



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA  
AQUÁTICA E PESCA



**COMUNIDADE DE MEIOFAUNA E ASSOCIAÇÕES DE NEMATODA EM PRAIAS  
ARENOSAS AMAZONICAS DE MACROMARÉ: VARIAÇÕES ESPACIAIS E  
SAZONAIS**

**TATIANNE PEREIRA GOMES DE MELO**

BELÉM - PA  
2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

**COMUNIDADE DE MEIOFAUNA E ASSOCIAÇÕES DE NEMATODA EM PRAIAS  
ARENOSAS AMAZONICAS DE MACROMARÉ: VARIAÇÕES ESPACIAIS E  
SAZONAIS**

**TATIANNE PEREIRA GOMES DE MELO**

Tese 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 Doutor.

Orientadora: Dra. VIRÁG VENEKEY

BELÉM-PA

2016

Dados Internacionais de Catalogação- na-Publicação (CIP)  
Biblioteca do Instituto de Ciências Biológicas - UFPA

---

Melo, Tatianne Pereira Gomes de

Comunidade de meiofauna e associações de nematoda em praias arenosas amazônicas de macromaré: variações espaciais e sazonais / Tatianne Pereira Gomes de Melo; Orientadora, Virág Venekey. - 2016.

113 f.: il.

Inclui bibliografias

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Belém, 2016.

1. Animais bentônicos – Maiandeuá, Ilha de (PA). 2. Meiofauna – Maiandeuá, Ilha de (PA). 3. Hidrodinâmica. 4. Zonação intermareal. 5. Biodiversidade marinha. I. Venekey, Virág, orientadora. II. Título.

CDD – 22 ed. 577.77098115

---

**COMUNIDADE DE MEIOFAUNA E ASSOCIAÇÕES DE NEMATODA EM PRAIAS  
ARENOSAS AMAZONICAS DE MACROMARÉ: VARIAÇÕES ESPACIAIS E  
SAZONAIS**

**TATIANNE PEREIRA GOMES DE MELO**

**Data da defesa: 27 de outubro de 2016**

**Banca Examinadora**

Dra. VIRÁG VENEKEY Orientadora – UFPA

Dr. ANDRÉ MORGADO ESTEVES - membro externo – UFPE

Dra. DAIANE EVANGELISTA AVIZ DA SILVA - membro externo – UFPA

Dra. JEANNIE NASCIMENTO DOS SANTOS - membro externo - UFPA

Dr. MARCELO PETRACCO – membro interno – UFPA

**Suplentes**

Dr. JAMES TONY LEE - membro suplente - UFPA

Dra. JUSSARA MORETTO MARTINELLI LEMOS - membro suplente – UFPA

BELÉM-PA

2016



*A minha filha, Brunna Gomes de Melo, meu amor incondicional ...*



*Ao meu esposo Bruno Melo*

*De tudo, ao meu amor serei atento  
Antes, e com tal zelo, e sempre, e tanto  
Que mesmo em face do maior encanto  
Dele se encante mais meu pensamento.*

*Quero vivê-lo em cada vão momento  
E em louvor hei de espalhar meu canto  
E rir meu riso e derramar meu pranto  
Ao seu pesar ou seu contentamento.*

*E assim, quando mais tarde me procure  
Quem sabe a morte, angústia de quem vive  
Quem sabe a solidão, fim de quem ama*

*Eu possa me dizer do amor (que tive):  
Que não seja imortal, posto que é chama  
Mas que seja infinito enquanto dure.*

♥ *(Vinícius de Moraes)*

Renda-se, como eu me rendi.  
Mergulhe no que você não conhece como eu mergulhei.  
Não se preocupe em entender, viver ultrapassa qualquer entendimento!  
*(Clarice Lispector)*

## AGRADECIMENTOS

Ao meu esposo, Bruno Melo, meu anjo protetor, pela força, apoio, paciência, compreensão, carinho e muito amor sempre. Sua companhia, seu bom humor, sua presença física e espiritual foram primordiais para que eu finalizasse esse trabalho (*te amo!*).

A minha filha, Brunna, companheirinha de todas as tardes, que mesmo tão novinha e sem saber me incentivou. Seu sorriso, sua alegria, seu jeito danadinho e palavras do tipo 'você é a melhor mãe do mundo' foram combustíveis em momentos de desânimo.

Aos meus pais, Francisco e Neuza, que mesmo muito distantes da minha vida profissional, sempre me estimularam a estudar, a ter uma profissão e a ser uma pessoa independente e a minha irmã Lidianne que mesmo doentinha torceu para o sucesso da tese.

A minha orientadora húngara-brasileira, Dra. Virág Venekey, pelos ensinamentos, paciência, confiança, compreensão, parceria em outros projetos, por me mostrar que horários, prazos e compromissos devem ser honrados, pelos presentes e bolos de aniversários, pelas inúmeras lembrancinhas a cada viagem realizada e principalmente por tornar a minha vida profissional menos difícil ao longo desses quatro anos. Saiba que se não fosse o seu convite e a sua presença física essa tese talvez nem existisse (*hálás vagyok kedves!*).

A minha sogra, Maria Elisabeth, por ter ficado várias vezes com minha filha por conta da minha rotina na universidade e aos meus cunhados Reinaldo Júnior e Rafael por brincarem com ela quando eu não podia mais.

A minha ex-secretária, Odineia Rodrigues, pela honestidade com que cuidou da minha casa e da minha filha durante esses quatro anos em que eu estive mergulhada em disciplinas, pesquisa e trabalho.

A Erivaldo, Manuelle, Sara e Virág pelas idas nas primeiras coletas em Algodoal quando eu não pude ir porque ainda estava amamentando.



As estagiárias do PIBIC/FAPESPA, Débora Silva e Sara Lopes, do Grupo de Estudos de Nematoda Aquáticos (GENAQ/ICB-UFPA), pela ajuda em parte das triagens, montagens e identificações dos Nematoda.

À bióloga Keuli Campelo, por ter aceito montar parte das minhas lâminas de Nematoda, mesmo estando sobrecarregada.

Aos demais colegas de laboratório Bruna, Erivaldo, Karina, Keuli, Thuareag, Wanessa e as minhas amigas Daniela, Roseanne e Vanessa pelas inúmeras festinhas, aniversários surpresa e confraternizações, esses momentos de descontração tornaram o trabalho menos árduo. Um agradecimento especial a Rose (*Anne*) e Dani pela consideração de estarem comigo dias antes da defesa me dando força e coragem.

Ao Dr. Cesar Braga, Dr. James Lee e Dra. Jussara Martinelli pelas sugestões feitas durante a minha qualificação de doutorado.

Ao Dr. Marcelo Cohen, pela atenção, compreensão e principalmente por ter permitido que eu fizesse as análises granulométricas no Laboratório de Oceanografia Química/IG-UFPA, sua ajuda foi de suma importância para o enriquecimento da tese e ao Msc. Caio Moraes, pela ajuda no processamento das amostras.

Ao Dr. Maâmar El-Robrini, por ter possibilitado a realização das análises de matéria orgânica no Laboratório de Geológica e Geomorfologia e Costeira Oceânica/IG-UFPA.

Ao Dr. Marcelo Rollnic, do Laboratório de Oceanografia Física/ UFPA e a Msc. Thaís Borba, pelos parâmetros físicos obtidos desde a coleta até a interpretação dos dados.

A Dra. Daiane Aviz pela ajuda nas análises estatísticas, por invariavelmente me receber com carinho em sua casa sempre que precisei, por me fazer acreditar que sou capaz e principalmente pela amizade.

Aos professores Andre Esteves, Daiane Aviz, Jeannie Santos e Marcelo Petracco por aceitarem o convite de compor a banca da minha defesa e por suas valiosas sugestões.

À Coordenação de Formação de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado, essencial para a execução do trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro para a realização do projeto de pesquisa.

A toda energia positiva que recebi e a todos que de alguma maneira me ajudaram a concluir minha pesquisa com honestidade. Que vocês recebam em dobro tudo aquilo que por mim fizeram.

***Muito obrigada!***

## **ESTRUTURA DA TESE**

A tese começa com uma introdução geral onde são apresentadas as características e classificações morfodinâmicas de praias. Em seguida são definidos os objetivos gerais e na sequência os objetivos específicos e hipóteses por capítulos, descrição da área de estudo do Capítulo 1 e metodologia geral. Posteriormente, seguem dois capítulos em formato de artigo e após os artigos são apresentadas conclusões gerais e perspectivas para estudos futuros. 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.

O capítulo 1 visa descrever as modificações ambientais como estruturadores da meiofauna e das associações de Nematoda em praias arenosas amazônicas de macromaré com distintas morfodinâmicas. As amostras que geraram os resultados nesse capítulo foram coletadas na Ilha de Maiandeuá/Algadoal, Pará, Brasil, entre os anos de 2011 e 2012 no âmbito do projeto “Modificações na estrutura das associações bentônicas em resposta a variações morfodinâmicas em praias arenosas amazônicas” (Edital Universal CNPq Processo nº 479493/2010-3 Nº 14/2010).

O capítulo 2 visa comparar a meiofauna e Nematoda em praias de macromaré em diferentes latitudes e apresentar uma revisão sobre esse assunto.

## RESUMO GERAL

Levando em consideração comunidades bentônicas, poucos estudos são direcionados a comunidade de meiofauna de regiões tropicais sob o regime de macromaré. Essa tese é dividida em dois capítulos. No **capítulo 1** foram analisadas as variações espaciais e temporais na estrutura da meiofauna e das associações de Nematoda em praias com diferentes hidrodinâmicas na Ilha de Algodal (Pará). As coletas foram realizadas ao longo de um ano (setembro/2011, dezembro/2011, março/2012 e junho/2012) em três praias da ilha: Caixa d'Água, Farol e Princesa. A meiofauna foi composta por 14 táxons, sendo Nematoda e Tardigrada os grupos dominantes. A densidade média da meiofauna na praia da Princesa diferiu significativamente da praia do Farol sendo tal resultado atribuído a maior oferta de alimento na praia estuarina semi-exposta do Farol e a menor disponibilidade alimentar além da maior ação das ondas na praia oceânica exposta da Princesa. Todos os descritores de Nematoda (densidade, riqueza, equitatividade e diversidade) foram mais elevados na praia estuarina protegida da Caixa d'Água e mais baixos na praia oceânica. Em relação as estações nas praias, as maiores abundâncias ocorreram na zona intermaré média e as menores na zona intermaré superior, porém a riqueza, equitatividade e diversidade apresentaram valores máximos na zona intermaré inferior. Foram identificados 131 gêneros de Nematoda. A nematofauna mostrou diferença significativa entre meses e estações em todas as praias. As variáveis ambientais mais bem relacionadas com os gêneros de Nematoda foram conteúdo de água, temperatura do substrato e fração de areia. No **capítulo 2** foi feito um levantamento taxonômico e uma análise para identificar padrões de diversidade da meiofauna e dos Nematoda em praias arenosas de macromaré, considerando graus de morfodinâmica e latitudes: revisão literária. Até o presente momento foram identificados 46 gêneros de Nematoda nas praias dissipativas, 103 na praia dominada por maré semi-exposta; 82 na praia dominada por maré protegida; 80 na praia modificada por mare e 82 na praia ultradissipativa. Quanto as latitudes foram registradas 139 gêneros na região tropical e 107 na região temperada.

