belém: Editora Unama.
- 756 Heip, C., Vincx, M., & Vranken, G. 1985. The ecology of marine nematodes.
757 *Oceanography and Marine Biology: an annual review*, 23, 399-489.
- 758
759 Ingels, J., Santos, G., Hicks, N., Vazquez, Y. V., Neres, P. F., Pontes, L. P., ...
760 Widdicombe, S. (2018). Short-term CO₂ exposure and temperature rise effects on
761 metazoan meiofauna and free-living nematodes in sandy and muddy sediments: Results
762 from a flume experiment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 502,
763 211-226.
- 764 Leduc, D., & Probert, P. K. (2011). Small-scale effect of intertidal seagrass (*Zostera*
765 *muelleri*) on meiofaunal abundance, biomass, and nematode community
766 structure. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 91(3),
767 579-591.
- 768 Lisboa, L. K., Silva, A. L. L. D., & Petrucio, M. M. (2011). Aquatic invertebrate's
769 distribution in a freshwater coastal lagoon of southern Brazil in relation to water and
770 sediment characteristics. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 23(2), 119-127
- 771 Mare, M. F. (1942). A study of marine benthic community with special reference
772 to the microorganisms. *Journal of the Marine Biological Association of the United*
773 *Kingdom*. 25, 517-554.
- 774 Maria, T. F., Silva Filho, M. G., Souza, T. P., Vanaverbeke, J., Vanreusel, A., &
775 Esteves, A. M. (2018). Is the vertical distribution of meiofauna similar in two contrasting
776 microhabitats? A case study of a macrotidal sandy beach. *Journal of Experimental*
777 *Marine Biology and Ecology*, 502, 39-51.
- 778 Mascarenhas, B. M., Guimarães, D. G., Santa Brígida, M., Pinto, C. S., Gomes
779 Neto, H. A., & Pereira, J. D. B. (2009). Estudo de anofelinos antropofílicos
780 peridomiciliares da Praia da Saudade na Ilha de Cotijuba: uma área endêmica de malária
781 em Belém, Pará. *Acta Amazonica*, 39(2), 453-458.

- 782 Martins, M. D. O., Almeida, T. C. M. D., & Domenico, M. D. (2015). Vertical
783 distribution of meiofauna on reflective sandy beaches. *Brazilian Journal of*
784 *Oceanography*, 63(4), 469-480.
- 785 McLachlan, A. (1977). Composition, distribution, abundance and biomass of the
786 macrofauna and meiofauna of four sandy beaches. *African Zoology*, 12(2), 279-306.
- 787 McLachlan, A., & Brown, A. C. (2006). The ecology of sandy shores. Burlington:
788 Academic Press.
- 789 Meira, J. R., Moura, F. R., & Garraffoni, A. R. S. (2013). Lotic meiofauna
790 communities as bioindicators of aquatic pollution in the State Park, Minas Gerais State,
791 Brazil. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(8), 991-1003.
- 792 Meurer, A. Z., & Netto, S. A. (2007). Seasonal dynamics of benthic communities
793 in a shallow sublittoral site of Laguna Estuarine System (South, Brazil). *Brazilian Journal*
794 *of Aquatic Science and Technology*, 11(2), 53-62.
- 795 Moens, T., Braeckman, U., Derycke, S., Fonseca, G., Gallucci, F., Gingold, R., ...
796 Van Colen, C. (2013). Ecology of free-living marine nematodes. *Handbook of Zoology*.
797 De Gruyter, Berlin. 109-152.
- 798 Netto, S. A., & Fonseca, G. (2017). Regime shifts in coastal lagoons: evidence from
799 free-living marine nematodes. *PLoS One*, 12(2), e0172366.
- 800 Netto, S. A., & Pereira, T. J. (2009). Benthic community response to a passive
801 fishing gear in a coastal lagoon (South Brazil). *Aquatic Ecology*, 43(2), 521-538.
- 802 Noguera, S. G., & Hendrickx, M. E. (1997). Distribution and abundance of
803 meiofauna in a subtropical coastal lagoon in the south-eastern Gulf of California,
804 Mexico. *Marine Pollution Bulletin*, 34(7), 582-587.
- 805 Palmer, M. A. (1990). Temporal and spatial dynamics of meiofauna within the
806 hyporheic zone of Goose Creek, Virginia. *Journal of the North American Benthological*
807 *Society*, 9(1), 17-25.
- 808 Pejrup, M. The triangular diagram used for classification of estuarine sediments; a
809 new approach. In: de Boer, P.L.; Van Gelder, A., & Nio, S.D. (Eds.). (1988). Tide-
810 Influenced Sedimentary Environments, and Facies. Sedimentology and Petroleum
811 Geology. Dordrecht, The Netherlands: D. Reidel.
- 812 Radwell, A. J., & Brown, A. V. (2008). Benthic meiofauna assemblage structure of
813 headwater streams: density and distribution of taxa relative to substrate size. *Aquatic*
814 *Ecology*, 42(3), 405-414.
- 815 Reinicke, G. B. (2000). Small-scale patchiness of benthos and sediment parameters
816 in a freshwater tidal mud-flat of the River Elbe estuary (Germany). *Limnologia*, 30(2),
817 183-192.

- 818 Reise, K., & Ax, P. (1979). A meiofaunal “thiobios” limited to the anaerobic sulfide
819 system of marine sand does not exist. *Marine Biology*, 54(3), 225-237.
- 820 Ristau, K., Faupel, M., & Traunspurger, W. (2013). Effects of microcosm
821 enrichment on the trophic structure and species composition of freshwater nematodes—
822 a microcosmo study. *Freshwater Science*, 32(1), 155-168.
- 823 Rosário, R. P., Borba, T. A., Santos, A. S., & Rollnic, M. (2016). Variability of
824 salinity in Pará river estuary: 2D analysis with flexible mesh model. *Journal of Coastal*
825 *Research*, 75(1), 128-132.
- 826 Schubel, J. R., & Carter, H. H. (1984). The estuary as a filter for fine-grained
827 suspended sediment. In *The estuary as a filter*. Academic Press.
- 828 Schrijvers, J., Van Gansbeke, D., & Vincx, M., (1995). Macrobenthic infauna of
829 mangroves and surrounding beaches at Gazi Bay, Kenya. *Hydrobiologia*, 306, 53–66.
- 830 Sommerfield, P. J., Gee, J. M., & Warwick, R. M. (2005). Soft sediment meiofaunal
831 community structure in relation to a long-term heavy metal gradient in the Fal estuary
832 system. *Marine Ecology Progress Series*, 105, 9-88.
- 833 Sousa, R. C., Pereira, L. C. C., Costa, R. M., & Jiménez, J. A. (2017). Management
834 of estuarine beaches on the Amazon coast through the application of recreational carrying
835 capacity indices. *Tourism Management*, 59, 216-225.
- 836 Steyaert, M. P. M. J., Herman, P. M. J., Moens, T., Widdows, J., & Vincx, M.
837 (2001). Tidal migration of nematodes on an estuarine tidal flat (the Molenplaat, Schelde
838 Estuary, SW Netherlands). *Marine Ecology Progress Series*, 224, 299-304.
- 839 Steyaert, M., Vanaverbeke, J., Vanreusel, A., Barranguet, C., Lucas, C., & Vincx,
840 M. (2003). The importance of fine-scale, vertical profiles in characterising nematode
841 community structure. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 58(2), 353-366.
- 842 Suguio, K. (1973). *Introdução à sedimentologia*. São Paulo: Edgard Blucher.
- 843 Sutherland, T. F., Garcia-Hoyos, L. M., Poon, P., Krassovski, M. V., Foreman, M.
844 G., Martin, A. J., & Amos, C. L. (2018). Seabed Attributes and Meiofaunal Abundance
845 Associated with a Hydrodynamic Gradient in Baynes Sound, British Columbia,
846 Canada. *Journal of Coastal Research*, 34(5), 1021-1034.
- 847 Swan, C. M., & Palmer, M. A. (2000). What drives small-scale spatial patterns in
848 lotic meiofauna communities? *Freshwater Biology*, 44(1), 109-121.
- 849 Traunspurger, W. (1997). Bathymetric, seasonal and vertical distribution of
850 feeding-types of nematodes in an oligotrophic lake. *Vie Milieu*, 47(1), 1-7.
- 851 Traunspurger, W. (2000). The biology and ecology of lotic nematodes. *Freshwater*
852 *Biology*, 44(1), 29-45.

853 Traunspurger, W., Michiels, I. C., & Eyualem-Abebe. Composition and
854 distribution of free-living freshwater nematodes: global and local perspectives. In:
855 Eyualem-Abebe., Andrassy, I., & Traunspurger, W. (Eds.). (2006). Freshwater
856 nematodes: ecology and taxonomy. CABI.

857 Venekey, V., Fonseca-Genevois, V. G., & Santos, P. J. (2010). Biodiversity of free-
858 living marine nematodes on the coast of Brazil: a review. *Zootaxa*, 2568(1), 39-66.

859 Venekey, V. (2017). Updates on information about free-living marine nematodes
860 in Brazil: new records and comments on problems in taxonomic
861 studies. *Zootaxa*, 4337(1), 38-72.

862 Venekey, V., Gheller, P. F., Maria, T. F., Brustolin, M. C., Kandravicius, N.,
863 Vieira, D. C., ... Fonseca, G. (2014). The state of the art of Xyalidae (Nematoda,
864 Monhysterida) with reference to the Brazilian records. *Marine Biodiversity*, 44(3), 367-
865 390.

866 Venekey, V., Melo, T. P. G., & Rosa Filho, J. S. (2019). Effects of seasonal
867 fluctuation of amazon river discharge on the spatial and temporal changes of meiofauna
868 and nematodes in the amazonian coast. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 227,
869 106330.

870 Vieira, D. C., & Fonseca, G. (2013). The importance of vertical and horizontal
871 dimensions of the sediment matrix in structuring nematodes across spatial scales. *PLoS*
872 *One*, 8(10), e77704.

873 Warwick, R. M., Platt, H. M., & Somerfield, P. J. (1998). Free-living marine
874 nematodes. Part III: Monhysterids. Synopsis of the British fauna (New series) no. 53.
875 *Shrewsbury Field Studies Council*.

876

877 Wei, T., Chen, Z., Duan, L., Gu, J., Saito, Y., Zhang, W., ... Kanai, Y. (2007).
878 Sedimentation rates in relation to sedimentary processes of the Yangtze Estuary,
879 China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 71, 37-46.

880 Wu, X., Vanreusel, A., Hauquier, F., & Moens, T. (2019). Environmental drivers
881 of nematode abundance and genus composition at two spatial scales on an estuarine
882 intertidal flat. *Hydrobiologia*, 1-22.

883 Zullini, A. (2010). Identification Manual for Freshwater Nematode Genera.
884 Università di Milano-Bicocca.

885

886

887

888

889

890

891

892

893

894

895

896

897

Tabelas

898

899

900

901

902

903

904

905

906

907 Tabela 1: Fatores ambientais nos estratos do sedimento (cm) e zonas do médiolitoral nos ambientes estudados na Ilha de Cotijuba (Pará, Brasil).