**Palavras-chave:** variação espaço-temporal; hidrodinâmica, zonação; região tropical; Brasil

## ABSTRACT

Considering benthic communities few studies are related to meiobenthic communities of tropical regions with macrotidal regime. This thesis is divided in two chapters. In chapter 1 the space temporal variations of meiofauna structure and Nematoda associations were analysed in beaches with different hydrodynamics at Algodóal Island. (Pará). The samplings were made during one year (September/2011, December 2011, March/2012 and June/2012) in three beaches of the island: Caixa d'Água, Farol and Princesa. The meiofauna was composed by 14 taxons, with Nematoda and Tardigrada as dominant groups. The mean density of meiofauna at Princesa beach was significantly different from Farol beach. The result was attributed to the higher disponibility of food in the intermediate beach (Farol) and the lower disponibility of food and higher waves action in the oceanic dissipative beach (Princesa). All Nematoda descripts (density, richness, eveness and diversity) presented higher values in the protected estuarine beach Caixa d'Água and lower in the oceanic beach. Considering stations in the beaches, higher densities occured in the middle intertidal zone and lower values in the upper intertidal zone, however richness, eveness and diversity presented maximum values on the lower intertidal zone. 131 Nematoda genera were identified. The nematofauna was significantly different between months and stations in all beaches. Water content, substrate temperature and proportion of sand were the enviromental variables more related to Nematoda genera. In chapter 2 was verified a taxonomic review and analysys were done to identify the diversity patterns of meiofauna and Nematoda from macrotidal sandy beaches, considering different morphodynamic states and different latitudes: a literature review. Until now 46 Nematoda genera were identified in dissipative beaches, 103 in beach dominated by semi-exposed tide, 82 in protected beach, 80 in beach modified by tide and 82 in ultradissipative beaches. Concerning latitudes, 139 genera were recorded in tropical region and 107 in temperate region.

**Key-words:** space-temporal variation; hydrodynamics, zonation; tropical region; Brazil

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Zonação hidrodinâmica e morfológica típica em praia arenosa oceânica (Moraes, 1996)...	2
Figura 2. Modelos de praias arenosas dissipativa, intermediária e reflectiva (Wright e Short, 1983).	3
Figura 3. Modelo morfodinâmico baseado no RTR e $\Omega$ (adaptado de Masselink e Short, 1993).....	5
Figura 4. Perfil geral das zonas de pós-praia, intermaré e inframaré (Souza Filho et al., 2003).....	6
Figura 5. Tipos de praias arenosas e seus principais fatores (adaptada de McLachlan e Turner, 1994).....	8
Figura 6. Localização e fotos das praias estudadas (1. Caixa d'Água , 2. Farol e 3. Princesa ) na Ilha de Algodual (Maracanã-PA) (mapa adaptado de Ataíde <i>et al.</i> , 2014) e fotos de Thuareag dos Santos.....	15
Figura 1.1. Localização das praias estudadas na Ilha de Algodual (PA): 1. Caixa d'Água 2. Farol e 3. Princesa. Adaptado de Ataíde et al., 2014.....	33
Figura 1.2. Perfil das praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa) durante os meses (Setembro/2011, Dezembro/2011, Março/2012 e Junho/2012) na Ilha de Algodual (PA).....	39
Figura 1.3. Balanço volumétrico das praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa) durante os meses (Setembro/2011, Dezembro/2011, Março/2012 e Junho/2012) na Ilha de Algodual (PA)..	40
Figura 1.4. Precipitação pluviométrica e salinidade da água nas praias da Ilha de Algodual (PA), entre agosto de 2011 e julho de 2012. As setas indicam os meses de amostragens.....	41
Figura 1.5. Variáveis ambientais % matéria orgânica, % conteúdo de água e temperatura do sedimento nas praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa) durante os meses (Setembro/11, Dezembro/11, Março/12 e Junho/12) nas estações (S1, S2, S3, S4 e S5) na Ilha de Algodual (PA).....	42
Figura 1.6. Densidade média (ind/10 cm <sup>2</sup> ) e riqueza (número de táxons) da meiofauna durante os meses (Setembro/11, Dezembro/11, Março/12 e Junho/12) nas estações (S1, S2, S3, S4 e S5) nas praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa) (A). As barras indicam o desvio padrão.....	46
Figura 1.7. Densidade média (eixo y: ind/10 cm <sup>2</sup> ) e desvio padrão durante os meses (Setembro/11, Dezembro/11, Março/12 e Junho/12) nas estações (S1, S2, S3, S4 e S5) para Nematoda e Tardigrada nas praias estudadas (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa) na Ilha de Algodual (PA).....	48
Figura 1.8. Análise de escalonamento multidimensional (MDS) da comunidade de meiofauna durante os meses (Setembro/11, Dezembro/11, Março/12 e Junho/12) nas estações (○: S1, ▼: S2, ▲: S3, ■: S4, ×: S5) nas praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa) na Ilha de Algodual (PA).....	50
Figura 1.9. Densidade média (ind/10 cm <sup>2</sup> ) e desvio padrão dos principais gêneros de Nematoda durante os meses (Setembro/11, Dezembro/11, Março/12 e Junho/12) nas estações (S1, S2, S3, S4 e S5) nas praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa) na Ilha de Algodual (PA).....	53

Figura 1.10. (A) Riqueza média (número dos generos) e (B) equitatividade de Pielou (J') e diversidade de Shannon (H') dos Nematoda durante os meses (Setembro/11, Dezembro/11, Março/12 e Junho/12) nas estações (S1, S2, S3, S4 e S5) nas praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa) na Ilha de Algodual (PA). Barras verticais indicam desvio padrão.....	55
Figura 1.11. Participação relativa (%) dos grupos tróficos de Nematoda (Wieser, 1953) nas praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa) na Ilha de Algodual (PA) durante os meses (Setembro/11, Dezembro/11, Março/12 e Junho/12) e estações (S1, S2, S3, S4 e S5). 1A: comedores de depósitos seletivos, 1B: comedores de depósitos não seletivos, 2A: comedores de epístratos, 2B: predadores/onívoros.....	60
Figura 1.12. Análise de correspondência canônica (triplo) dos principais gêneros de Nematoda, variáveis ambientais e meses. Generos: Dapt, <i>Daptonema</i> ; Theri, <i>Theristus</i> ; Adon, <i>Adoncholaimus</i> ; Chro, <i>Chromadorita</i> ; Aegi, <i>Aegiolaimus</i> ; Odon, <i>Odontophora</i> ; Nudo, <i>Nudora</i> ; Troc, <i>Trochamus</i> ; Tricho, <i>Trichotheristus</i> . Variáveis ambientais: T, temperatura; TMG, tamanho médio dos grãos, % MO, Matéria Orgânica, % Ct_de Água: Conteúdo de Água. Praias: Caixa d'Água: estrela, Farol: quadrado e Princesa: círculo.....	61
Figura 2.1. Densidade média e riqueza dos grupos da meiofauna em praias de macromaré no mundo. Os números em parênteses representam a referência dos trabalhos listados na tabela 2.1.....	90
Figura 2.2. Resultado da análise de agrupamento (CLUSTER) para valores de presença e ausência dos grupos da meiofauna nas praias de macromaré entre regiões temperada, tropical e subtropical, utilizando a distância de Bray Curtis.....	90
Figura 2.3. Resultado da análise de agrupamento (CLUSTER) das praias de macromaré considerando a riqueza de gêneros de Nematoda entre regiões temperada e tropical e morfodinamica. U: ultradissipativa, D:dissipativa, MM: modificada por maré, DM1: dominada por mare protegida, DM2: dominada por mare semi-exposta.....	96

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Parâmetros físicos das praias Caixa d'Água, Farol e Princesa. Hb: altura significativa da onda, Ts (s): período de onda, MS: Estágio Morfodinâmico, MS <sub>1</sub> (Wright e Short, 1984), MS <sub>2</sub> (Masselink e Short, 1993), DM: dominado por maré, MM: modificado por maré, Ω: Dean, RTR: variação relativa da maré.....	38
Tabela 1.2. Fatores granulométricos nas praias da Caixa d'Água, Farol e Princesa na Ilha de Algodal (PA) durante os meses (Setembro/2011, Dezembro/2011, Março/2012 e Junho/2012) nas estações (S1, S2, S3, S4 e S5). *areia média, **areia muito fina, ***silte fino.....	43
Tabela 1.3. Resultado da ANOVA trifatorial comparando densidade e riqueza da meiofauna entre praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa), meses (Setembro/11, Dezembro/11, Março/12 e Junho/12) e estações (S1, S2, S3, S4 e S5). * (p<0,05), ** (p<0,01), ns (não significativo).....	45
Tabela 1.4. Resultado da PERMANOVA para a meiofauna (A) Fatores e teste pareado para Meses (B) e Estações (C) mostrando a diferença entre os meses, praias e estações nas três praias. M = meses, P = praias, S = estações, Res = resíduo, Gl = grau de liberdade, QM = quadrado médio, p = probabilidade. Diferença significativa (p < 0,05).....	49
Tabela 1.5. Resultado da PERMANOVA para os Nematoda (A) Fatores e teste pareado para Meses (B) e Estações (C) mostrando a diferença entre os meses, praias e estações nas três praias. M = meses, P = praias, S = estações, Res = resíduo, Gl = grau de liberdade, QM = quadrado médio, p = probabilidade. Diferença significativa (p < 0,05).....	57
Tabela 1.6. Similaridade SIMPER para os meses nas praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa). Os gêneros que contribuíram com 50% de similaridade entre as praias foram listados. % Co.: contribuição, % Ac: acumulativo, Av.S: média da similaridade.....	58
Tabela 1.7. Similaridade SIMPER para estações (S1, S2, S3, S4 e S5) das praias (Caixa d'Água, Farol e Princesa). Os gêneros que contribuíram com 50% de similaridade entre as praias foram listados. % Co.: contribuição, % Ac: acumulativo, Av.S: média da similaridade. Número em itálico representam associações de Nematoda.....	59
Tabela 2.1. Lista dos estudos sobre a meiofauna em praias de macromaré no mundo. Ano de publicação; coordenadas geográficas (Latitude e Longitude); Local de amostragem; Região climática (subtropical: Subtr, tropical: Trop e temperada: Temp); Altura da Maré de sizígia (MS) em metros; Número de praias estudadas (N°); Praia; Sedimento (S): 1. areia fina 2. areia fina e areia média; Esforço Temporal (ET); Diâmetro do amostrador (D <sub>50</sub> ) em centímetros; Malha da peneira (M) em milímetro; Morfodinâmica da praia (MP): Dissipativa (DIS), Dominada por Maré (DM), Modificada por Maré (MM), Terraço de Maré Baixo (TMB), Planície de Maré (PM); Densidade Média Geral (ind/10 cm <sup>2</sup> ) (DMG); Riqueza de grupos (Riq); Número de amostras (N.A): dados não publicados (dnp); *dados não informados.....	87
Tabela 2.2. Lista de ocorrências para grupos da meiofauna em praias de macromaré de regiões temperada, subtropical e tropical. KH: Knokke-Heist, Audr.: Audresselles, W: Westerschelde, Ajur.: Ajuuteua, R: número de registros.....	91
Tabela 2.3. Lista dos estudos a nível taxonômico baixo sobre Nematoda em praias de macromaré no mundo. Ano de publicação; Coordenadas geográficas (latitude e longitude); Local de amostragem; Região climática (tropical: Trop e temperada: Temp); Número de praias estudadas (N°); Zona da praia estudada (ZP): intermaré (Int); Largura da Zona Intermaré (LZI) em metros; Esforço Temporal (ET); Morfodinâmica da praia (MP): Ultradissipativa (ULT), Dissipativa (DIS), Dominada por maré protegida (DMp), Dominada por maré semi-exposta (MDe) e Modificada por maré (MM); Diâmetro	



do amostrador (D <sub>∞</sub> ); N° de família (F); N° de gêneros (G); N° de espécies (E); Densidade Média Geral (ind/10 cm <sup>2</sup> ) (DM); Gênero dominante (GD); dados não publicados (dnp); * dados não informados.....	93
Tabela 2.4. Gêneros de Nematoda registrados na zona de intermaré de praias arenosas de macromarés.	94
Tabela 2.5. Gêneros de Nematoda encontrados no sublitoral e nas calhas e bancos arenosos (zona de intermaré) de praias arenosas de macromarés.....	95

## SUMÁRIO

I	INTRODUÇÃO GERAL.....	1
II	OBJETIVOS E HIPÓTESES.....	11
III	ÁREA DE ESTUDO DO CAPÍTULO I.....	13
IV	METODOLOGIA GERAL.....	16
V	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
	<b>CAPÍTULO 1</b> Modificações ambientais em praias arenosas amazônicas de macromaré como estruturadores da meiofauna e de Nematoda	30
1.1	<b>Introdução</b> .....	31
1.2	<b>Material e Métodos</b> .....	32
1.3	<b>Resultados</b> .....	38
1.4	<b>Discussão</b> .....	62
1.5	<b>Conclusões</b> .....	68
1.6	<b>Referências Bibliográficas</b> .....	70
	<b>Anexo 1.1</b> .....	76
	<b>CAPÍTULO 2</b> Meiofauna e Nematoda em praias arenosas de macromaré: uma revisão considerando diferentes morfodinâmicas e latitudes	82
2.1	<b>Introdução</b> .....	83
2.2	<b>Material e Métodos</b> .....	84
2.3	<b>Resultados</b> .....	85
2.4	<b>Discussão</b> .....	97
2.5	<b>Conclusões</b> .....	100
2.6	<b>Referências Bibliográficas</b> .....	101
	<b>Anexo 2.1</b> .....	103
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	112

## I. INTRODUÇÃO GERAL

O ambiente costeiro caracteriza-se pelas mudanças espaciais e temporais que resultam em uma variedade de feições geológicas e geomorfológicas, advindo da complexa interação dos processos deposicionais e erosivos relacionados a ação das ondas, correntes de maré e correntes litorâneas (Rossetti, 2008). Dentro desse contexto, as praias arenosas são um dos ecossistemas mais dinâmicos, sendo totalmente dependentes das ondas e aporte sedimentar para sua formação, podendo ocorrer em todas as latitudes, climas, amplitudes de marés e tipos de costas (Short, 1999).

Embora o termo *praia* seja definido de várias maneiras é nítido para os autores que a definem, King (1959), Komar (1976), Short (1982), Horikawa (1988) entre outros, o caráter não coesivo dos sedimentos que a compõem e a dominância de fatores hidrodinâmicos atuantes como ondas e marés (Hoefel, 1998). Nesse estudo, define-se praia como depósitos de material inconsolidado, formados na interface terra-mar, sob a ação de ondas, correntes, marés e ventos, que vai desde a linha média da baixa-mar até uma falésia, um campo de dunas ou vegetação permanente (Suguio, 1992).

As praias arenosas podem ser oceânicas ou estuarinas, as primeiras constituem sistemas de alta energia, elevada instabilidade ambiental sujeitas às bruscas variações energéticas geradas por processos eólicos e hidráulicos (Short, 2003) e a segunda são ambientes de baixa energia, caracterizadas pela ação das ondas de pequena amplitude durante condições climáticas normais (Jackson et al., 2002). As praias estuarinas diferem das praias oceânicas expostas em muitos aspectos, por exemplo, as variações cíclicas do perfil topográfico, que são típicas nas praias oceânicas, estão ausentes nas praias estuarinas (Jackson et al. 2002; Travers 2007).

As praias são ambientes tão variáveis espaço-temporalmente que qualquer tentativa de delimitar seus subambientes deve levar em consideração os agentes responsáveis por tais mudanças, ou seja, os processos hidrodinâmicos. Sendo assim, na praia distinguem-se três

zonas: 1) Zona de Arrebentação (*breaking zone*) - zona onde ocorre a dissipação das ondas, compreendida entre o limite da quebra das ondas mais distante e a mais próxima da costa; 2) Zona de Surfe (*surf zone*) - porção da praia varrida pela onda após sua quebra e 3) Zona de Espriamento (*swash zone*) - zona limitada entre a máxima e a mínima do espriamento de ondas sobre a zona de intermaré (Hoefel, 1998) (Figura 1).

Morfologicamente a praia possui uma variável para designar os subambientes ou mesmo os limites desses. Nesse estudo, portanto, considera-se a seguinte zonação morfológica 1) Face Praial (*beachface*) - zona sobre a qual ocorrem os processos da zona de arrebentação; 2) Antepraia (*shoreface*) - zona dominada por processos de empinamento de onda, que se estendem em direção à terra e 3) Pós-Praia (*backshore*) - zona que se estende do limite superior do espriamento até início das dunas ou mudança fisiográfica brusca (Hoefel, 1998) (Figura 1).

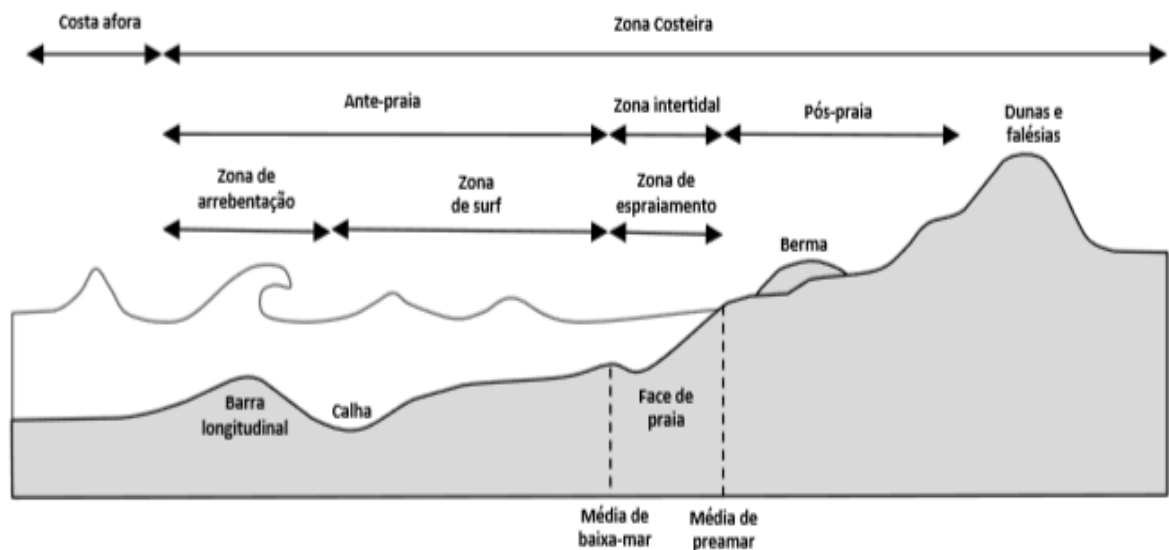


Figura 1. Zonação hidrodinâmica e morfológica típica em praia arenosa oceânica (Moraes, 1996).

A morfologia e a dinâmica das praias alteram a granulometria do sedimento e variam em função da altura de quebra e período das ondas incidentes, da variação da maré e das características topográficas. A interação desses parâmetros originou o conceito de morfodinâmica (Short, 1996), onde cada parâmetro possui considerável variação espaço-temporal, resultando em uma variedade de tipos de praias (Short, 1996).

Wright e Short (1984) desenvolveram um modelo para ser aplicado em ambientes praias dominados por ondas, sob o regime de micromarés (Short, 2006). Este modelo utiliza o parâmetro adimensional ômega ou *dimensionless fall velocity* ( $\Omega$ ), desenvolvido por Gourlay (1968) e Dean (1973) (Short, 1996), para a classificação das praias. No qual  $\Omega = H_b / W_s * T$ , sendo  $H_b$  a altura de quebra de onda em metros,  $T$  o período da onda em segundos e  $W_s$  a velocidade de decantação do sedimento em centímetros por segundo (Carter, 1988). Para valores de  $\Omega > 6$  caracterizam-se as praias dissipativas, com extensa zona de surfe, perfil suave, sedimento fino e valores de  $\Omega < 1$  as praias reflectivas, caracterizadas por perfis íngremes, sedimento grosseiro. As praias intermediárias ocorrem no intervalo  $2 \leq \Omega \leq 5$  (Short, 2003) (Figura 2).

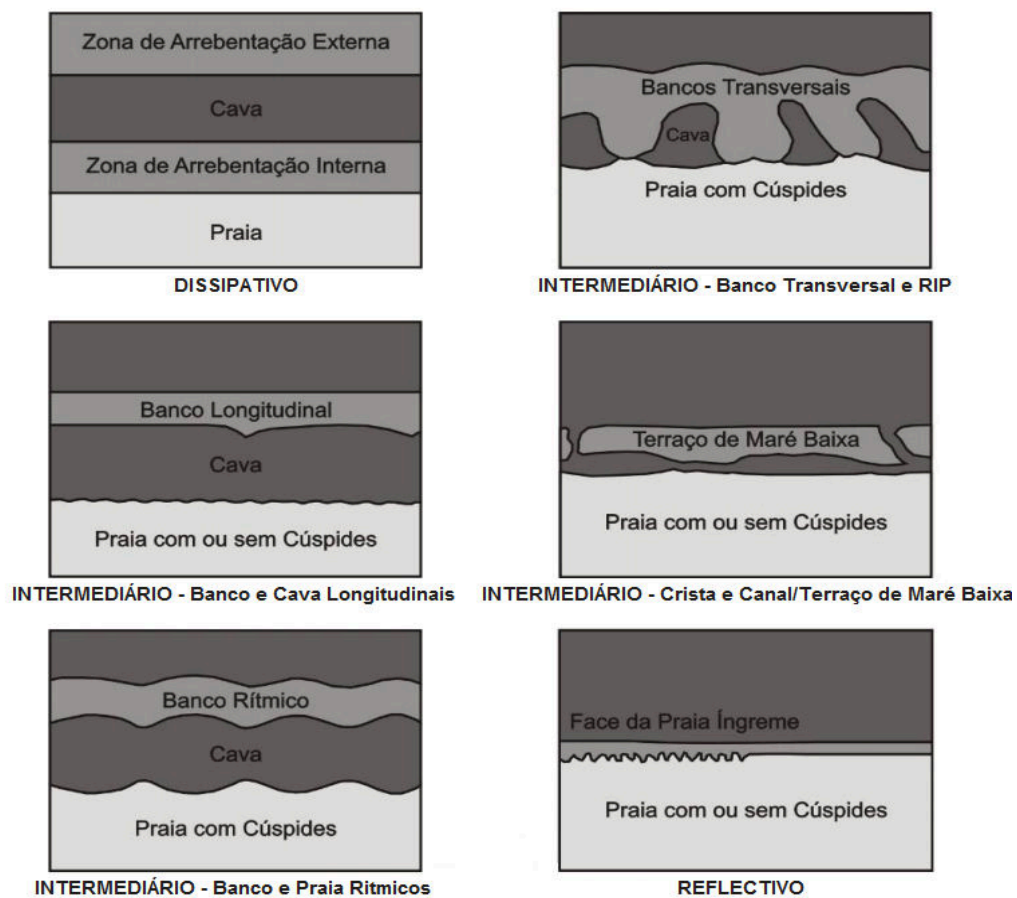


Figura 2. Modelos de praias arenosas dissipativa, intermediária e reflectiva (Wright e Short, 1983).

No entanto, este modelo não pode ser simplesmente aplicado em praias com regime de meso e macromaré, pois estas exercem uma forte influência na morfologia. Durante um ciclo de maré as posições das “zonas” das praias se alternam, influenciando de maneiras diferentes o transporte de sedimento e a morfologia do perfil praial (Masselink e Short, 1993). Deste modo, Masselink e Short (1993) desenvolveram um modelo baseado no parâmetro  $\Omega$  e no parâmetro de variação relativa da maré ou *relative tide range* (RTR), onde  $RTR = TR/H_b$ , sendo  $H_b$  a altura de quebra da onda e TR a amplitude de maré.

Em geral, quando  $RTR < 3$  o modelo de Wright e Short (1983) se aplica, conforme o valor do índice RTR aumenta, as praias reflectivas tendem a apresentar terraços de maré e as intermediárias e dissipativas tendem a um estado ultradissipativo. De acordo com o índice todos os ambientes de praia podem ser classificados como dominados por ondas ( $RTR < 3$ ) ou modificados por maré ( $3 < RTR < 15$ ). Por outro lado, quando  $RTR > 15$  as praias tornam-se dominadas por maré e sucessivamente começam a evoluir para ambientes de planície de maré propriamente dita (Masselink e Short 1993; Short 1996) (Figura 3).