Ambiente	Zona	Estrato	Temperatura (°C)	Tamanho médio do grão (ϕ)	Grau de seleção	% cascalho	% areia	% silte	% argila	Granulometria	Classificação do grau de seleção
Arenoso A	P1	0-2	36,0	1,784	0,695	---	100,00	---	---	Areia média	Moderadamente selecionado
		2-4	35,7	1,846	0,700	0,01	99,98	---	---	Areia média	Moderadamente selecionado
		4-6	35,6	1,435	0,855	0,10	99,89	---	---	Areia média	Moderadamente selecionado
		6-8	35,5	1,250	0,759	0,07	99,93	---	---	Areia média	Moderadamente selecionado
		8-10	35,2	1,213	0,751	0,02	99,97	---	---	Areia média	Moderadamente selecionado
	P2	0-2	32,5	0,522	0,870	3,64	96,35	---	---	Areia grossa	Moderadamente selecionado
		2-4	31,6	0,706	0,801	1,72	98,27	---	---	Areia grossa	Moderadamente selecionado
		4-6	31,3	0,613	0,916	4,53	95,46	---	---	Areia grossa	Moderadamente selecionado
		6-8	31,0	0,472	0,933	4,75	95,24	---	---	Areia grossa	Moderadamente selecionado
		8-10	30,9	0,457	0,888	3,67	96,32	---	---	Areia grossa	Moderadamente selecionado
	P3	0-2	35,5	0,444	0,614	1,15	98,85	---	---	Areia grossa	Moderadamente selecionado
		2-4	34,8	0,392	0,833	4,19	95,81	---	---	Areia grossa	Moderadamente selecionado
		4-6	34,3	0,569	0,875	3,24	96,75	---	---	Areia grossa	Moderadamente selecionado
		6-8	33,8	0,424	0,836	4,00	96,00	---	---	Areia grossa	Moderadamente selecionado
		8-10	32,9	0,514	0,914	4,30	95,70	---	---	Areia grossa	Moderadamente selecionado
Arenoso B	P1	0-2	34,9	1,625	0,849	0,07	99,93	---	---	Areia média	Moderadamente selecionado
		2-4	34,6	1,339	0,860	0,29	99,71	---	---	Areia média	Moderadamente selecionado
		4-6	34,3	1,145	0,886	0,76	99,24	---	---	Areia média	Moderadamente selecionado
		6-8	34,1	1,133	0,894	0,71	99,28	---	---	Areia média	Moderadamente selecionado

Continuação tabela 1.

		8-10	33,9	1,213	0,950	1,04	98,95	---	---	Areia média	Moderadamente selecionado
	P2	0-2	34,3	1,004	0,957	1,80	98,20	---	---	Areia média	Moderadamente selecionado
		2-4	33,7	0,917	0,922	2,18	97,82	---	---	Areia grossa	Moderadamente selecionado
		4-6	33,5	0,902	0,907	1,92	98,07	---	---	Areia grossa	Moderadamente selecionado
		6-8	33,4	0,989	0,896	1,34	98,65	---	---	Areia grossa	Moderadamente selecionado
		8-10	33,3	1,017	0,938	2,07	97,93	---	---	Areia média	Moderadamente selecionado
	P3	0-2	33,2	0,973	0,657	0,11	99,89	---	---	Areia grossa	Moderadamente selecionado
		2-4	31,8	0,921	0,775	1,01	98,99	---	---	Areia grossa	Moderadamente selecionado
		4-6	30,7	0,772	0,806	1,57	98,43	---	---	Areia grossa	Moderadamente selecionado
		6-8	30,6	0,709	0,851	3,16	96,84	---	---	Areia grossa	Moderadamente selecionado
		8-10	30,5	0,686	0,838	2,33	97,67	---	---	Areia grossa	Moderadamente selecionado
Lamoso A	P1	0-2	26,7	5,057	2,204	0,28	31,98	21,42	46,31	Argila	Muito pobremente selecionado
		2-4	27,5	4,956	2,434	1,98	32,90	18,98	46,14	Argila	Muito pobremente selecionado
		4-6	27,9	5,537	2,402	0,77	31,34	---	67,89	Argila	Muito pobremente selecionado
		6-8	28,1	5,426	2,452	0,81	35,17	---	64,01	Argila	Muito pobremente selecionado
		8-10	28,5	5,555	2,388	0,18	31,46	---	68,36	Argila	Muito pobremente selecionado
	P2	0-2	27,8	4,427	1,003	---	18,96	65,20	15,84	Silte grosso	Pobremente selecionado
		2-4	28,1	4,354	1,487	0,56	32,64	47,96	18,83	Silte grosso	Pobremente selecionado
		4-6	28,7	5,085	2,659	3,78	29,02	16,68	50,51	Argila	Muito pobremente selecionado
		6-8	29,3	5,598	2,615	2,03	22,03	7,703	68,24	Argila	Muito pobremente selecionado
		8-10	29,7	6,704	1,774	1,03	11,85	---	87,12	Argila	Pobremente selecionado
	P3	0-2	27,5	4,519	1,249	---	22,47	59,29	18,24	Silte grosso	Pobremente selecionado
		2-4	27,9	5,238	1,924	---	27,26	29,50	43,23	Argila	Pobremente selecionado

Continuação tabela 1.

		4-6	28,4	5,309	2,009	---	29,94	21,69	48,37	Argila	Muito pobremente selecionado
		6-8	29,3	4,984	2,031	0,52	35,91	24,63	38,94	Argila	Muito pobremente selecionado
		8-10	29,5	6,154	2,070	0,89	15,52	7,382	76,21	Argila	Muito pobremente selecionado
Lamoso B	P1	0-2	27,3	3,316	1,741	0,93	69,46	15,64	13,96	Areia muito fina	Pobremente selecionado
		2-4	27,5	3,370	1,955	1,32	78,00	3,739	17,25	Areia muito fina	Pobremente selecionado
		4-6	27,7	4,703	2,538	1,35	47,00	5,363	45,99	Areia fina	Muito pobremente selecionado
		6-8	28,0	5,310	2,318	0,61	33,46	9,446	56,48	Argila	Muito pobremente selecionado
		8-10	28,5	5,615	2,278	0,27	27,61	6,385	65,73	Argila	Muito pobremente selecionado
	P2	0-2	27,5	3,254	1,474	0,49	66,09	24,89	8,53	Areia muito fina	Pobremente selecionado
		2-4	27,6	3,121	1,352	1,41	67,71	27,44	3,44	Areia muito fina	Pobremente selecionado
		4-6	27,9	2,578	1,703	2,72	75,00	18,54	3,71	Areia fina	Pobremente selecionado
		6-8	28,2	3,087	1,491	1,56	66,00	28,73	3,99	Areia muito fina	Pobremente selecionado
		8-10	28,5	2,934	1,569	1,99	65,57	31,52	0,92	Areia fina	Pobremente selecionado
	P3	0-2	28,3	4,034	1,394	0,22	36,39	47,85	15,53	Silte grosso	Pobremente selecionado
		2-4	28,2	3,719	1,000	2,31	45,00	50,91	1,95	Silte grosso	Pobremente selecionado
		4-6	28,7	3,391	1,589	2,37	50,00	43,87	3,54	Areia muito fina	Pobremente selecionado
		6-8	29,0	3,241	1,690	2,63	52,00	40,61	4,36	Areia muito fina	Pobremente selecionado
		8-10	29,2	3,792	2,025	3,65	32,00	47,89	16,22	Areia muito fina	Muito pobremente selecionado

908 ---representa zero, P1: médiolitoral superior, P2: médiolitoral médio, P3: médiolitoral inferior.

909

910

911

912 Tabela 2: Resultados da ANOVA fatorial da densidade e riqueza da comunidade da meiofauna e
 913 associações de nematofauna nos ambientes arenosos e lamosos na Ilha de Cotijuba. df: graus de liberdade.

Fatores	Densidade			Riqueza	
	df	F	p	F	p
Meiofauna					
Ambiente	3	51,57	<0,001*	19,02	<0,001*
Zona	2	2,97	0,05	3,50	0,03*
Estrato	4	60,64	<0,001*	13,61	<0,001*
A x Z	6	2,36	0,03*	4,25	<0,001*
A x E	12	28,32	<0,001*	7,77	<0,001*
Z x E	8	1,75	0,09	2,30	0,02*
A x Z x E	24	1,28	0,19	1,13	0,31
Nematoda					
Ambiente	3	109,53	<0,001*	80,02	<0,001*
Zona	2	0,65	0,52	2,02	0,13
Estrato	4	85,51	<0,001*	44,26	<0,001*
A x Z	6	1,31	0,25	1,19	0,31
A x E	12	22,83	<0,001*	12,41	<0,001*
Z x E	8	1,95	0,05	1,90	0,06
A x Z x E	24	1,34	0,15	1,55	0,06

914 * representa diferença significativa ($p < 0,05$), A: ambiente, Z: zona, E: estrato.

915 Tabela 3: Resultados da PERMANOVA da densidade e riqueza da comunidade da meiofauna e associações
 916 de nematofauna nos ambientes arenosos e lamosos na Ilha de Cotijuba. df: graus de liberdade, MS: média
 917 dos quadrados.

Fatores	Meiofauna				Nematoda		
	df	MS	Pseudo-F	p(perm)	MS	Pseudo-F	p(perm)
Ambiente	3	15736,00	22,70	0,001*	25048,00	38,24	0,001*
Zona	2	2608,80	3,76	0,001*	1260,80	1,92	0,015*
Estrato	4	7881,20	11,37	0,001*	9775,00	14,92	0,001*
A x Z	6	2838,40	4,09	0,001*	749,02	1,14	0,240
A x E	12	4776,90	6,89	0,001*	4278,30	6,53	0,001*
Z x E	8	1224,20	1,76	0,018*	883,17	1,34	0,056
A x Z x E	24	812,10	1,17	0,170	857,52	1,30	0,011*
Resíduo	120	693,20			654,97		
Total	179						

918

Continuação Tabela 3.

Grupos	t	P (perm)	t	P (perm)
Comparados				
AreA x AreB	3,926	0,001*	0,989	0,431
AreA x LamA	4,510	0,001*	7,440	0,001*
AreA x LamB	4,584	0,001*	5,200	0,001*
AreB x LamA	7,043	0,001*	8,916	0,001*
AreB x LamB	4,642	0,001*	6,679	0,001*
LamA x LamB	3,459	0,001*	4,197	0,001*
Arenoso A				
P1 x P2	2,341	0,001*	1,117	0,293
P1 x P3	2,137	0,003*	1,191	0,221
P2 x P3	2,431	0,001*	1,386	0,101
0-2 x 2-4	1,119	0,325	0,895	0,611
0-2 x 4-6	1,443	0,112	0,587	0,922
0-2 x 6-8	1,764	0,042*	0,866	0,714
0-2 x 8-10	1,309	0,202	0,635	0,934
2-4 x 4-6	0,573	0,825	1,145	0,301
2-4 x 6-8	0,916	0,508	0,965	0,459
2-4 x 8-10	0,725	0,722	0,557	0,899
4-6 x 6-8	1,103	0,356	0,834	0,689
4-6 x 8-10	0,914	0,511	0,521	0,928
6-8 x 8-10	0,795	0,623	0,671	0,858
Arenoso B				
P1 x P2	1,282	0,227	1,064	0,358
P1 x P3	2,641	0,001*	0,719	0,767
P2 x P3	2,422	0,001*	0,808	0,723
0-2 x 2-4	1,393	0,147	1,029	0,394
0-2 x 4-6	1,982	0,017*	1,029	0,393
0-2 x 6-8	0,822	0,526	1,252	0,175
0-2 x 8-10	2,092	0,008*	0,673	0,803
2-4 x 4-6	0,767	0,681	Denominator é 0	---
2-4 x 6-8	1,663	0,064	1,230	0,290
2-4 x 8-10	2,646	0,001*	1,048	0,541
4-6 x 6-8	2,592	0,001*	1,230	0,270
4-6 x 8-10	3,595	0,001*	1,048	0,597
6-8 x 8-10	1,930	0,041*	0,783	0,658
Lamoso A				
P1 x P2	1,286	0,195	0,950	0,429
P1 x P3	0,681	0,695	0,885	0,532

Continuação tabela 3.

P2 x P3	1,868	0,016*	0,980	0,477
0-2 x 2-4	5,618	0,001*	2,298	0,006*
0-2 x 4-6	5,058	0,001*	4,498	0,001*
0-2 x 6-8	6,349	0,001*	6,626	0,001*
0-2 x 8-10	5,864	0,001*	4,483	0,001*
2-4 x 4-6	2,087	0,014*	2,170	0,009*
2-4 x 6-8	2,654	0,005*	3,078	0,001*
2-4 x 8-10	1,753	0,035*	2,021	0,002*
4-6 x 6-8	1,019	0,392	1,150	0,276
4-6 x 8-10	0,953	0,431	0,798	0,590
6-8 x 8-10	0,886	0,511	1,813	0,029*
Lamoso B				
P1 x P2	1,074	0,319	1,231	0,181
P1 x P3	1,268	0,176	1,724	0,013*
P2 x P3	1,543	0,071	1,235	0,183
0-2 x 2-4	4,839	0,001*	2,828	0,001*
0-2 x 4-6	6,803	0,001*	6,267	0,001*
0-2 x 6-8	5,233	0,002*	6,296	0,001*
0-2 x 8-10	9,227	0,001*	8,961	0,001*
2-4 x 4-6	4,266	0,002*	3,411	0,001*
2-4 x 6-8	3,464	0,002*	3,638	0,003*
2-4 x 8-10	7,634	0,001*	4,736	0,001*
4-6 x 6-8	0,983	0,370	0,482	0,906
4-6 x 8-10	3,402	0,006*	0,947	0,449
6-8 x 8-10	1,357	0,164	0,830	0,629

919 * representa diferença significativa ($p < 0,05$), ---representa zero, A: ambiente, Z: zona, E: estrato, AreA:
 920 Arenoso A, AreB: Arenoso B, LamA: Lamoso A, LamB: Lamoso B, P1: médiolitoral superior, P2:
 921 médiolitoral médio, P3: médiolitoral inferior.

922

923

924

925

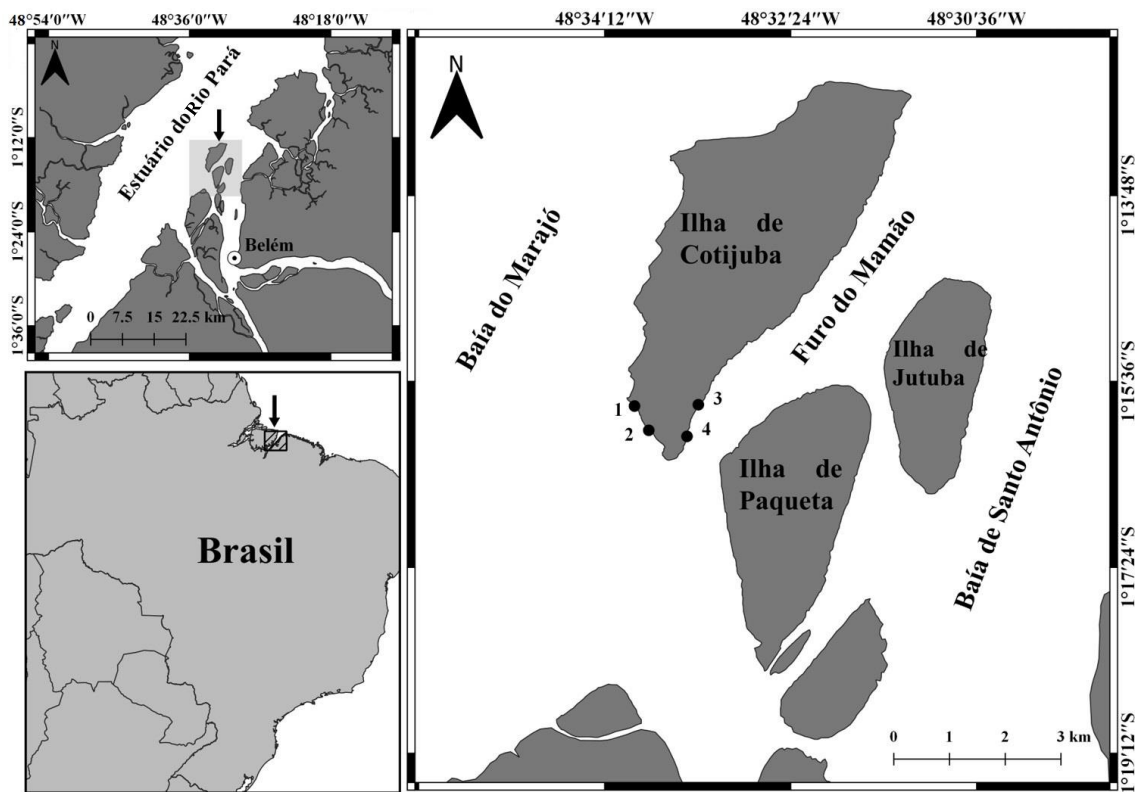
926

927

928

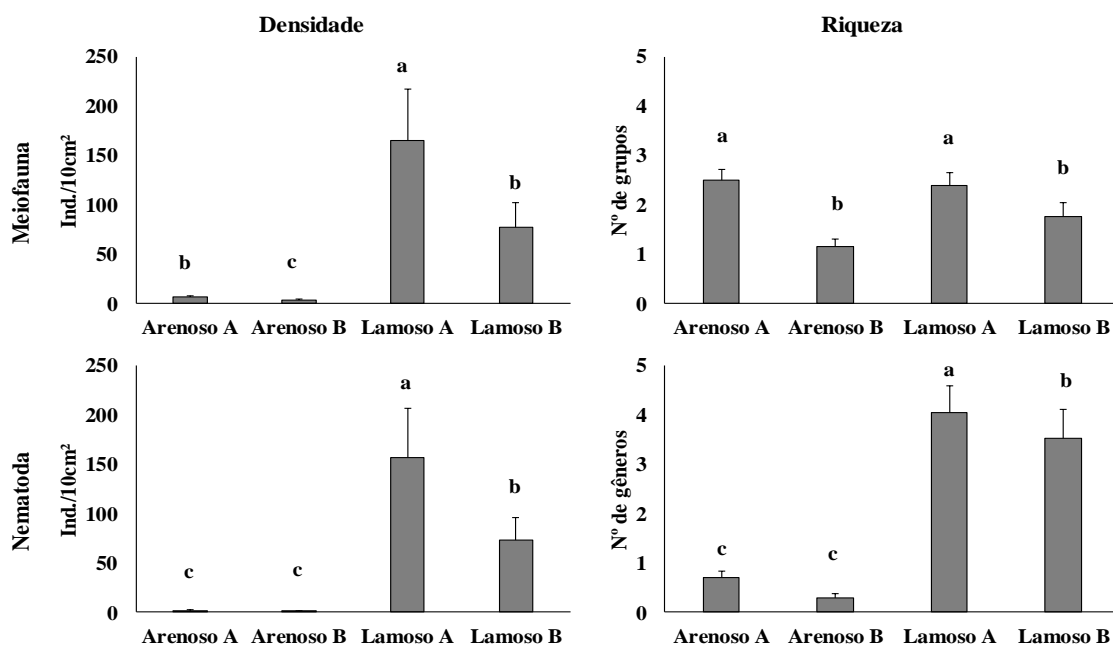
929

Figuras



930

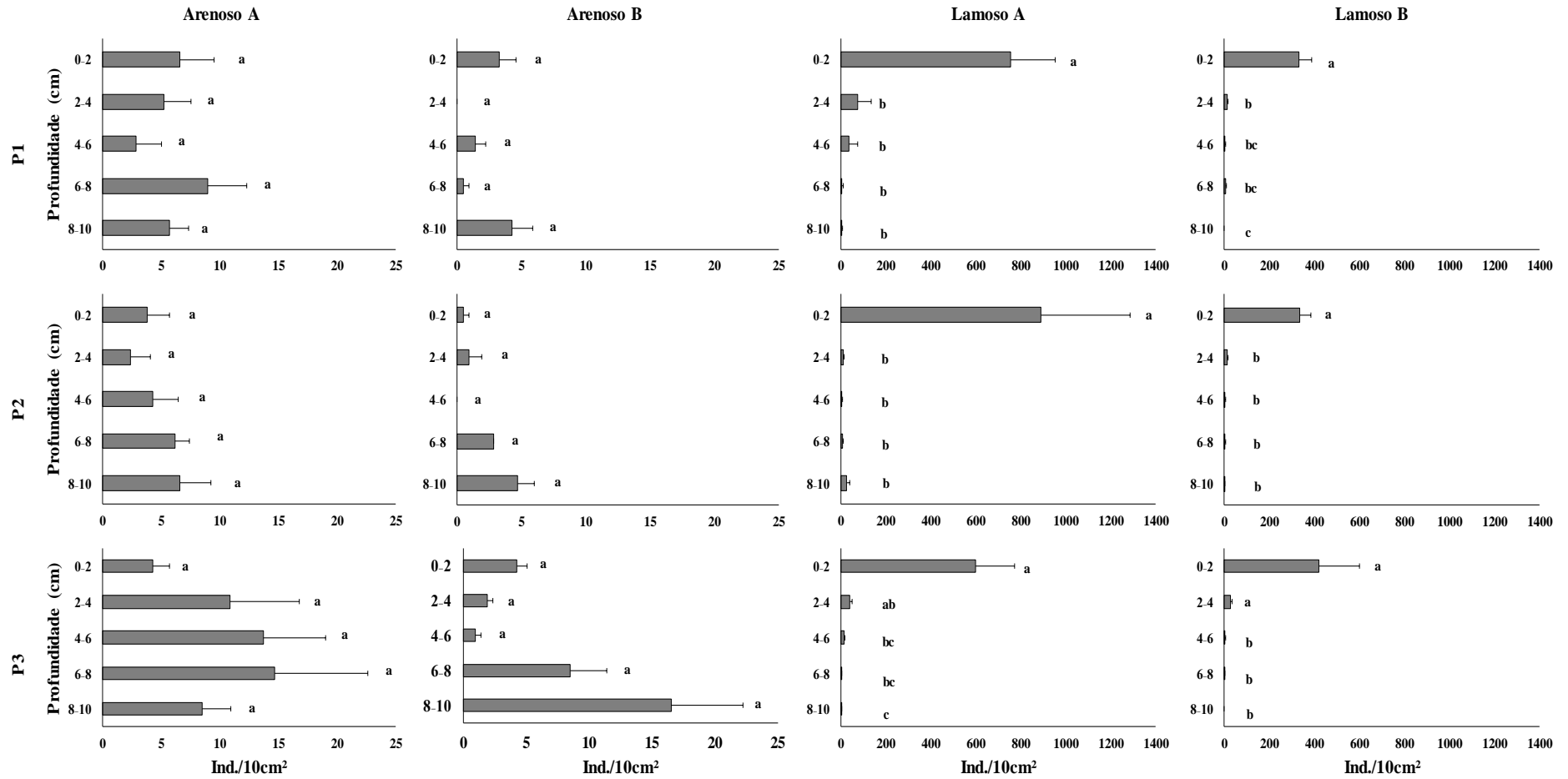
931 Figura 1: Localização dos locais de coleta, indicados pelos pontos, na Ilha de Cotijuba (Pará, Brasil): Praia
 932 do Amor – Arenoso A (1), Praia do Farol – Arenoso B (2) e planícies de maré Lamoso A (3) e Lamoso B
 933 (4).