O estágio terraço de maré baixa se caracteriza por um perfil íngreme seguido de um terraço plano, essas praias se comportam como refletivas durante a maré alta e como terraço de maré baixa durante a maré baixa. Já as praias ultradissipativas são compostas por areia fina, possuem ampla zona intermareal e o gradiente varia de baixo a moderado durante a maré alta e é baixo, tendendo a um perfil horizontal, durante a maré baixa (Short, 2006) (Figura 3).

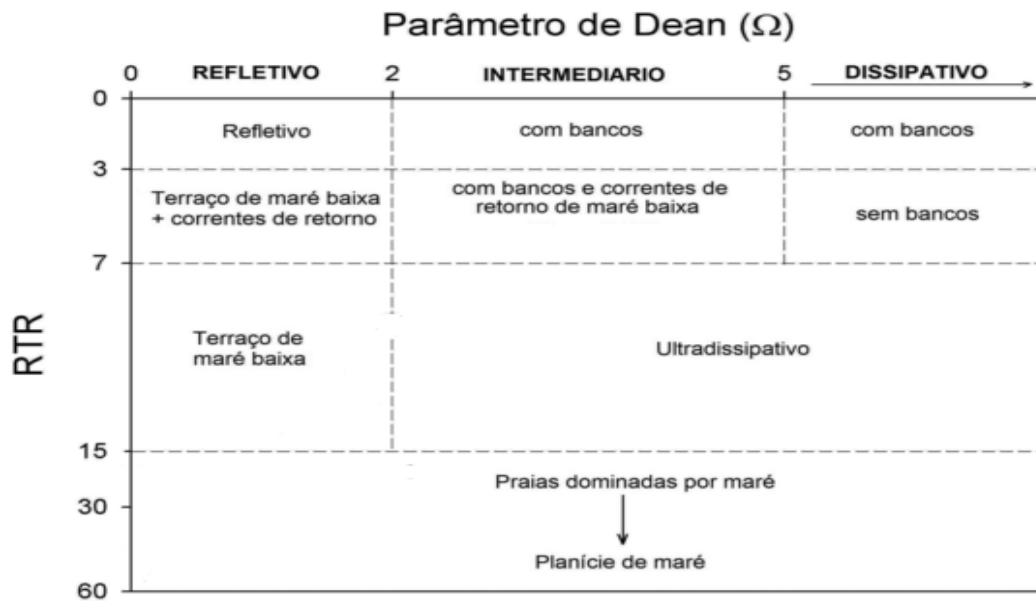


Figura 3. Modelo morfodinâmico baseado no RTR e  $\Omega$  (adaptado de Masselink e Short, 1993).

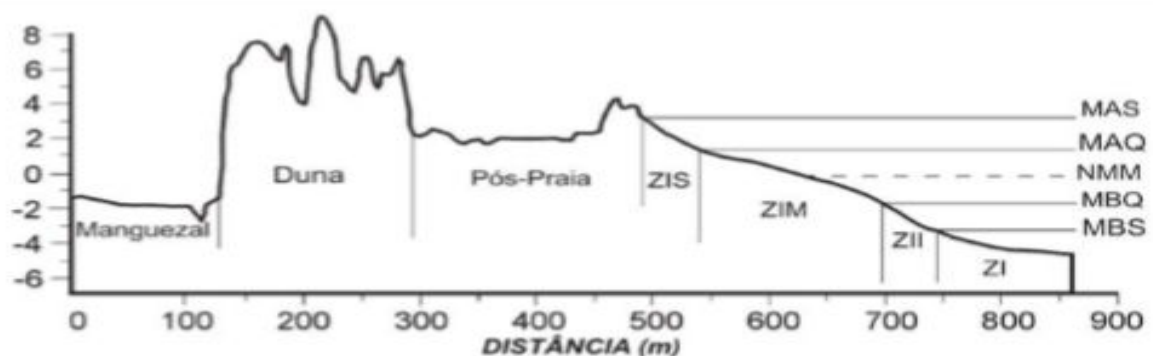
Devido à alta dinâmica das praias, vários pontos de vista, algumas vezes conflitantes têm sido apresentados sobre a existência de uma zonação em tais ambientes, dificultando a identificação de um padrão geral sobre o número de zonas (Veloso e Neves, 2009). Dahl (1952) e Salvat (1964) propuseram dois esquemas de zonação, o primeiro, baseando-se em pequenos crustáceos, definiu as zonas em *franja sub-terrestre*, *mediolitoral* e *franja sub-litoral*; já o segundo, baseando-se nas condições hidrodinâmicas, estabeleceu quatro zonas: *zona seca*, *zona de retenção*, *zona de ressurgência* e *zona saturada*.

McLachan e Jaramillo (1995) propuseram um esquema geral de zonação tendo como base resultados de estudos realizados em todo o mundo, compreendendo assim três zonas: *supralitoral* (correspondendo a franja sub-terrestre de Dahl e zona seca de Salvat), *litoral* (correspondendo ao mediolitoral de Dahl e zona de retenção de Salvat e em alguns momentos a zona de ressurgência) e *sub-litoral* (correspondendo a franja sub-litoral de Dahl e provavelmente a zona de ressurgência e saturação de Salvat). Para tais autores o esquema de

zonação proposto por Salvat só poderia ocorrer em praias arenosas dissipativas, com grandes amplitudes de maré.

Tendo em vista que as praias podem ter seus limites delimitados de diferentes formas levando em consideração o aspecto morfológico e hidrodinâmico (Silva, 2008), o presente estudo, baseando-se na variação relativa da maré, estabeleceu os termos de Wright et al. (1982), onde o sistema praial consiste em três zonas:

1) Zona de Supramaré (*backshore*) - compreende a porção superior do espriamento da onda até o limite topográfico da praia em direção ao continente; 2) Zona de Inter-maré (*zone intertidal*) - é a face propriamente dita da praia, que ocorre entre os níveis de maré alta e baixa de sizígia sendo em regimes de meso e macromarés tal zona subdividida em 2.1) Zona de Inter-maré Superior - situada a partir do nível de maré alta de sizígia, até o nível de maré alta de quadratura; 2.2) Zona de Inter-maré Média - situada do nível de maré alta de quadratura, até o nível de maré baixa de quadratura e 2.3) Zona de Inter-maré Inferior - situada do nível de maré baixa de quadratura, até o nível de maré baixa de sizígia; e 3) Zona de Inframaré (*zone subtidal*) - representa a área inferior do perfil praial e ocorre abaixo da linha de maré baixa de sizígia, estendendo-se em direção ao mar (Figura 4).



MAS - Maré Alta de Sizígia	ZIS - Zona de Inter-maré Superior
MBS - Maré Baixa de Sizígia	ZIM - Zona de Inter-maré Média
NMM - Nível Médio do Mar	ZII - Zona de Inter-maré Inferior
MAQ - Maré Alta de Quadratura	ZI - Zona de Inframaré
MABQ - Maré Baixa de Quadratura	

Figura 4. Perfil geral das zonas de pós-praia, intermaré e inframaré (Souza Filho et al., 2003).



A comunidade bentônica refere-se a organismos que vivem no substrato, ao menos durante parte de seu ciclo de vida; apresentando íntima relação com o fundo, seja porque nele estão fixados, andam ou rastejam, vivam em seu interior ou o utilizem como proteção e abrigo, ou dele retirem seu alimento (Levinton, 2009). Dentre as categorias do zoobentos, a maioria dos estudos considera que a meiofauna compreende os metazoários com dimensões variando entre 0,044 a 0,5 mm (Giere, 2009).

Atualmente devido ao grande número de estudos em praias sabe-se que os principais agentes estruturadores das comunidades bentônicas nesses ambientes são o estágio morfodinâmico, a exposição à ação das ondas e as interações entre espécies (McLachlan e Dorvlo, 2005; Albuquerque et al., 2007; Maria et al, 2012). A classificação morfodinâmica das praias arenosas tem permitido comparações e generalizações mais ricas nos estudos ecológicos nas últimas décadas (Borzzone et al., 2003). Porém, ainda são poucos os estudos relacionando comunidades meiobentônicas com parâmetros ambientais e estados morfodinâmicos (Rodríguez et al., 2001; Rodríguez et al., 2003; Rodríguez, 2004; Gheskiere et al., 2005).

A comunidade de meiofauna de praias arenosas é diversa sendo geralmente Nematoda, Copepoda e Tardigrada os grupos mais representativos (Giere, 2009). Nesses ambientes, a distribuição da meiofauna é condicionada por diferentes escalas espaciais e temporais. Espacialmente, observa-se uma agregação horizontal e vertical, sendo a granulometria do sedimento, salinidade da água, tensão de oxigênio, composição química da água intersticial e disponibilidade de alimento citadas como as principais características ambientais geradoras desse padrão (Giere, 2009).

Temporalmente a variação da meiofauna se dá em pequenas (relacionada ao ciclo das marés e mudanças na umidade no sedimento), médias (base diária, relacionada às mudanças de temperatura) e longas escalas (ligada às estações do ano) (McLachlan e Brown, 2006). Além das características ambientais, adicionam complexidade à variabilidade espaço-temporal da

meiofauna em praias arenosas, às interações biológicas e a história de vida das espécies (Kaiser et al., 2005; Giere, 2009).

Quanto ao tipo de praia a abundância desses organismos é registrada como sendo maior em praias dissipativas enquanto que as maiores riquezas ocorrem em praias reflectivas (Rodríguez, 2004). McLachan e Turner (1994) e Rodríguez (2004) verificaram que praias intermediárias possuem condições mais favoráveis para o desenvolvimento da meiofauna do que praias reflectivas e dissipativas, uma vez que tais praias mantêm certo equilíbrio entre o gradiente químico e o gradiente físico.

Quanto mais próximo do extremo físico, mais forte são as correntes intermitentes, mais acentuadas são as variações por entre os poros e o movimento e o batimento dos grãos requerem adaptações especiais. Já se aproximando do extremo químico, onde condições de maior estagnação limitam o oxigênio e concentram os compostos tóxicos, as adaptações estão mais ligadas a tolerância fisiológicas (Brown e McLachlan, 1990) (Figura 5).

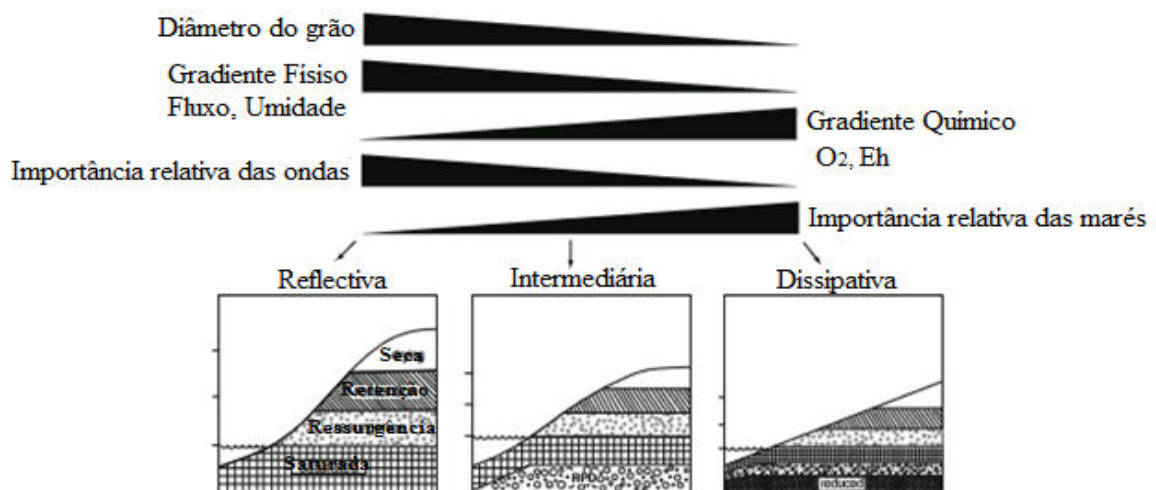


Figura 5. Tipos de praias arenosas e seus principais fatores (adaptada de McLachlan e Turner, 1994).