934

935 Figura 2: Densidade média total (ind./10cm² ± erro padrão) e riqueza média da meiofauna e Nematoda nas
 936 praias arenosas e planícies de maré lamosas estudadas. Letras diferentes indicam diferenças significativas
 937 (p<0,05) entre os ambientes.

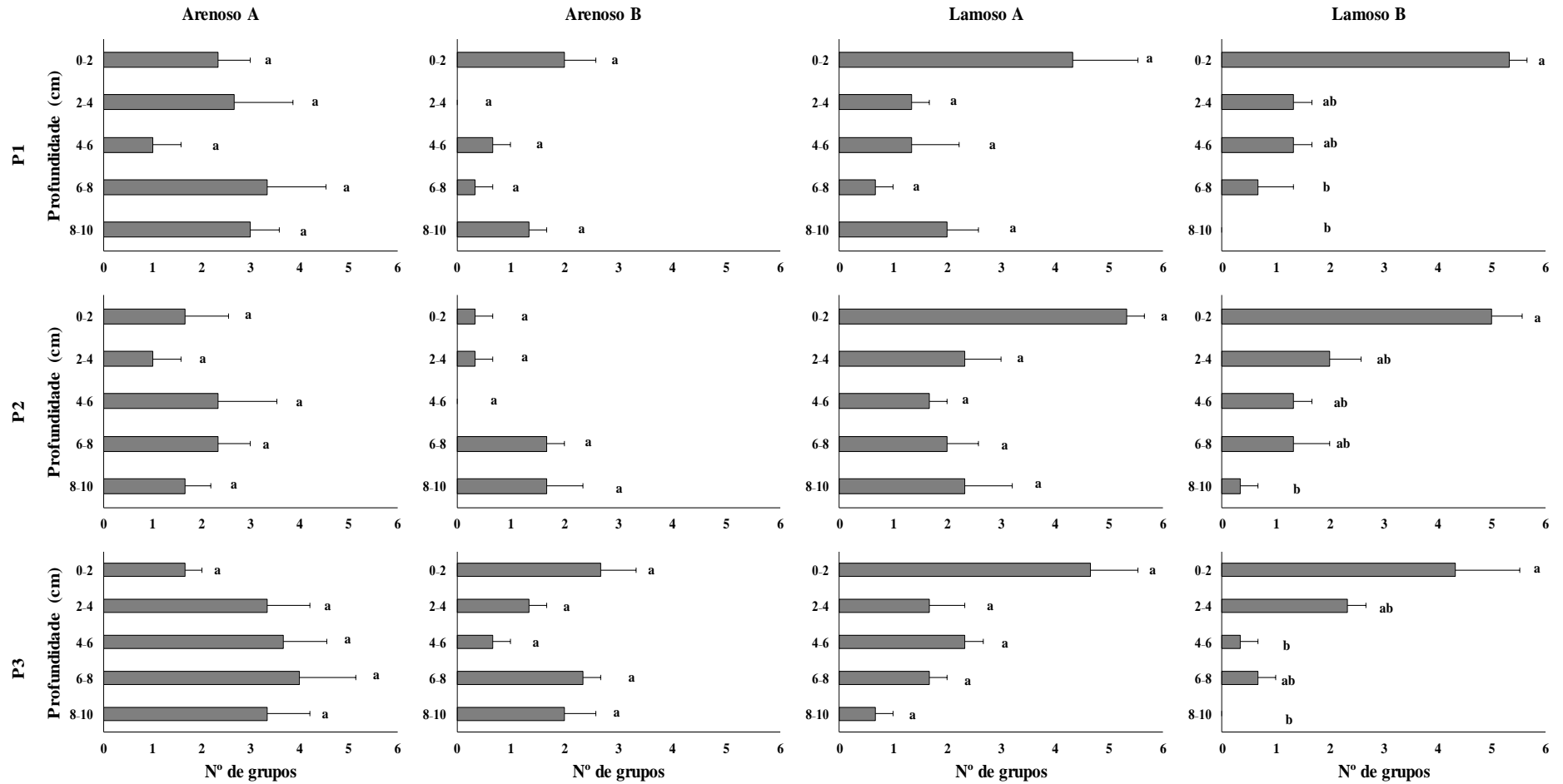
938



939

940 Figura 3: Densidade média (ind./10cm² ± erro padrão) da meiofauna ao longo dos estratos de cada zona nos ambientes arenosos e lamosos estudados. Letras diferentes
 941 indicam diferenças significativas (p<0,05) entre estratos.

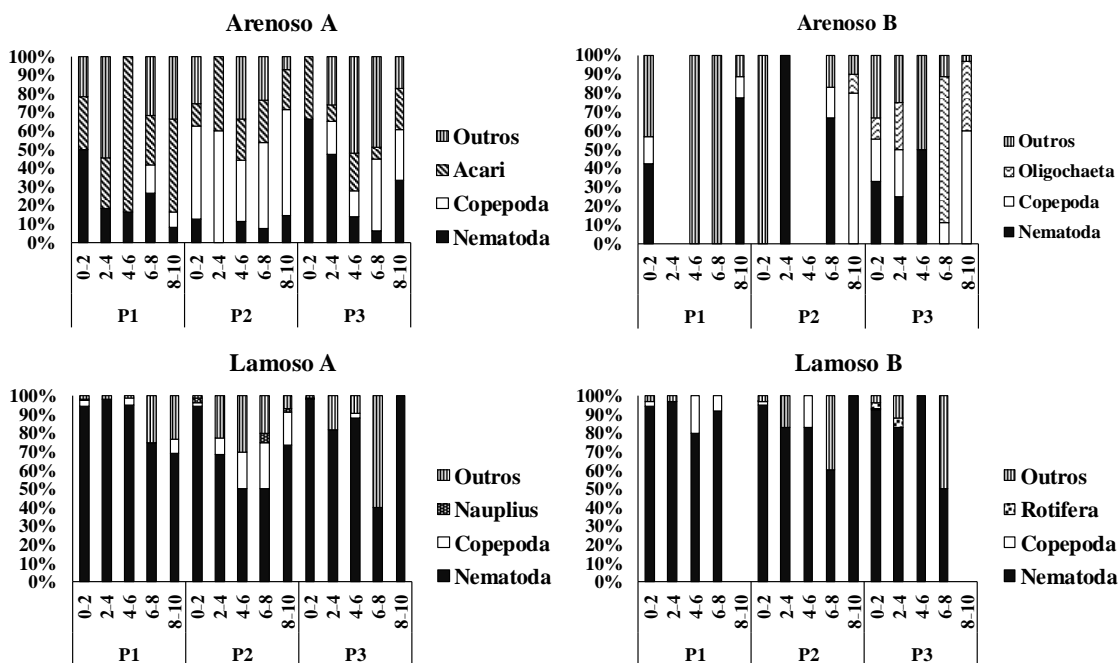
942



943

944 Figura 4: Riqueza média da meiofauna ao longo dos estratos de cada zona nos ambientes arenosos e lamosos estudados. Letras diferentes indicam diferenças significativas
 945 ($p < 0,05$) entre estratos.

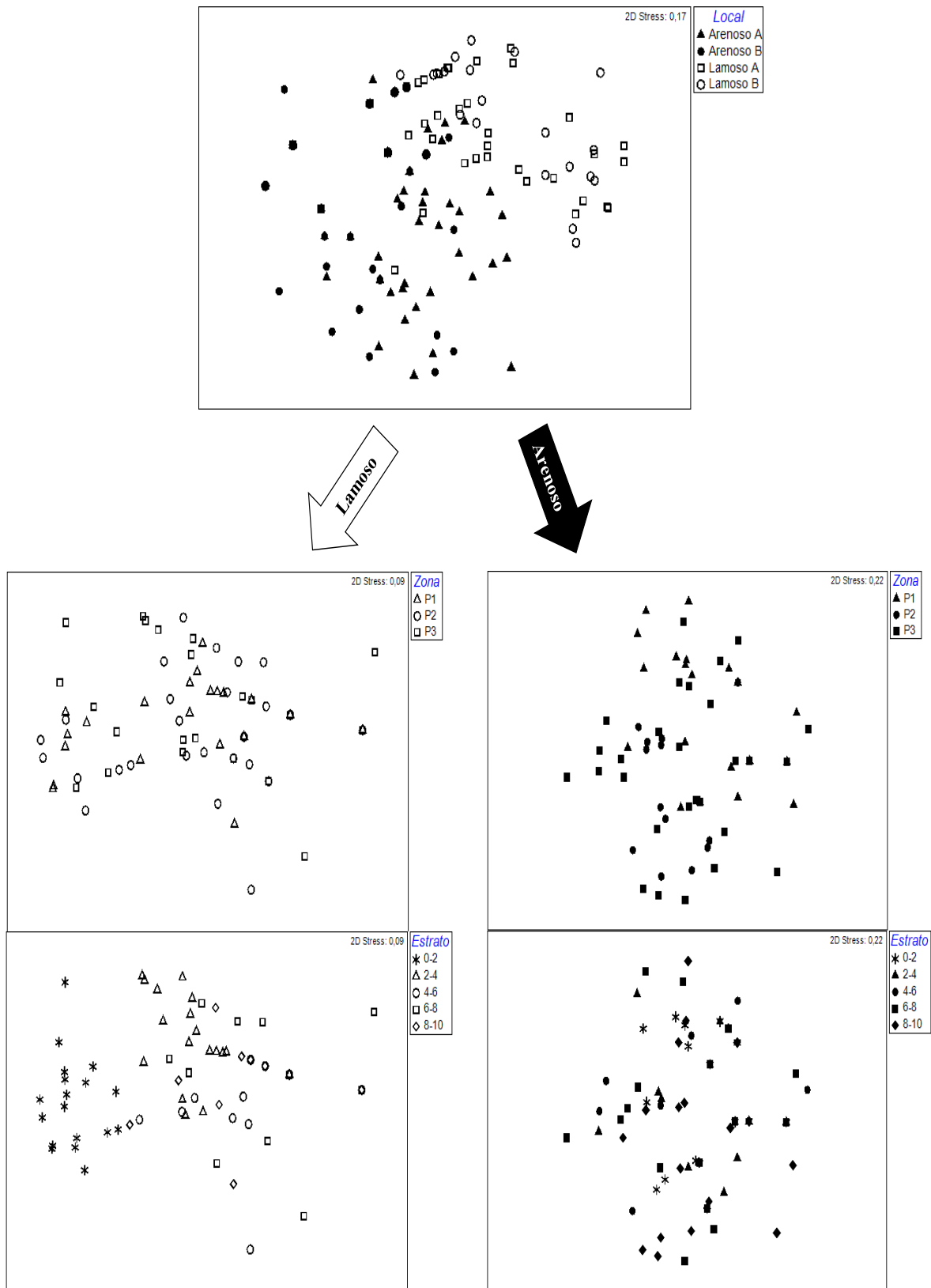
946



947

948 Figura 5: Participação relativa dos táxons meiofaunais nos estratos de cada zona nos ambientes arenosos e
 949 lamosos estudados na Ilha de Cotijuba.

950

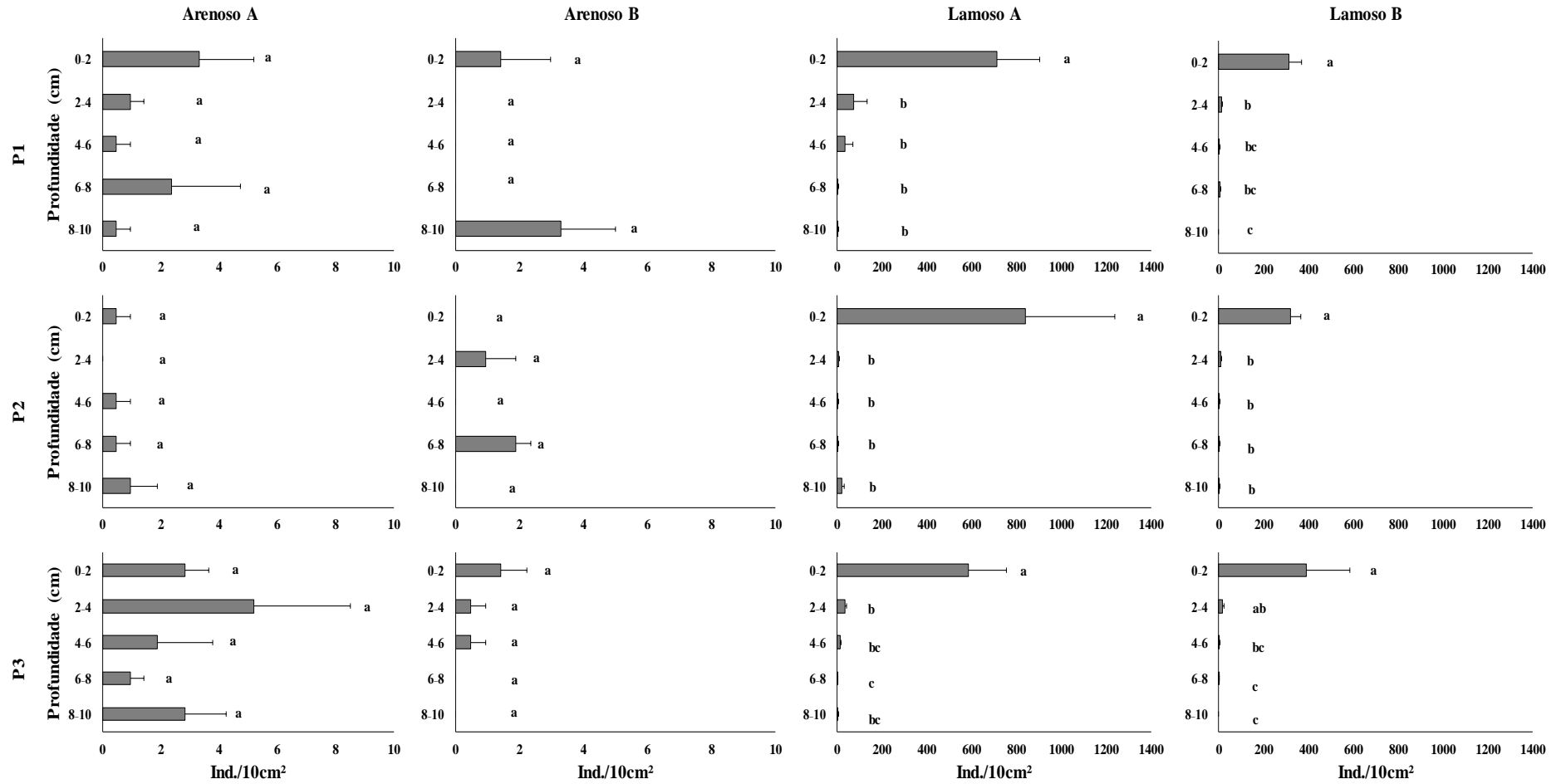


951

952 Figura 6: nMDS baseado em uma matriz de similaridade de Bray-Curtis, comparando a comunidade da
 953 meiofauna entre ambientes, zonas entremarés e estratos do sedimento.

954

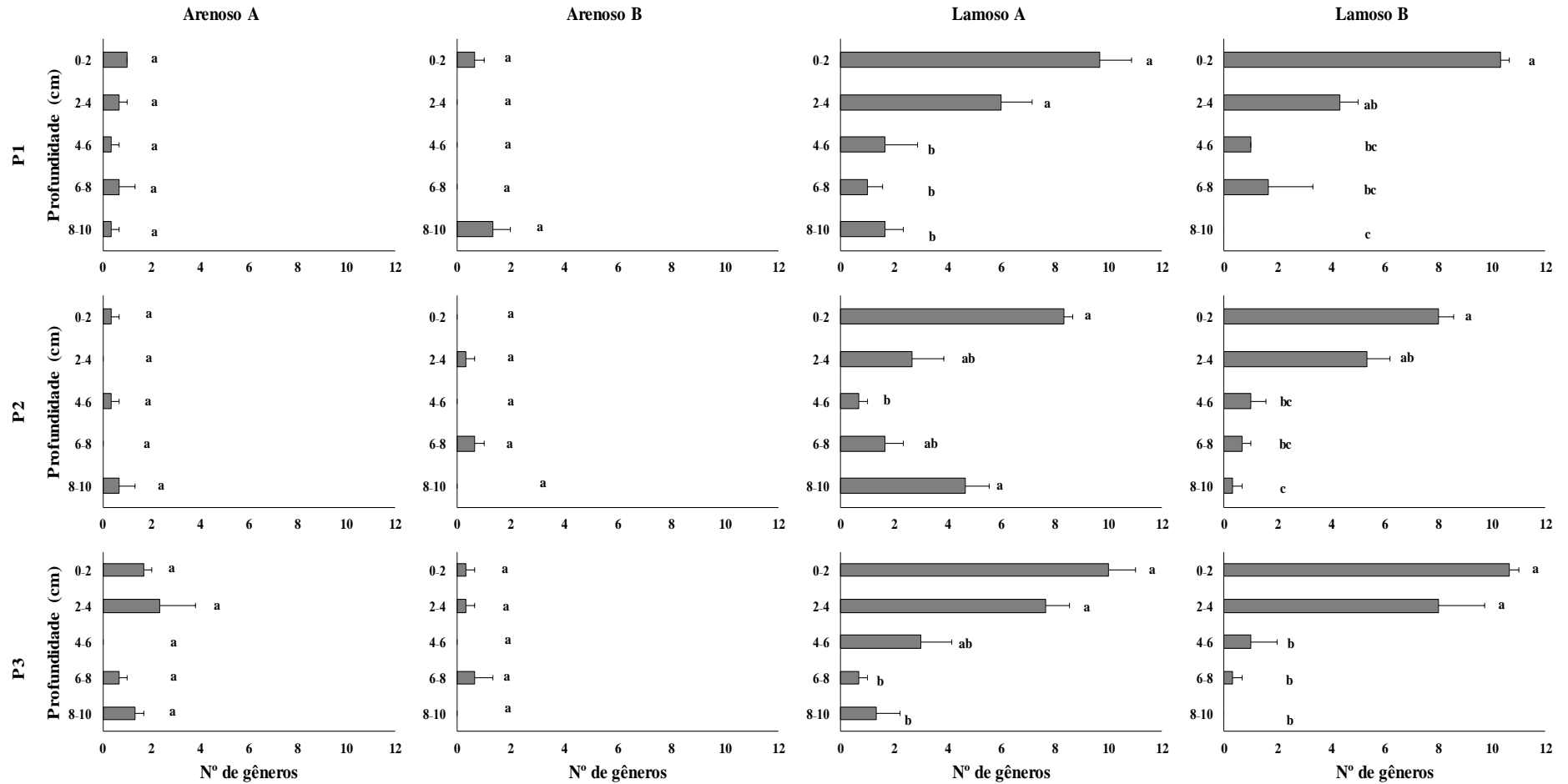
955



956

957 Figura 7: Densidade média (ind./10cm² ± erro padrão) de Nematoda ao longo dos estratos de cada zona nos ambientes arenosos e lamosos. Letras diferentes indicam
 958 diferenças significativas (p<0,05) entre estratos.