Os diferentes grupos taxonômicos da meiofauna que habitam praias possuem um padrão de distribuição complexo. Os Nematoda são bastante resistentes, portanto, são geralmente encontrados ao longo de todo o perfil praiial, no entanto, grupos como Tardigrada e Turbellaria

revelam maior abundância no supralitoral em ambientes expostos, devido à alta resistência as condições de dessecação, enquanto que os Copepoda, são mais abundantes no infralitoral devido à maior susceptibilidade a perda d'água (Giere, 2009).

Entre os organismos da meiofauna, os Nematoda de vida livre constituem o grupo mais importante em densidade e diversidade, sendo encontrados desde a linha de costa até as mais profundas fossas oceânicas (Heip et al., 1982). Tal importância se deve ao fato de ser o maior grupo de metazoários em termos de indivíduos (Viglierchio, 1991), exercerem papel fundamental no fluxo energético e nas cadeias tróficas bentônicas e de serem muito utilizados em estudos de impacto ambiental e poluição (Platt e Warwick, 1980; Alves et al., 2013).

Ecologicamente, os Nematoda apresentam alta diversidade de espécies com diversos hábitos alimentares (níveis tróficos) e diferentes papéis ecológicos (Platt e Warwick, 1980; Gyedu-Ababio et al., 1999; Heininger et al., 2007). A diversidade e/ou composição específica desses organismos são regulados, entre outros fatores, pela granulometria devido a influência direta tamanho/forma do corpo (Roggen, 1970; Ndaro et al., 1999), teor de oxigênio (Coull, 1988), conteúdo orgânico (Moens et al., 1959) e ação das ondas (Wieser, 1959).

Ólafsson e Elmgern (1997) citam que o estudo trófico dos Nematoda permite uma melhor avaliação das modificações da nematofauna em resposta as modificações ambientais, do que a simples definição taxonômica dos organismos. Wieser (1953) baseando-se na cavidade bucal do grupo propôs uma classificação composta por quatro grupos: (1A) cavidade bucal reduzida ou ausente (alimentam-se seletivamente de partículas pequenas, como bactérias, detritos e microalgas); (1B) cavidade bucal ampla e sem dentição (alimentam-se de forma não seletiva de depósitos, diatomáceas e clorofila); (2A) cavidade bucal com dentes pequenos (alimentam-se de bactérias, flagelados e diatomáceas) e (2B) cavidade bucal com dentes e/ou mandíbulas (alimentam-se de Nematoda, Rotifera, além de Bryozoa, algas e detritos).

Outros estudos posteriores surgiram também sobre classificação trófica dos Nematoda, como os de Jeansen (1987) e Moens e Vincx (1997), visando um maior detalhamento da classificação original de Wieser (1953). O presente estudo adotou a classificação de Wieser, dada seu uso mais amplo e maior facilidade de reconhecimento dos grupos tróficos.

Estudos sobre Nematoda de praias arenosas são realizados no mundo todo em diversos aspectos, desde sua ecologia (Blome, 1983); biodiversidade (Lamshead, 2003; Mundo-Ocampo et al., 2007); variabilidade espaço-temporal (Nicholas, 2001; Urban-Malinga, et al., 2004; Kotwicki, et al., 2005), estrutura populacional (Esteves et al., 2004), estudos moleculares (Rogers e Lamshead, 2004), microcosmos (Wang *et al.*, 2011) até a descoberta e descrição de novas espécies e gêneros (Fonsêca-Genevois et al., 2009; Maria et al., 2009).

No Brasil pesquisas sobre meiofauna com ênfase em Nematoda têm aumentando nas últimas décadas. Estudos sobre tais organismos estão sendo realizados em diferentes ambientes ao longo da região costeira brasileira (Venekey et al., 2005; Paula et al., 2006; Albuquerque et al., 2007; Netto e Valgas, 2009; Sarmiento et al., 2011; Pinto et al., 2013). Um estudo detalhado objetivando comparar a biodiversidade da nematofauna em ambientes marinhos e estuarinos na costa do Brasil foi realizado por Venekey *et al.* (2010), que gerou uma lista taxonômica e fez uma revisão da nomenclatura aos níveis de gêneros e espécies.

De acordo com Venekey et al. (2010) os trabalhos sobre Nematoda no Brasil estão concentrados nas regiões sudeste e nordeste sendo os únicos trabalhos sobre o grupo na região Norte os de Gomes (2008), Ataíde (2012), Melo et al. (2013), Silva (2014), Silva (2016), Santos (2016) e Venekey e Melo (2016). Considerando-se também os trabalhos de meiofauna da região Norte somam-se ainda os trabalhos de Paula et al. (2006), Gomes e Rosa-Filho (2009), Rosa-Filho et al. (2011), Ataíde et al. (2014) e Santos (2016). Entre estes trabalhos citados Ataíde (2012), Melo *et al.* (2013), Ataíde et al. (2014), Silva (2014), Silva (2016) e Santos (2016) são os que foram realizados em praias.

No Brasil as praias de macromarés estão distribuídas no litoral do Pará, do litoral sul ao cabo norte do Amapá e ao Estado do Maranhão, caracterizados por marés de amplitudes maiores que 4 metros (Muehe, 1998). Na costa amazônica esse regime de macromarés, a alta disponibilidade de sedimentos carreados pelos rios e a alta hidrodinâmica em águas rasas favorecem a ocorrência de praias arenosas com diferentes composições sedimentares e estágios morfodinâmicos (Souza Filho et al., 2009).

No Estado do Pará, 16,94% do seu território é ocupado por Unidades de Conservação Estaduais e a gestão dessas áreas é realizada através da elaboração e implementação de instrumentos de planos de manejo e de ações que contam com a participação da sociedade civil (Maués, 2011). Uma das bases para planos de manejo, pesquisas de qualidade ambiental, perturbações antrópicas e conservação é a caracterização da diversidade.

Considerando tal fato e somado a escassez de trabalhos sobre meiofauna e Nematoda na região amazônica e as particularidades da região, o presente estudo visa preencher uma lacuna do conhecimento acerca desses organismos no litoral amazônico.

## **II. OBJETIVOS E HIPÓTESES**

### **Objetivos Gerais**

Descrever a estrutura das associações da meiofauna, com especial referência aos Nematoda de praias arenosas com diferentes graus de exposição a ação das ondas na Ilha de Maiandeua/Algoal (Maracanã - PA), contribuindo para o aumento do conhecimento da fauna costeira amazônica e para o entendimento do papel da morfodinâmica na estruturação de comunidades bentônicas em áreas tropicais de macromaré.

Capítulo 1. **Modificações ambientais em praias arenosas amazônicas de macromaré como estruturadores da meiofauna e de Nematoda**

### **Objetivos Específicos**

- ✓ Descrever as características ambientais das três praias quanto as características do sedimento (diâmetro médio dos grãos e coeficiente de seleção), fatores físico-químicos do sedimento (salinidade, matéria orgânica, conteúdo de água e temperatura), aspecto climatológico (precipitação pluviométrica) e morfodinâmicos (regime de ondas, marés, correntes e perfil praial);
- ✓ Classificar o estágio morfodinâmico das praias estudadas (Caixa d'Água, Farol e Princesa) e descrever suas variações temporais;
- ✓ Descrever as modificações espaciais na estrutura (densidade e composição de grupos) da comunidade da meiofauna e na estrutura (composição de gêneros, densidade, riqueza, diversidade e equitatividade) das associações de Nematoda na zona de intermaré das praias e entre praias;
- ✓ Descrever as modificações temporais ocorridas no período de setembro/2011, dezembro/2011, março/2012 e junho/2012, na estrutura das comunidades da meiofauna e na estrutura das associações de Nematoda ao longo das praias e entre praias;
- ✓ Identificar o papel das modificações ambientais (variações nas características ambientais ligadas ao sedimento, ao perfil da praia e ao estágio morfodinâmico) na estruturação das comunidades de meiofauna e das associações de Nematoda.

### **Hipóteses abordadas**

1. A estrutura da comunidade de meiofauna e das associações de Nematoda são determinadas pelas características do sedimento e essas estruturas são diferentes ao longo da zona de intermaré das praias da Ilha de Maiandeuá/Algodal;

2. A estrutura da comunidade da meiofauna e das associações de Nematoda será diferente entre praias com estágios morfodinâmicos distintos e esta diferença mudará ao longo do ano, entre os meses estudados, pois estes apresentam flutuações ambientais distintas.
3. A estrutura da comunidade da meiofauna e das associações de Nematoda será diferente entre as praias da Ilha de Maiandeu/Algoal com diferentes graus de exposição a ação das ondas.

## Capítulo 2. **Meiofauna e Nematoda em praias arenosas de macromaré: uma revisão considerando diferentes morfodinâmicas e latitudes**

### **Objetivos Específicos**

1. Fazer um levantamento taxonômico da meiofauna e gerar uma lista de gêneros e espécies de Nematoda encontradas até o momento em praias arenosas de macromaré no mundo;
2. Identificar padrões de diversidade da meiofauna e dos Nematodas em praias arenosas de macromaré considerando os estágios morfodinâmicos e a latitude.

### **III. ÁREA DE ESTUDO DO CAPÍTULO 1**

A área de estudo compreendeu as praias da Caixa d'Água, Farol e Princesa situadas na porção noroeste da Ilha de Maiandeu. A ilha decretada como Área de Proteção Ambiental (APA) desde 1990, é constituída por praias, dunas, manguezais, apicuns, restingas e vegetação secundária (Prost, 1994). Ela localiza-se na região do Salgado Paraense, pertencendo ao Município de Maracanã, entre as coordenadas (47°32'05"- 47°34'12" W e 0°34'45" -0°37'30" S) e limita-se ao Norte pelo Oceano Atlântico, ao Leste pela Baía de Maracanã, a Oeste pela Baía de Marapanim, e ao Sul pelo Furo de Mocoóca (Prost, 1994) (Figura 7).

O clima na Ilha de Maiandeuá - conhecida como Ilha de Algodão - bem como as demais localidades do Salgado Paraense, é regido pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (Silva, 2009). O clima da região é do tipo tropical úmido, com médias anuais de temperatura em torno de 27,7 °C e precipitação pluviométrica de 3000 mm (Moraes, 2005). A região apresenta precipitação total da ordem de 1657 mm no período chuvoso (janeiro a julho) e de 487 mm nos demais meses (período menos chuvoso ou seco) (Moraes et al., 2005).

As correntes de maré na ilha são do tipo macromaré semi-diurnas, atingindo 5,5 metros com uma amplitude média de 4,8 m durante o período de maré de sizígia e de 2,5 m na maré de quadratura (Prost et al., 2001). Na região do Salgado Paraense as correntes induzidas pela maré são as principais atuantes na interação com a morfodinâmica local, sendo responsáveis pelo transporte dos sedimentos no litoral e pela formação de bancos arenosos perpendiculares a linha de costa (El-Robrini et al., 1992).

Os ventos presentes na região apresentam média de 7,6 m/s, chegando a valores máximos de 9,5 m/s (DHN, 2011). Na ilha de Algodão durante o período chuvoso, atuam os ventos alísios de nordeste precedidos geralmente de calmaria e quase sempre acompanhado de rajadas violentas e chuvas intensas. No período seco, os ventos são muito mais intensos, causando maiores influências na geração das ondas, que se tornam muito mais energéticas (Silva, 2001). As principais ondas que ocorrem no nordeste paraense são geradas pelo vento, com destaque aos ventos alísios (Borba, 2011).

A ilha possui 35 km de praias com diferentes níveis de exposição a ação das ondas, declividade, extensão e largura, e sedimentos variando entre areia e lama (Mendes *et al.*, 2001). Estas diferentes características geomorfológicas e hidrodinâmicas acarretam a formação de praias com diferentes morfodinâmicas variando de dissipativas a intermediárias (Alves, 2005).

Alguns estudos realizados na Ilha de Algodão em períodos distintos mostraram um gradiente morfodinâmico entre as praias, Costa (2009) classificou a praia da Caixa d'Água



como do tipo banco e calha longitudinal e a praia da Princesa como dissipativa. Sousa (2010) classificou a praia da Caixa d'Água como uma praia estuarina do tipo reflectiva com terraço de maré baixa e a praia da Princesa como uma praia oceânica do tipo dissipativa. Já, Rosa-Filho et al. (2011) classificaram as praias quanto ao estágio morfodinâmico em terraço de maré baixa (Caixa d'Água e Farol) e dissipativa (Princesa).