959

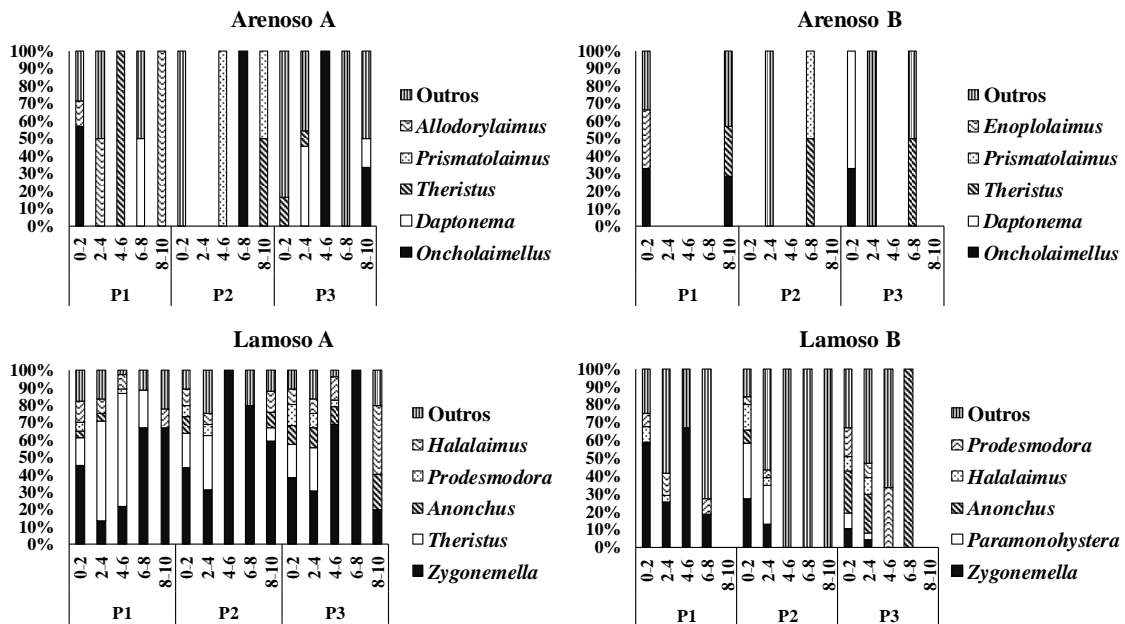


960

961 Figura 8: Riqueza média de Nematoda ao longo dos estratos de cada zona nos ambientes arenosos e lamosos. Letras diferentes indicam diferenças significativas (p<0,05) entre
962 estratos.

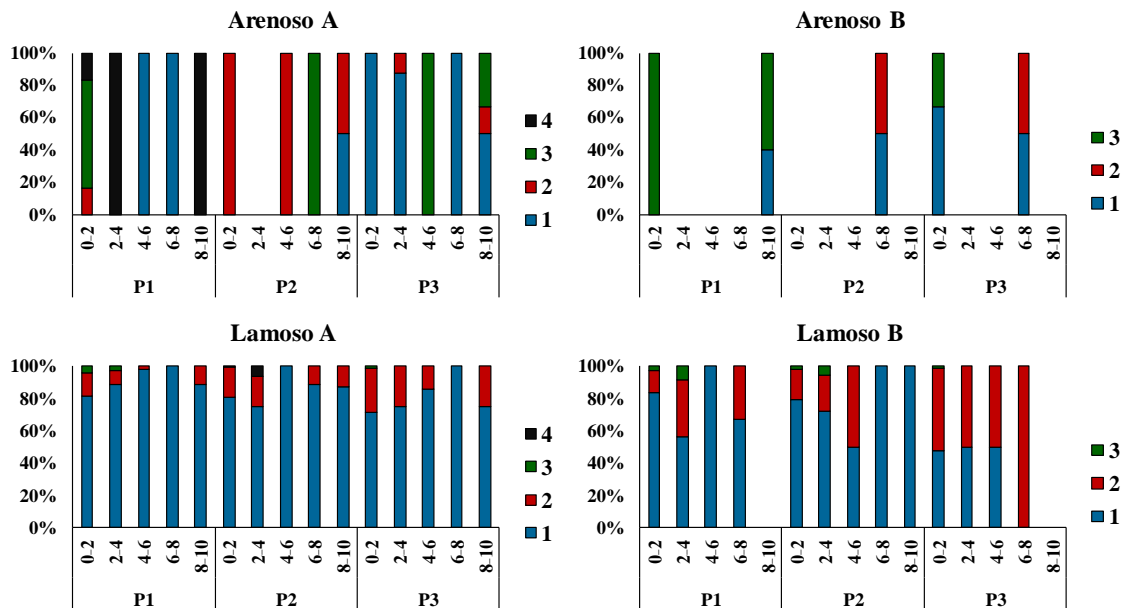
963

964



965

966 Figura 9: Participação relativa dos gêneros mais abundantes de Nematoda ao longo dos estratos de cada
967 zona nos ambientes estudados na Ilha de Cotijuba.

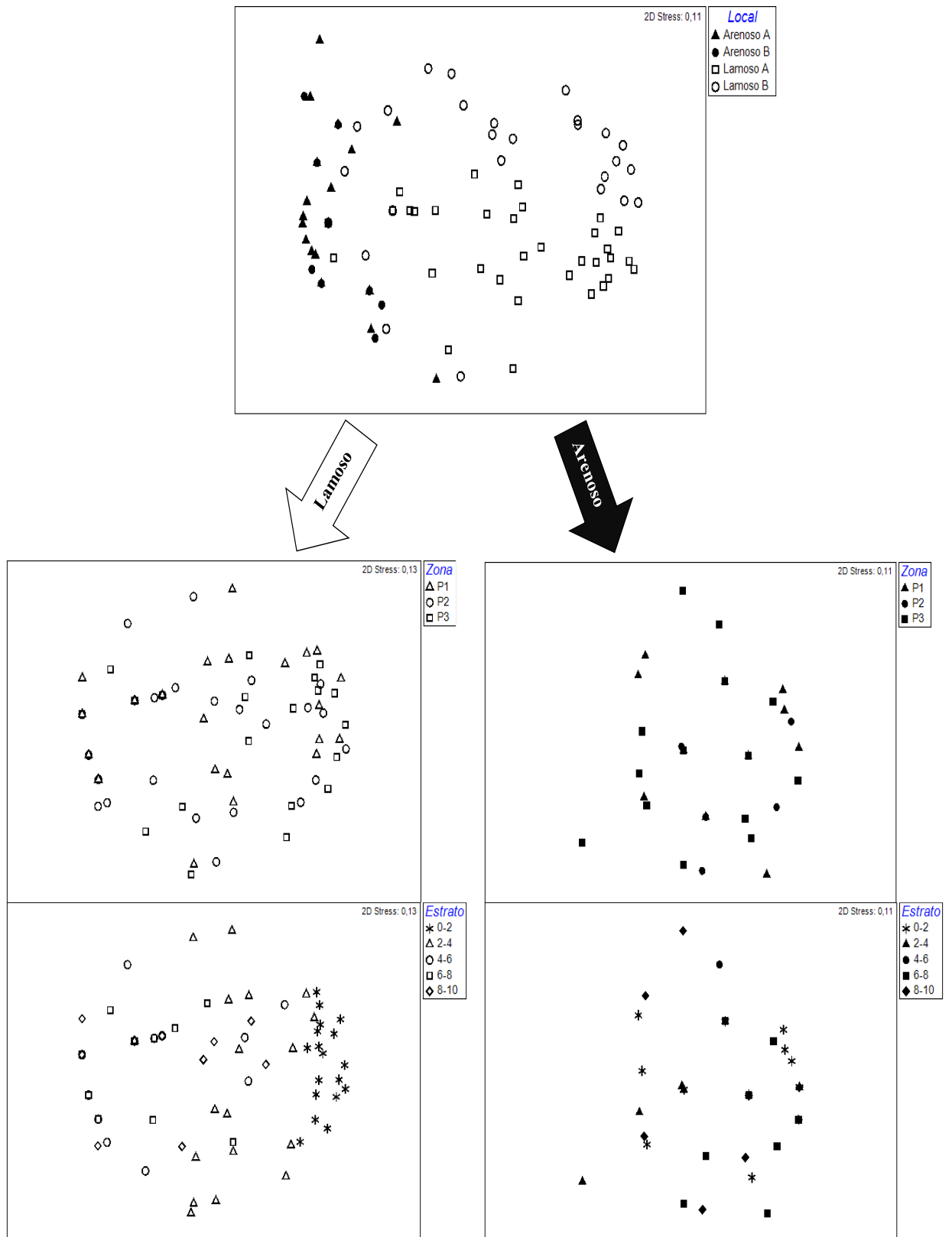


968

969 Figura 10: Distribuição vertical dos tipos tróficos de Nematoda (Traunspurger, 1997) nas zonas entremarés
970 dos ambientes arenosos e lamosos estudados (1- Comedores de depósito, 2- Raspadores, 3- Mastigadores
971 e 4- Sugadores).

972

973



974

975 Figura 11: nMDS baseado em uma matriz de similaridade de Bray-Curtis, comparando a associação de
 976 Nematoda entre ambientes, zonas entremarés e estratos do sedimento.

977

978

979

Material complementar

980

981 Densidade média total (ind./10cm²) dos grupos meiofaunais em cada um dos ambientes
 982 estudados na Ilha de Cotijuba.

Táxon	Arenoso A	Arenoso B	Lamoso A	Lamoso B
Nematoda	1,57	0,66	156,32	72,43
Copepoda	1,66	1,16	3,52	1,16
Oligochaeta	0,34	0,94	0,03	0,34
Tardigrada	0,37	---	1,03	0,44
Acari	1,60	0,31	0,94	0,25
Polychaeta	0,06	0,03	0,34	0,40
Psocoptera	0,12	0,15	---	0,06
Larva de Inseto	0,06	0,06	0,06	0,37
Nauplius	0,03	---	2,04	0,44
Rotifera	0,09	---	0,06	1,13
Turbellaria	0,75	---	---	---
Gastropoda	---	---	0,06	---
Cladocera	---	---	0,06	---

983 ---representa zero

984

985

986 Densidade média total (ind./10cm²) e grupo trófico dos gêneros de Nematoda
987 encontrados nos ambientes estudados na Ilha de Cotijuba.

Gênero	Arenoso	Arenoso	Lamoso	Lamoso	Grupo trófico
	A	B	A	B	
<i>Achromadora</i>	---	---	0,09	---	2
<i>Adenolaimus</i>	---	---	0,03	---	4
<i>Allodorylaimus</i>	0,09	---	---	---	4
<i>Anonchus</i>	0,03	---	1,72	1,82	2
<i>Antomicron</i>	---	---	---	0,03	1
<i>Amphimonhystrella</i>	0,06	---	---	---	1
<i>Chromadorita</i>	0,03	---	---	---	2
<i>Crocodorylaimus</i>	---	---	0,03	---	4
<i>Daptonema</i>	0,22	0,06	0,03	0,53	1
<i>Diplolaimelloides</i>	---	---	0,03	---	2
<i>Diplogasteritus</i>	---	---	0,12	---	2
<i>Enoplolaimus</i>	---	0,03	---	---	3
<i>Halalaimus</i>	0,03	---	2,32	1,66	1
<i>Hypodontolaimus</i>	0,03	---	---	---	2
<i>Ironus</i>	---	---	0,18	0,03	3
<i>Limonchulus</i>	---	0,03	---	---	3
<i>Listia</i>	---	---	0,18	---	1
<i>Microlaimus</i>	0,03	---	---	---	2
<i>Monhystrella</i>	---	---	0,09	1,00	1
<i>Monhystera</i>	---	---	0,53	0,44	1
<i>Mononchus</i>	---	---	0,09	0,25	3
<i>Neochromadora</i>	0,03	---	---	---	2
<i>Oncholaimellus</i>	0,34	0,12	0,03	0,09	3
<i>Oxystomina</i>	---	---	0,12	0,06	1
<i>Paramonohystera</i>	0,03	---	0,09	2,07	1
<i>Paraplectonema</i>	---	---	0,22	0,06	1
<i>Portmacquaria</i>	---	0,03	---	---	2
<i>Prismatolaimus</i>	0,06	0,03	0,03	0,03	2
<i>Prodesmodora</i>	---	---	1,41	1,60	2
<i>Prorhynchonema</i>	0,06	---	---	---	1
<i>Rhabdolaimus</i>	---	---	0,06	0,31	1
<i>Sinanema</i>	---	---	0,09	0,34	2
<i>Terschellingia</i>	---	---	0,03	---	1

<i>Theristus</i>	0,12	0,12	5,66	0,50	1
<i>Udonchus</i>	---	---	0,56	1,13	2
<i>Zygonemella</i>	---	---	9,75	4,93	1

988 ---representa zero

989 Densidade média (ind./10cm²) e riqueza média (número de grupos/gêneros) da meiofauna
 990 e de Nematoda em cada um dos ambientes, zonas e estratos.

		Meiofauna		Nematoda	
		Densidade	Riqueza	Densidade	Riqueza
Arenoso A		6,95	2,48	1,47	0,68
Arenoso B		3,36	1,15	0,62	0,28
Lamoso A		165,38	2,37	156,32	4,04
Lamoso B		77,59	1,75	72,43	3,51
Arenoso A					
P1		5,85	2,46	1,22	0,60
P2		4,62	1,80	0,47	0,26
P3		10,37	3,20	2,73	1,20
P1	0-2	6,60	2,33	3,30	1,00
	2-4	5,18	2,66	0,94	0,66
	4-6	2,83	1,00	0,47	0,33
	6-8	8,96	3,33	2,35	0,66
	8-10	5,66	3,00	0,47	0,33
P2	0-2	3,77	1,66	0,47	0,33
	2-4	2,35	1,00	---	---
	4-6	4,24	2,33	0,47	0,33
	6-8	6,13	2,33	0,47	---
	8-10	6,60	1,66	0,94	0,66
P3	0-2	4,24	1,66	2,83	1,66
	2-4	10,85	3,33	5,18	2,33
	4-6	13,68	3,66	1,88	---
	6-8	14,62	4,00	0,94	0,66
	8-10	8,49	3,33	2,83	1,33
Arenoso B					
P1		1,88	0,86	0,94	0,40
P2		1,79	0,80	0,37	0,20
P3		6,41	1,80	0,56	0,26
P1	0-2	3,30	2	3,30	1,33
	2-4	---	---	---	---
	4-6	1,41	0,66	---	---
	6-8	0,47	0,33	---	---
	8-10	4,24	1,33	1,41	0,66
P2	0-2	0,47	0,33	---	---
	2-4	0,94	0,33	1,88	0,66
	4-6	---	---	---	---
	6-8	2,83	1,66	0,94	0,33
	8-10	4,71	1,66	---	---
P3	0-2	4,24	2,66	---	---
	2-4	1,88	1,33	---	0,66
	4-6	0,94	0,66	0,47	---
	6-8	8,49	2,33	0,47	0,33
	8-10	16,51	2,00	1,41	0,33
Lamoso A					

P1		187,84	2,20	26,61	4,00
P2		188,06	2,73	21,04	3,60
P3		132,20	2,20	24,34	4,53
P1	0-2	753,47	4,33	712,90	9,66
	2-4	76,43	1,33	75,01	6,00
	4-6	37,74	1,33	35,85	1,66
	6-8	5,66	0,66	4,24	1,00
	8-10	6,13	2,00	4,24	1,66
P2	0-2	888,88	5,33	840,29	8,33
	2-4	10,37	2,33	7,07	2,66
	4-6	4,71	1,66	2,35	0,66
	6-8	9,43	2,00	4,71	1,66
	8-10	26,89	2,33	19,81	4,66
P3	0-2	599,19	4,66	587,40	10,00
	2-4	41,51	1,66	33,97	7,66
	4-6	15,56	2,33	13,68	3,00
	6-8	2,35	1,66	0,94	0,66
	8-10	2,35	0,66	2,35	1,33
Lamoso B					
P1		71,05	1,73	17,74	3,46
P2		71,24	2,00	17,07	3,06
P3		90,49	1,53	18,49	4,00
P1	0-2	332,62	5,33	314,22	10,33
	2-4	14,62	1,33	14,15	4,33
	4-6	2,35	1,33	1,88	1,00
	6-8	5,66	0,66	5,18	1,66
	8-10	---	---	---	---
P2	0-2	336,40	5,00	320,35	8,00
	2-4	13,68	2,00	11,32	5,33
	4-6	2,83	1,33	2,35	1,00
	6-8	2,35	1,33	1,41	0,66
	8-10	0,94	0,33	0,94	0,33
P3	0-2	421,79	4,33	389,24	10,66
	2-4	28,30	2,33	17,69	8,00
	4-6	1,41	0,33	1,41	1,00
	6-8	0,94	0,66	0,47	0,33
	8-10	---	---	---	---

991 ---representa zero

992

993

994 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

995 Este foi um dos primeiros estudos sobre a ecologia da meiofauna em ambientes
996 de água doce que sofrem influência de maré, um tipo de ecossistema aquático que ocorre
997 exclusivamente na Amazônia. A meiofauna na ilha de Cotijuba apresentou baixas
998 densidades quando comparada com os resultados de estudos realizados tanto em estuários
999 tropicais que apresentam ampla variação de salinidade quanto em ambientes lóticos
1000 comuns (sem influência de maré). Como esperado, os ambientes lamosos, ricos em
1001 nutrientes, apresentaram altas abundâncias de organismos meiofaunais (com Nematoda
1002 correspondendo a mais de 90%) quando comparados com as praias estudadas, pobres em
1003 nutrientes, confirmando a primeira hipótese deste trabalho. Contudo, Arenoso A foi um
1004 ambiente tão rico em termos de número de grupos quanto o ambiente Lamoso A, fato que
1005 deve estar relacionado à heterogeneidade nesses ambientes pela presença de afloramentos
1006 rochosos em Arenoso A e de prados de vegetação no entremarés de Lamoso A.

1007 Em ambas as praias tanto a meiofauna quanto Nematoda não apresentaram um
1008 padrão claro de distribuição vertical, sendo registradas densidades extremamente baixas
1009 desses organismos nos ambientes arenosos. Para evitar a ressuspensão causada pela ação
1010 das ondas, é provável que os organismos tenham migrado para profundidades maiores
1011 que 10 cm. Nas planícies lamosas, a falta de oxigenação e de alimento nos estratos mais
1012 profundos que quatro centímetros, restringiram a distribuição da meiofauna (e Nematoda)
1013 às camadas mais superficiais da coluna do sedimento, principalmente aos primeiros dois
1014 centímetros, o que confirma parcialmente a segunda hipótese do trabalho, considerando
1015 que apenas nos lamosos a distribuição vertical ocorreu da forma como foi prevista. A
1016 estreita faixa de entremarés, medindo no máximo 35 metros, favoreceu a ampla
1017 distribuição dos grupos meiofaunais e dos gêneros de Nematoda, não havendo diferença
1018 na densidade e riqueza entre as zonas de nenhum dos ambientes estudados no geral e,
1019 portanto, refutando a terceira hipótese do trabalho. Foram registradas nos ambientes de
1020 Cotijuba cinco novas ocorrências de gêneros de Nematoda de água doce para o Brasil:
1021 *Prodesmodora*, *Adenolaimus*, *Achromadora*, *Diplogasteritus* e *Crocodyrlaimus*. Tais
1022 gêneros foram exclusivos dos ambientes lamosos, evidenciando a alta riqueza de
1023 Nematoda em estuários.

1024 Os resultados deste trabalho indicam que o efeito do sedimento sobre a
1025 estruturação das comunidades bentônicas ocorre principalmente pela relação entre a

1026 granulometria e o fluxo de matéria orgânica e oxigênio dentro do hábitat intersticial. Para
1027 melhor compreender estas comunidades estuarinas, é necessário que estudos futuros
1028 enfoquem, por exemplo, em como as mudanças periódicas causadas pelos ciclos de marés
1029 influenciam a meiofauna em ambientes estuarinos de água doce como estes na ilha de
1030 Cotijuba.

1031

1032

1033

1034

1035

1036

1037

1038

1039

1040

1041

1042

1043

1044

1045

1046

1047

1048

1049 ANEXO 1: REGRAS GERAIS PARA FORMATAÇÃO DO ARTIGO

1050 (*Freshwater Biology* Author Guidelines)

1051 1. SUBMISSION

1052 Authors should kindly note that submission implies that the content has not been
1053 published or submitted for publication elsewhere except as a brief abstract in the
1054 proceedings of a scientific meeting or symposium.

1055 Once the submission materials have been prepared in accordance with the Author
1056 Guidelines, manuscripts should be submitted online through the *Freshwater Biology* –
1057 ScholarOne Manuscripts (S1M) web site: <http://mc.manuscriptcentral.com/fwb>.

1058 If you require help completing your submission, please contact the Editorial Office
1059 at FWBOffice@wiley.com

1060 *ORCID* *iDs*

1061 *Freshwater Biology* requires the submitting author (only) to provide an ORCID iD when
1062 submitting their manuscript. Authors will only need to provide an ORCID iD during
1063 submission once. For future submissions, their ORCID iD will appear as part of their
1064 author details. Once registered with ORCID, researchers will be able to manage the
1065 privacy settings of their individual ORCID Record data, ensuring them complete control
1066 over how their information is used, in line with ORCID's Privacy Policy.

1067 2. AIMS AND SCOPE

1068 *Freshwater Biology* publishes papers on all aspects of the ecology of inland waters,
1069 including rivers and lakes, ground waters, flood plains and other freshwater wetlands. We
1070 include studies of micro-organisms, algae, macrophytes, invertebrates, fish and other
1071 vertebrates, as well as those concerning whole systems and related physical and chemical
1072 aspects of the environment, provided that they have clear biological relevance.

1073 Studies may focus at any level in the ecological hierarchy from physiological ecology and
1074 animal behaviour, through population dynamics and evolutionary genetics, to community
1075 interactions, biogeography and ecosystem functioning. They may also be at any scale:
1076 from microhabitat to landscape, and continental to global. Preference is given to research,
1077 whether meta-analytical, experimental, theoretical or descriptive, highlighting causal
1078 (ecological) mechanisms from which clearly stated hypotheses are derived. Manuscripts
1079 with an experimental or conceptual flavour are particularly welcome, as are those or

1080 which integrate laboratory and field work, and studies from less well researched areas of
1081 the world. Priority is given to submissions that are likely to interest a wide range of
1082 readers.

1083 We encourage submission of papers well-grounded in ecological theory that deal with
1084 issues related to the conservation and management of inland waters. Papers interpreting
1085 fundamental research in a way that makes clear its applied, strategic or socio-economic
1086 relevance are also welcome.

1087 **3. TYPES OF SUBMISSION**

1088 *Freshwater Biology* accepts three types of manuscript: Research Articles, Reviews, and
1089 Opinion. All three types of manuscript follow the same process of peer review.