As praias da ilha são em geral planas com dunas entre 2 e 15 metros de altura (Prost, 1994). Ao longo da zona de intermaré, suas largas médias desde a base das dunas frontais até a linha de maré baixa média, variam entre 250 - 500 metros (Alves, 2001; Souza Filho, 2001).

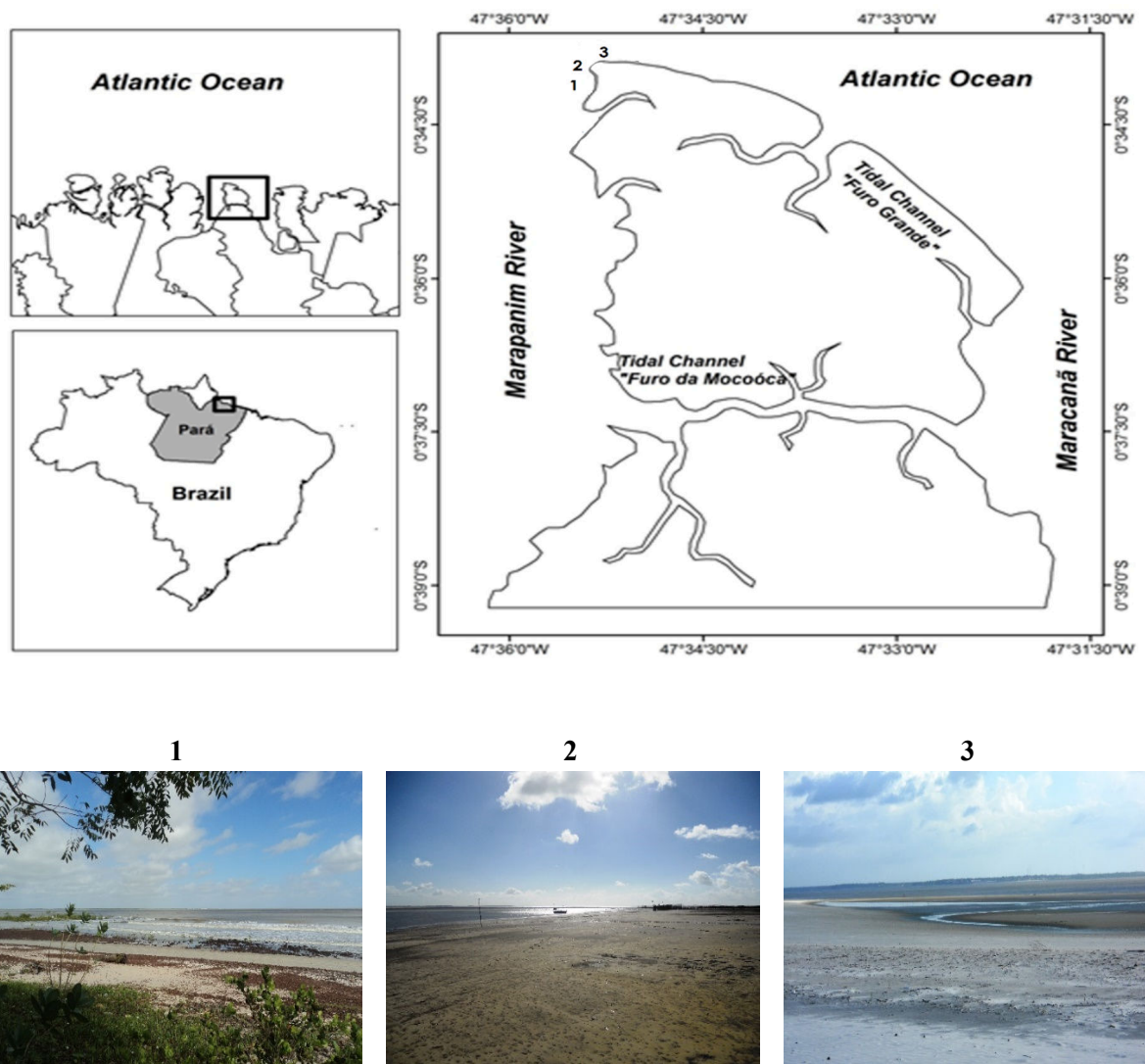


Figura 6. Localização e fotos das praias estudadas (1. Caixa d'Água , 2. Farol e 3. Princesa ) na Ilha de Algodão (Maracanã-PA) (mapa adaptado de Ataíde et al., 2014) e fotos de Thuareag dos Santos.

## **IV. METODOLOGIA GERAL**

### **Metodologia em campo para o Capítulo 1**

As amostragens ocorreram a cada três meses ao longo de um ano, durante as marés de sizígia (devido ao maior descobrimento da zona intermaré) visando realizar duas coletas no período menos chuvoso (setembro/2011 e dezembro/2011) e duas no período mais chuvoso (março/2012 e junho/2012). Em cada ocasião foram coletadas amostras nas praias da Caixa d'Água, Farol e Princesa.

Em cada praia foram tomadas amostras utilizando um desenho amostral do tipo sistemático, ao longo de um transecto perpendicular à linha de praia. Em cada transecto cinco estações de coleta foram determinadas, sendo o primeiro no limite da maré-alta e as outras seguindo a cada 50 metros. Dessa forma uma estação se localiza na zona de intermaré superior (S1), três estações na zona de intermaré médio (S2, S3 e S4) e uma estação na zona de intermaré inferior (S5). O número diferenciado de locais de amostragem na zona de intermaré média se deve à maior extensão da mesma.

Em todas as estações foram tomadas quatro amostras para a meiofauna utilizando amostrador circular com 3 cm de diâmetro enterrado 10 cm no substrato. Após coletadas, as amostras de meiofauna foram acondicionadas em potes plásticos e fixadas em formol salino a 4% tamponada com tetraborato de sódio.

Paralelo à coleta de material biológico, em cada estação de coleta foi tomada uma amostra de sedimento para determinação da granulometria e outra para a proporção de matéria orgânica, sendo esta última resfriada ainda em campo e congelada posteriormente. As amostras para determinação da granulometria e matéria orgânica foram coletadas utilizando amostrador cilíndrico com diâmetro de 5 cm enterrado 20 cm no substrato. Foram ainda determinadas para cada estação a temperatura do substrato a 15 cm de profundidade (utilizando termômetros de solo com bulbo de 15 cm) e conteúdo de água. A medida de temperatura foi feita sempre meia

hora após a maré baixar no respectivo ponto de coleta. A salinidade da água de superfície (utilizando refratômetro manual) foi determinada por praia e não por estações de amostragem.

Além das amostras biológicas e sedimentológicas, foram levantadas características das praias para determinar a morfodinâmica de cada uma delas. Nesse sentido, dados de corrente foram coletados a partir da utilização de correntômetros com sensores eletromagnéticos, modelo (*Infinity-EM AEM-USB*), que registram sentido, direção e intensidade de corrente. Além disso, a amplitude de marés para a região em cada ocasião de coleta foi obtida nas tábuas de marés da Estação Maregráfica do Fundeadouro de Salinópolis (DHN, 2011).

Em cada praia foram ainda determinados: o perfil da face da praia utilizando o método topográfico da “*Stadia*” (Birkemeyer, 1981) no supralitoral e na zona de intermaré, que consiste na medição de cotas em diferentes níveis da praia com um nível e régua graduada (estadia) e a declividade, a partir dos dados obtidos do perfil. Foram também determinadas para cada praia o regime de ondas (altura e período), com o uso de um ondógrafo modelo (*Infinity-EM AWH-USB*) fundeado por 13 horas na zona de arrebentação.

Para caracterizar as estações climáticas, dados de precipitação pluviométrica e direção dos ventos foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) provenientes da Estação Meteorológica de Salinópolis (PA).

### **Metodologia em Laboratório para o Capítulo 1**

Em laboratório, os organismos da meiofauna foram separados do sedimento por elutriação manual, que consiste em centrifugação manual da amostra em becker de 1000 mL, sendo o sobrenadante passado em peneira com malha de 0,044 mm de abertura (Elmgren, 1966). Esse procedimento foi repetido dez vezes para cada amostra. Os organismos retidos na peneira foram colocados em placa de Dollfus, contados e identificados ao nível de grandes grupos zoológicos, com auxílio de um microscópio estereoscópico. De cada amostra, 50

indivíduos de Nematoda foram aleatoriamente separados e transferidos para proceder a diafanização, segundo método de De Grisse (1969).

No método de De Grisse os Nematoda passam por três soluções: Solução I, formada por 99% de formaldeído (concentração de 4%) e 1% de glicerina, passando 24 horas em repouso para que ocorra uma troca do formaldeído presente na solução por álcool presente no dissecador; Solução II, consiste em 95% de álcool e 5% de glicerina, esta solução é adicionada a cada duas horas, durante um período de seis horas a 40°C; e Solução III, formada de 50% de álcool e 50% de glicerina, é adicionada ao final das seis horas de adição de solução II. Esse processo é utilizado para clarear a cutícula e estrutura internas dos Nematoda facilitando a visualização das mesmas, necessárias para identificação desses organismos.

Após esse processo cerca de 10 animais foram destinados á montagem de cada lâmina, as quais foram previamente preparadas com dois círculos de parafina, contendo uma gota de glicerina. Os animais foram inseridos nas gotas de glicerina com auxílio de uma agulha e cada círculo de parafina foi vedada com duas lamínulas. Em seguida, as lâminas foram levadas para aquecimento até a parafina derreter e em consequência aderir as lamínulas na lâmina.

A identificação dos Nematoda foi feita em nível de gêneros de acordo com Warwick *et al* (1998) e bibliografia específica do site Nemys (Vanaverbeke *et al.*, 2015) e para a confecção da lista taxonômica foi adotada a classificação De Ley e Blaxter (2004). Posterior a identificação, os Nematoda foram agrupados conforme a sua morfologia bucal, em um dos quatro grupos tróficos propostos por Wieser (1953): 1A - detritívoros seletivos; 1B - detritívoros não-seletivos; 2A - comedores de epistratos e 2B - predadores/onívoros.

Para a análise granulométrica o material sedimentar foi lavado com água destilada/deionizada e Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) para remoção da matéria orgânica, em seguida, o material foi desagregado através de ultrassom e agitador mecânico. Posteriormente, o tamanho dos grãos foi obtido por meio de um analisador de partículas à laser (Laser

Diffraction, SALD 2201-Shimadzu), sendo tal equipamento conectado a um microcomputador de onde foram extraídos os resultados da análise.

Os parâmetros estatísticos (diâmetro médio dos grãos e coeficiente de seleção,) utilizados para caracterizar as distribuições granulométricas foram calculados segundo as equações de Folk e Ward (1957), através do software SYSGRAN 3.0 (Camargo 2006). Para a classe de tamanhos dos grãos foi utilizada a classificação de Wentworth (1922), devido representar uma maior simplicidade geométrica entre os intervalos de classe.

A matéria orgânica do sedimento foi mensurada por calcinação em mufla (Buchanan, 1984). Tal procedimento constou da queima de uma pequena quantidade da mostra previamente seca a 105°C na estufa (retirada da água) e aquecida por 5 h a 500°C em mufla. Posteriormente a amostra foi pesada e a diferença entre o peso inicial e final correspondeu ao teor de matéria orgânica.

### **Análises dos dados para o Capítulo 1**

A classificação do estágio morfodinâmico das praias foi calculado através de dois parâmetros adimensionais: parâmetro de Dean's ( $\Omega = H_b/w_s/T$ ) e parâmetro de Variação Relativa da Maré (RTR = MSR/ $H_b$ ), onde  $H_b$  é a altura significativa da onda na arrebentação em metros,  $W_s$  é a velocidade média de decantação dos sedimentos da face da praia, T é o período médio das ondas e MSR é a variação média da maré de sizígia em metros (Masselink e Short, 1993). O diâmetro do sedimento adotado para o cálculo foi 0.25 (Wright e Short, 1984)

Para cada amostra biológica foi calculada a densidade (ind/10 cm<sup>2</sup>) e riqueza (número de táxons) para meiofauna e a densidade (ind/10 cm<sup>2</sup>), riqueza (número de gêneros), diversidade (índice de Shannon-Wiener  $H' / \log_2$ ) e equitatividade (índice de Pielou J') para Nematoda. Os descritores da meiofauna foram comparados entre praias, meses e estações da praia através da análise de variância (ANOVA) tri-fatorial, seguida do teste de contraste de médias (Tukey),

sempre que a hipótese nula foi rejeitada. Anterior a ANOVA foi testada a normalidade dos dados (teste de Kolmogorov-Smirnov) e a homocedasticidade das variâncias (teste de Cochran), sendo antes transformados para raiz quarta quando necessário (Clarke e Warwick, 1994).

Para representar e comparar a estrutura da meiofauna e Nematoda entre diferentes tratamentos foi utilizada a análise de ordenamento (Nonmetric Multidimensional Scaling – nMDS) e de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) (Anderson et al., 2008). O design da PERMANOVA seguiu o modelo tri-fatorial onde meses, praias e estações da praia foram fatores fixos. A rotina SIMPER (Similarity Percentage) foi aplicada para cada praia para identificar a contribuição de cada gênero para a similaridade entre os meses e estações da praia e a dissimilaridade entre as praias (Clarke & Gorley 2001).

A densidade média dos grupos dominantes (Nematoda, Tardigrada e Copepoda) nas praias foi correlacionadas (coeficiente  $r$  de Spearman) com as variáveis ambientais: temperatura do substrato, % conteúdo de água, % matéria orgânica, tamanho médio dos grãos, % areia, % silte e % argila.

Para identificar as variáveis ambientais mais bem relacionadas com os padrões biológicos dos principais gêneros de Nematoda foi aplicada a Análise de Correspondência Canônica (CCA). Para essas análises os dados abióticos foram padronizados e logaritizados e os bióticos transformados por raiz quarta. Anterior as análises, foram testadas colinearidade entre as variáveis abióticas, excluindo-se aquelas fortemente correlacionadas ( $r_s > 0,80$ ) (Clarke e Warwick, 1994). Os perfis das praias foram plotados através do GRAPHER 7, visando à identificação de modificações na topografia da face de cada praia.

Para as análises univariadas foi utilizado o Programa STATISTICA 8.0 e para as multivariadas PRIMER (PERMANOVA +) 6.0. (Anderson *et al.*, 2008).

## **Metodologia para o Capítulo 2**

Para elaborar a lista taxonômica da meiofauna (grandes grupos) e dos Nematoda (gêneros e espécies) encontradas até o momento em praias arenosas de macromaré no mundo e comparar a diversidade (simples riqueza de táxons) em praias arenosas de macromaré com diferentes morfodinâmica e em diferentes latitudes foi realizado um levantamento bibliográfico. Esse procedimento foi feito utilizando ISI Web of Science (Thomson Reuters Scientific), SCOPUS, Google Scholar e bases de dados Plataforma Lattes (sistema de produção científica dos pesquisadores brasileiros). A pesquisa utilizou a combinação de palavras chaves (TimeSpan = todos os anos; field = tópico): meiofauna \* praia arenosa; Nematoda \* praia arenosa; meiofauna \* praia de macromaré; Nematoda \* praia de macromaré

Para a construção das listas foram considerados somente artigos científicos com abordagens ecológicas e taxonômicas publicados até o terceiro bimestre de 2016, excluindo, portanto, resumos de congressos, tese, dissertações, monografias e relatórios de projetos. Os trabalhos foram apresentados segundo informações fornecidas pelo autor considerando: ano de publicação, coordenadas geográficas (latitude/longitude), região climática (subtropical, tropical e temperada), morfodinâmica praias (reflectiva, intermediária, dissipativa e ultradissipativa), local de amostragem e características da fauna.

## **Análise dos dados para o Capítulo 2**

A partir das informações contidas nos artigos, um banco de dados foi construído considerando presença e ausência dos grupos da meiofauna e gêneros de Nematoda. Para representar e comparar a meiofauna e Nematoda nos fatores (latitude e morfodinâmica praias) foi utilizada a análise de ordenamento (Nonmetric Multidimensional Scaling – NMDS) e análise de similaridade (ANOSIM) (Clarke e Warwick, 2001). Para as análises foram utilizados o programa PRIMER® (PERMANOVA +) 6.0, com nível de significância de  $p < 0,05$ .

## V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, E. F.; PINTO, A. P. B.; QUEIROZ PEREZ; A. A. Q.; VELOSO, V. G. 2007. Spatial and temporal changes in interstitial meiofauna on a Sandy ocean beach of South America. **Brazilian Journal of Oceanography**, 55(2): 121-131.
- ALVES M. A. M. S 2001. **Morfodinâmica e Sedimentologia da Praia de Ajuruteua–NE do Para**. Universidade Federal do Para, Centro de Geociências, Dissertação de Mestrado. 2001, 104p.
- ALVES, M. A. M. S.; EL-ROBRINI, M.; SOUSA FILHO, P. W. M. 2005. Morfodinâmica das praias de meso-macromarés da zona costeira do estado do Pará. In: **X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quartenário**, Vitória, CD-ROM.
- ALVES, A. S.; ADAO, H.; FERRERO, T. J.; MARQUES, J. C.; COSTA, M.J.; PATRICIO, J. 2013 Benthic meiofauna as indicator of ecological changes in estuarine ecosystems. The use of nematods in ecological quality assessment. **Ecological indicators**, 24, 462-475.
- ANDERSON, M. J.; GORLEY, R. N; CLARKE, K. R. 2008. **PERMANOVA+. Guide to software and statistical methods**. PRIMER-E. Plymouth. 214p.
- ANDRÁSSY, I. 2006. *Halomonhystera*, new genus distinct from *Geomonhystera* Andrassy, 1981 (Nematoda: Monhysteridae). **Meiofauna Marina**, 15:11-24.
- ATAIDE, M. B. 2009. **Caracterização da meiofauna associada aos recifes de Sabellaria wilsoni (Polychaeta Sabellariidae) da ilha de Algodual (Pará, Brasil) com ênfase aos nematodas**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Oceanografia). Universidade Federal do Pará. 2009.
- ATAIDE, M. B; VENEKEY, V.; ROSA FILHO, J. S.; PAULO, J. P. S. 2014. Sandy reefs of *Sabellaria wilsoni* (Polychaeta: Sabellariidae) as ecosystem engineers for meiofauna in the Amazon coastal region, Brazil. **Marine Biodiversity**, on line 08 july.
- BIRKEMEYER, W. A. 1981. Fast accurate two person beach survey. Coastal Engineering Technical Aid No. 81-11. Vicksburg, **Coastal Engineering Research Center**. 19p.
- BLOME, D. 1983. Nematode-ecology of a sandy beach on the North Sea Island of Sylt. **Microfauna Meeresboden**, 88:518-591.
- BROWN, A. C.; McLACLAN, A. 1990. **Ecology of Sandy shores**. Elsevier, Amsterdam, 328p.
- BORBA, T. A. C. **Morfodinâmica e Hidrodinâmica de Praias do Litoral Nordeste Paraense, Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em oceanografia) 39f.– Universidade Federal do Pará, instituto de Geociências, Faculdade de Oceanografia, Belém, 2011.
- BUCHANAN, J. B. 1984. Measurements of the physical and chemical environments: Sediments. In: HOLME, N. A.; McINTYRE, A. D. (Eds.). **Methods for the study of marine benthos**. Blackwell Scientific Publications, Oxford. p. 30-52.
- CAMARGO, M. G. 2006. *SysGran*: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. **Revista Brasileira de Geociências**, 36(2):371-378.
- CASTRO, F. J. V.; BEZERRA, T. N. C.; SILVA, M. C.; FONSECA-GENEVOIS. 2006. *Spirinia elongata*, sp. nov. (Nematoda, Desmodoridae) from Pina Basin, Pernambuco, Brazil. **Zootaxa**, 1121:53-68.



- CARTER, R. W. G. 1988. **Coastal Environments: An introduction to physical, ecological and cultural systems of coastlines**. London: Academic Press Inc.
- CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. 2001. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. 2<sup>nd</sup> Ed. PRIMER-E. Plymouth Marine Laboratory, 144p.
- COULL, B. C. 1988. **Ecology of the marine meiofauna**. In: Introduction to the study of meiofauna. Higgins, R. P. & Thiel, H. (eds). Smithsonian Institution Press. p. 18-38.
- DAHL, E. 1952. Some aspects of the ecology and zonation of the fauna of sandy beaches. **Oikos** 4:1-27.
- DE GRISSE, A. T. 1969. Redescription ou modification de quelques techniques utilisés dans l'étude des nématodes phytoparasitaires. **Mededelingen Rijksfakulteit Landbouwwetenschappen Gent**, 34: 251-369.
- DE LEY, P.; BLAXTER, M. 2004. A new system for Nematoda: combining morphological characters with molecular trees, and translating clades into ranks and taxa. **Nematology Monographs and Perspectives**, 2:633-653.
- DIRETORIA DE HIDROGRAFIA NACIONAL (DHN). 2011. **Tábuas de maré para o fundeadouro de Salinópolis (Estado do Pará)**. Disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas>. Acessado em: 11 de novembro de 2011.
- ELMGREN, R. 1966. Methods of sampling sublittoral soft bottom meiofauna. **Oikos**, 15:112-120.
- EL-ROBRINI, M. et al. 1992. Estudo sedimentológico das areias litorâneas do NE do Pará e NW do Maranhão. In: **Congresso da Associação Brasileira do Quaternário**, Resumos. São Paulo: SBG, 1:79-80.
- ESTEVES, A. M.; MARIA, T. F.; WANDENESS, A. P. 2004. Population structure of *Comesoma arenae* Gerlach (Nematoda, Comesomatidae) in the a Brazilian tropical tidalflat, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21(4):775-777.
- FOLK, R. L.; WARD, W. C. 1957. Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, 27:3-26.
- FONSÊCA-GENEVOIS, V.; SMOL, N.; DECRAEMER, W.; VENEKEY, V. 2009. *Bernardius lineatus* gen. n., sp. n. (Enoplida: Enchelidiidae), a remarkable nematode with ornamented cuticle from a Brazilian tropical sandy beach. **Nematology**, 11(2):275-287.
- GHESKIERE, T., VINCX, M., WESLAWSKI, J. M. 2005. Meiofauna as descriptor of tourism-induced changes at sandy beaches. **Marine Environmental Research**, 60:245-265.
- GIERE, O. 2009. **Meiobenthology: the microscopic fauna in aquatic sediments**. Berlin: Springer-Verlag, Berlin, 527p.
- GOMES, T. P. 2008. **Meiofauna e Nematofauna da zona costeira da Reserva Biológica do Lago Piratuba, Amapá, Brasil**. 66f. Dissertação (Mestrado em Biologia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Ambiental, Universidade Federal do Pará, Bragança, 2008.
- GOMES, T. P.; ROSA-FILHO, J. S. 2009. Composition and spatio-temporal variability of meiofauna community on a sandy beach in the Amazon region (Ajuruteua, Pará, Brazil). **Iheringia**, 99:210-216.