1090 Research Articles report empirical research and follows the format outlined below in
1091 Preparing the Submission.

1092 Review articles present reviews of areas of research of interest to the readership and
1093 falling within the scope of *Freshwater Biology* (see above). They may be invited or
1094 submitted. Preference will be given to Reviews that cover either new and emerging topics,
1095 or areas of research that have not been recently reviewed. Review articles should not
1096 present a catalogue of research on a topic. Instead, they should synthesize existing
1097 research, present novel insights, provide evidence-based generalisations about existing
1098 knowledge and identify or propose new directions for the research area. Provided that
1099 they meet the requirements, reviews written by postgraduate research students and their
1100 supervisors are welcome. Review articles will have a Summary, Introduction and
1101 Methods section (explaining how literature was sought for review) and otherwise be
1102 structured using subheadings. Word limits for Review articles are the same as those for
1103 Research Articles.

1104 Opinion articles are shorter communications with a narrower focus than Reviews, yet they
1105 should still be well founded on evidence from recent literature. They should present novel
1106 ideas, a distinctive viewpoint and/or conceptual advances related to recent research. They
1107 should not usually present new results. Provided that they meet these requirements,
1108 Opinion articles written by postgraduate research students together with more senior
1109 researchers are welcome. Opinion articles may also be submitted in pairs where each
1110 article presents one side of a debated topic. Opinion articles that present a critique or
1111 response to a recent article published in *Freshwater Biology*, following peer review and
1112 acceptance, will be held back while the authors of the original paper are invited to write

1113 a response within a fixed timeframe. If contributed, the latter will also be peer reviewed,
1114 and then the two articles will be published together in the same journal issue. Opinion
1115 articles will have a Summary and Introduction and otherwise be structured using
1116 subheadings. They have a maximum word limit of 4000 words (not including figures,
1117 tables or references).

1118 Freshwater Biology also publishes Special Issues on topics of current interest in the field.
1119 All three article types may form part of a Special Issue. Authors are asked to indicate
1120 whether their manuscript forms part of a Special Issue during the submission process.

1121 **4. PREPARING THE SUBMISSION**

1122 Authors that require assistance with writing in the English language should consider using
1123 a professional manuscript editing service, such as Wiley Editing Services. Offering help
1124 in editing, translation and more, Wiley Editing Services are performed by native English
1125 speakers who specialize in your field. For further information about the benefits of Wiley
1126 Editing Services, please visit [the website](#). Please note that while using Wiley Editing
1127 Services can greatly improve your chances of acceptance, it does not guarantee it.

1128 A single file should be prepared containing the title page, summary, main text,
1129 acknowledgments, references and tables (see guidelines below). Figures and supporting
1130 information should be supplied as separate files.

1131 There are no formal limits to the length of papers, but page space in the journal is tight,
1132 and most papers should be no longer than 9,000 words in total (text plus references,
1133 excepting Figures and Tables).

1134 **Main Text File**

1135 The text file should be presented in the following order:

1136 i. Title page containing:

- 1137 • Article Title
- 1138 • The full names of the authors
- 1139 • The author's institutional affiliations where the work was carried out, with a
1140 footnote for the author's present address if different from where the work was
1141 carried out
- 1142 • Keywords (maximum of five keywords)

- 1143 ii. Summary
1144 iii. Main Text
1145 iv. Acknowledgements
1146 v. Data Availability Statement
1147 vi. References
1148 vii. Tables (each table complete with title and footnotes)
1149 viii. Figure captions

1150 **Article Title.**

1151 The title should be short and informative, containing major keywords related to the
1152 content. The title should not contain abbreviations (see Wiley's [best practice SEO tips](#)).

1153 **Authorship.**

1154 For details on eligibility for author listing, please refer to the journal's Authorship policy
1155 outlined in the Editorial Policies and Ethical Considerations section.

1156 **Keywords.**

1157 Please provide five keywords, which should be relevant for literature searching and each
1158 normally comprising not more than two words.

1159 **Summary.**

1160 All papers should include a summary, in short numbered paragraphs, limited to about 3%
1161 of the length of the text, and in any case to not more than 500 words. This should provide
1162 a concise statement of the scope of the work and its principal findings and be fully
1163 intelligible without reference to the main text.

1164 **Main text.**

1165 The journal uses British spelling; however, authors may submit using US spelling, as
1166 spelling of accepted papers is converted during the production process.

1167 The main text should be ordered as follows:

1168 I. *Introduction*. This should contain a clear statement of the reason for doing the work,
1169 outlining essential background information, but should not include either the results or
1170 conclusions.

1171 II. *Methods*. This section should be concise but provide sufficient details to allow the
1172 work to be repeated.

1173 Product and manufacturer names: Where specific named materials/products are
1174 mentioned or named equipment used (including software packages), these should be
1175 identified by their manufacturer, followed by the manufacturer's location (e.g. town,
1176 state, country), or a source reference should be given if a standard or replicated procedure
1177 is being followed.

1178 III. *Results*. This section should not include material appropriate to the Discussion.

1179 IV. *Discussion*. This should highlight the significance of the results and place them in the
1180 context of other work.

1181 **Acknowledgments.**

1182 Contributions from individuals who do not meet the criteria for authorship should be
1183 listed, with permission from the contributor, in an Acknowledgments section. Financial
1184 and material support should also be mentioned. Thanks to anonymous reviewers are not
1185 appropriate.

1186

1187 **Data Availability Statement.**

1188

1189 Authors are required to provide a data availability statement to describe the availability
1190 or the absence of shared data. When data have been shared, authors are required to include
1191 in their data availability statement a link to the repository they have used, and to cite the
1192 data they have shared.

1193

1194 **Conflict of Interest Statement.**

1195 Authors will be asked to provide a conflict of interest statement during the submission
1196 process. See 'Conflict of Interest' section in Editorial Policies and Ethical Considerations
1197 for details on what to include in this section. Authors should ensure they liaise with all
1198 co-authors to confirm agreement with the final statement.

1199 **References.**

1200 List all sources in the reference list alphabetically by name. In text citations should follow
1201 the author-date method. This means that the author's last name and the year of publication
1202 for the source should appear in the text, for example, (Jones, 1998), and a complete
1203 reference should appear in the reference list at the end of the paper.

1204 References are styled according to the sixth edition of the Publication Manual of the
 1205 American Psychological Association. A sample of the most common entries in reference
 1206 lists appears below. Please note that for journal articles, issue numbers are not included
 1207 unless each issue in the volume begins with page one.

1208 Journal article:

1209 One author: Fawcett, T. (2006). An introduction to ROC analysis. *Pattern Recognition*
 1210 *Letters*, 27(8), 861–874. DOI: 10.1016/j.patrec.2005.10.010.

1211 Phelps, L. (1996). Discriminative validity of the WRAML with ADHD and LD children.
 1212 *Psychology in the Schools*, 33, 5- 12.

1213 2 to 7 authors: Daley, C. E., & Nagle, R. J. (1996). Relevance of WISC-III Indicators for
 1214 assessment of learning disabilities. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 14 (4),
 1215 320–333.

1216 More than 7 authors: Rutter, M., Caspi, A., Fergusson, D., Horwood, L. J., Goodman, R.,
 1217 Maughan, B., ... Carroll, J. (2004). Sex differences in developmental reading disability:
 1218 New findings from 4 epidemiological studies. *Journal of the American Medical*
 1219 *Association*, 291(16), 2007–2012. DOI: 10.1001/jama.291.16.2007

1220 In press or forthcoming: van Bergen, E., de Jong, P. F., Maassen, B., Krikhaar, E., Plakas,
 1221 A., & van der Leij, A. (in press). IQ of four-year-olds who go on to develop
 1222 dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*. DOI: 10.1177/0022219413479673

1223 Please note that in press articles may be cited, but do not cite unpublished manuscripts.

1224 Book edition:

1225 Bradley-Johnson, S. (1994). *Psychoeducational assessment of students who are visually*
 1226 *impaired or blind: Infancy through high school* (2nd ed.). Austin, TX: Pro-ed.

1227 References should refer only to material listed within the text.

1228 We recommend the use of a tool such as EndNote or Reference Manager for reference
 1229 management and formatting.

1230 EndNote reference styles can be searched for [here](#)

1231 Reference Manager reference styles can be searched for [here](#)

1232 **Tables.**

1233 Tables should be numbered consecutively with Arabic numerals with a caption as a
 1234 heading. Column headings should be brief, with units of measurement in parentheses.

1235 Tables should be self-contained and complement, not duplicate, information contained in
1236 the text. They should be supplied as editable files, not pasted as images. Captions should
1237 be concise but comprehensive – the table, legend, and footnotes must be understandable
1238 without reference to the text. All abbreviations must be defined in footnotes. Footnote
1239 symbols: †, ‡, §, ¶, should be used (in that order) and *, **, *** should be reserved for P-
1240 values. Statistical measures such as SD or SEM should be identified in the headings.

1241 **Figure Captions.**

1242 Captions should be concise but comprehensive – the figure and its caption must be
1243 understandable without reference to the text. Include definitions of any symbols used and
1244 define/explain all abbreviations and units of measurement.

1245 **Figures**

1246 All illustrations (including photographs) are classified as figures and should be numbered
1247 consecutively. Although authors are encouraged to send the highest-quality figures
1248 possible, for peer-review purposes, a wide variety of formats, sizes, and resolutions are
1249 accepted. Click [here](#) for the basic figure requirements for figures submitted with
1250 manuscripts for initial peer review, as well as the more detailed post-acceptance figure
1251 requirements.

1252 Figures submitted in colour may be reproduced in colour online free of charge. Please
1253 note, however, that it is preferable that line figures (e.g. graphs and charts) are supplied
1254 in black and white so that they are legible if printed by a reader in black and white. If an
1255 author would prefer to have figures printed in colour in hard copies of the journal, a fee
1256 will be charged by the Publisher.

1257 **Supporting information**

1258 Supporting information is information that is not essential to the article, but provides
1259 greater depth and background. It is hosted online and appears without editing or
1260 typesetting. It may include tables, figures, videos, datasets, etc. Click [here](#) for Wiley's
1261 FAQs on supporting information.

1262 Note: if data, scripts, or other artefacts used to generate the analyses presented in the paper
1263 are available via a publicly available data repository, authors should include a reference
1264 to the location of the material within their paper. Authors are encouraged to place all
1265 species distribution records in a publicly accessible database, such as the national Global

1266 Biodiversity Information Facility (GBIF) nodes (www.gbif.org) or data centres endorsed
1267 by GBIF, including BioFresh (www.freshwaterbiodiversity.eu).

1268 **Style Points**

1269 The following points provide general advice on formatting and style.

- 1270 • **Abbreviations:** In general, terms should not be abbreviated unless they are used
1271 repeatedly and the abbreviation is helpful to the reader. Initially, use the word in
1272 full, followed by the abbreviation in parentheses. Thereafter use the abbreviation
1273 only.
- 1274 • **Units of measurement:** Measurements should be given in SI or SI-derived units.
1275 Visit the Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) website
1276 at www.bipm.fr for more information about SI units.
- 1277 • **Numbers:** numbers under 10 are spelt out, except for: measurements with a unit
1278 (8mmol/l); age (6 weeks old), or lists with other numbers (11 dogs, 9 cats, 4
1279 gerbils).

1280