- GOURLAY, M. R. Beach and dune erosion tests. **Delft Hydraulics Laboratory**. Report No. M935/M936. 1968.
- GUILHERME, B. C.; SILVA, M. C.; ESTEVES, A. M. 2009. Description of a new species of *Epacanthion* (Thoracostomopsidae, Nematoda) from Brazil and a modified key for species identification. **Zootaxa**, 2096:99-108.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T., RYAN, P. D. 2001. **PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis**. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9p. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- HEIP, C.; VINCX, M.; SMOL, N.; VRANKEN, G. 1982. The Systematics and Ecology of Free-living Marine Nematodes. **Helminthological Abstracts Series B, Plant Nematology**, 1(51):1-31.
- HOEFEL, F. G. 1973. **Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica**. Universidade do Vale do Itajaí. Editora da Univali, 1998, 92p.
- HORIKAWA K. 1988. **Nearshore dynamics and coastal processes**, Univ.of Tokyo Press, Japan, p. 40-88.
- JACKSON N, L., NORDSTROM, K. F., ELIOT, I.; MASSELINK, G. 2002. “Low-energy” sandy beaches in marine and estuarine environments: a review. **Geomorphology**, 48:147-162.
- JENSEN, P. 1987. Feeding ecology of free-living aquatic nematodes. **Marine Ecology Progress Series**, 35:187-196.
- KAISER, M. J.; ATRILL, M. J.; JENNINGS, S.; THOMAS, D. N.; BARNES, D. K. A.; BRIERLEY, A. S.; POLUNIN, N. V. C.; RAFAELLI, D. G.; WILLIAMS, P. J. LE B. 2005. **Marine ecology: processes, systems, and impacts**. Oxford, Oxford University. 557p.
- KOMAR, P. D. 1976. **Beach, process and sedimentation**. Englewood cliffs. New Jersey: Prentice-Hall. 429p.
- KOTWICKI, L.; SZYMELFENIG, M.; TROCH, M.; URBAN-MALINGA, B; WESLAWSKI, J. M. 2005. Latitudinal biodiversity patterns of meiofauna from sandy littoral beaches. **Biodiversity and Conservation**, 14:461-474.
- LAMBSHEAD, J. D. 2003. Marine nematode biodiversity. p. 438-468 In: **Nematology: Advances and Perspectives. Volume1 – Nematode Morphology, Physiology and Ecology**. Chen, Z. X; Chen, S. Y.; Dickson, D. W. (Eds.). CABI Publishing. 637p.
- LEVINTON, J. 2009. **Marine Biology. Function, biodiversity, ecology**. 3<sup>rd</sup> Ed. Oxford University Press. Oxford. 523p.
- MARIA, T. F.; ESTEVES, A. M; SMOL, N; VANREUSEL, A.; DECRAEMER, W 2009. *Chromaspirina guanabarensis* sp. n. (Nematoda: Desmodoridae) and a new illustrated dichotomous key to *Chromaspirina* species. **Zootaxa**, 21-36.
- MARIA, T. F.; VANAVERBEKE, J.; ESTEVES, A. M.; TROCH; M.; VANREUSEL, A. 2012. The importance of biological interactions for the vertical distribution of nematodes in a temperate ultra-dissipative sandy beach. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 97:114-126.
- MAUÉS, A. NOGUEIRA, C. OLIVEIRA, D. LAMEIRA, J. 2011. **Guia de visitaç o da APA de Alogdoal-Maiandeu / Secretaria de Estado de Meio Ambiente**. - Bel m: SEMA, 2011.

- McLACHLAN, A.; TURNER, I. 1994. The interstitial environment of sandy beaches. **Marine Ecology** 15:177-211.
- McLACHLAN, A.; BROWN, A. C. 2006. **The ecology of sandy shores**. Elsevier. Amsterdam. 373p.
- McLACHLAN, A.; DORVLO, A. 2005. Global patterns in sandy beach macrobenthic communities. **Journal of Coastal Research**, 21:674-687.
- McLACHLAN, A.; JARAMILLO, E. 1995. Zonation on Sandy beaches. **Oceanography and Marine Biology, An Annual Review**, 33:305-335.
- MASSELINK, G.; SHORT, A. D. 1993. The effect of the tide range on beach morphodynamics and morphology: a conceptual beach model. **Journal of Coastal Research**, 9(3):785-800.
- MELO, T. P. G.; ROSA FILHO, J. S, VENEKEY, V. 2013. Marine nematoda from Ajuruteua beach, amazon coast, Brazil. **Atlântica**, Rio Grande, 35(1):67-70.
- MENDES, A. C; SILVA, M. S; SANTOS, V. F. 2001. Análise das características físicas apra o gerenciamento ambiental na praia de Atalaia e ilha de Algodal (NE do Pará). In: PROST, M. T. and MENDES, A. C. **Ecossistemas Costeiros: impactos e gerenciamento ambiental**. Ed. MPEG. Belém, 103-112.
- MORAES, B. G., COSTA, J. M. N., COSTA, A. C. L., COSTA, M. H. 2005. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Para. **Acta Amazônica**, 35:207-217.
- MOENS, T., VINCX, M., 1997. Observations on the feeding ecology of estuarine nematodes. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 77:211-227.
- MORAIS, J. O. 1996. Processos e Impactos Ambientais em Zonas Costeiras - Geologia do Planejamento Ambiental. **Revista de Geologia**. Fortaleza, 9:191-242.
- MUEHE, D. 1998. O Litoral brasileiro e sua Compartimentação. In: CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T., (ed). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro. Ed. Bertrand Brasil S. A., p. 273-349.
- MUNDO-OCAMPO, M.; LAMBSHEAD, P. J. D.; DEBENHAM, N.; KING, I. W.; LEY, P. DE; BALDWIN, J. G.; LEY, I. T. DE; ROCHA-OLIVARES, A.; WAUMANN, D.; THOMAS, W. K.; PACKER, M.; BOUCHER, G. 2007. Biodiversity of littoral nematodes from two sites in the Gulf of California. **Hydrobiologia**, 586:179-189.
- NDARO, S. G. M.; ÓLAFSSON, E. 1999. Soft-botton fauna with emphasis on nematode assemblage structure in a tropical lagoon in Zanzibar, eastern Africa: I spatial variability. **Hydrobiologia**, 405: 133-148.
- NETTO, S. A.; GALLUCCI, F. 2003. Meiofauna and macrofauna communities in a mangrove from the Island of Santa Catarina, South Brazil. **Hydrobiologia**, 505:159-170.
- NETTO, S. A.; VALGAS, I. 2009. The response of nematode assemblages to intensive mussel farming in coastal sediments (Southern Brazil) **Environ Monit Assess** DOI 10.1007/s10661-009-0777-0.
- NICHOLAS, W. L. 2001. Seasonal variations in nematode assemblages on an Australian temperate ocean beach; the effect of heavy seas and unusually high tides. **Hydrobiologia**, 464:17-26.
- NICHOLAS, W. L.; TRUEMAN, J. W. H. 2005. Biodiversity of marine nematodes in Australian sandy beaches from tropical and temperate regions. **Biodiversity and Conservation**, 14:823-839.

- ÓLAFSSON, E.; ELMGREN, R. 1997. Seasonal dynamics of sublittoral meiobenthos in relation to phytoplankton sedimentation in the Baltic Sea. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 45:49-164.
- PAULA, J. H. C.; ROSA FILHO, J. S.; SOUZA, A. L. B.; AVIZ, D. 2006. A meiofauna como indicadora de impactos da carcinicultura no estuário de Curuçá (PA). **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, 19:61-72.
- PINTO, T. K., AUSTEN, M. C.V.; WARWICK, R. M.; SOMERFIELD, P. J.; ESTEVES, A. M., CASTRO, F. J. V.; FONSECA-GENEVOIS, V. G.; SANTOS, P. J.P. 2013. Nematode diversity in different microhabitats in a mangrove region. **Marine Ecology**, 34:257-268.
- PLATT, H. M.; WARWICK, R. M. 1980. The significance of free-living nematodes to the littoral ecosystem. In: **The shore environment**, vol.2: Ecosystems. Price, J. H.; Irvine, D. E. G. & Farnham, W. F. (Editores), Academic Press, London, p. 729-759.
- PROST, M. T. R. 1994. *O litoral nordeste do Estado do Pará. Dinâmica atual e aplicações do sensoriamento remoto. Município de Marapanim, Maracanã e Salinópolis*. Relatório. **Programa: evolução atual e holocênica do litoral nordeste do Pará, CNPq**, Belém. 55p.
- PROST, M. T. *et al* (Coord.) 2001. **Projeto Manguezais Paraenses: recursos naturais, uso sociais e indicadores para a sustentabilidade**. Belém: CCTE-MPEG.
- RODRIGUEZ, J. G.; LOPEZ, J.; JARAMILLO, E. 2001. Community structure of the intertidal meiofauna along a gradient of morphodynamic sandy beach types in Southern Chile. **Revista Chilena de Historia Natural**, 74:885-897.
- RODRÍGUEZ, J. G.; LASTRA, M.; LÓPEZ, J. 2003. Meiofauna distribution along a gradient of sandy beaches in Northern Spain. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 58:63-69.
- RODRÍGUEZ, J. G. 2004. Community structure of the intertidal meiofauna along a gradient of morphodynamic states on an exposed North Sea beach. **Sarsia**, 89:22-32.
- ROGERS, A. D.; LAMBSHEAD, P. J. D. 2004. Molecular studies of nematode diversity: past, present and future. Nematology Monographs & Perspectives. **Proceedings of the fourth international congress of nematology**, 2002. 2:761-774.
- ROGGEN, D. R. 1970. Functional aspects of the lower size – limit of nematodes. **Nematologica**, 16: 532-536.
- ROSA FILHO, J. S.; GOMES, T. P.; ALMEIDA, M. F. de; SILVA, R. F. da. 2011. Benthic fauna of macrotidal sandy beaches along a small-scale morphodynamic gradient on the Amazon coast (Algoal Island, Brazil). **Journal of Coastal Research**, 64:435-439.
- RUIVO, M. L. P.; AMARAL I. G.; RIBEIRO, E. L. C.; GUEDES, A. L. S. 2002. Os solos de uma topossequência na Ilha de Algoal/ Maiandeuá, Nordeste do Estado do Pará: composição química e produção de matéria orgânica. **Acta Amazônica**, 32:257-266.
- SANTOS, V. F. 2006. **Ambientes costeiros amazônicos: avaliação de modificações por sensoriamento remoto**. 306 f. Tese Doutorado. Niterói. Universidade Federal Fluminense. 2006.
- SANTOS, V. F. dos. **Estratigrafia Holocênica morfodinâmica atual da Planície Costeira da Ilha de Algoal e Marudá**. 139f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Centro de Geociências, Universidade federal do Pará, Belém, 1996.

- SANTOS, E. B. 2016. **Meiofauna e Nematofauna da praia da Caixa d'água, Ilha de Algodual, Pará, Brasil: composição e padrões de distribuição.** 55f Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.
- SARMENTO, V. C.; BARRETO, A. F. S.; SANTOS, P. J. P. 2011. The response of meiofauna to human trampling on coral reefs **Scientia Marina**, 75(3):559-570.
- SALVAT, B. 1964. Les conditions hydrodynamiques intertidales des sédiments meubles intertidaux et la réparation verticale de la jenne endogée. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences**. Paris, 259:1576-1579.
- SILVA, D. C. M. 2014. **Caracterização da meiofauna e nematofauna da praia da Princesa, Ilha de Algodual, Pará, Brasil.** 41f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.
- SILVA, S. E. L. da. 2016. **Caracterização espaço-temporal da meiofauna e nematofauna da praia do Farol, Ilha de Algodual, Pará, Brasil.** 58f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.
- SILVA FILHO, M. G. 2015. **A influência da maré na distribuição vertical da nematofauna em dois diferentes microhabitats de uma praia arenosa temperada.** 60 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Biológicas, Biologia Animal, 2015.
- SILVA, M. G. L. 2001. **Avaliação multitemporal da dinâmica costeira da Praia do Pescador. Bragança (norte do Brasil).** 113f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2001.
- SILVA, N. I. S. da. **Condições ambientais de uma praia arenosa de macromaré no litoral amazônico brasileiro (Praia da Princesa-PA).** 2009b. 34f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Pará, Instituto de Estudos Costeiros, Bragança, 2009.
- SILVA, C. A.; SOUZA-FILHO, P. W. M., RODRIGUES, S. W. P. 2009. Morphology and modern sedimentary deposits of the macrotidal Marapanim Estuary (Amazon, Brazil). **Continental Shelf Research**, 29:619–631.
- SHORT, A. D. 1991. Macro-meso tidal beach morphodynamics - an overview. **Journal of Coastal Research**, 7(2):417-436.
- SHORT, A. D. 1996. The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. **Revista Chilena de Historia Natural**, 69:589-604.
- SHORT, A. D. 1999. **Beach and Shoreface Morphodynamics.** United States: John Wiley & Sons, 419p.
- SHORT, A. D. 2003. Australia beach systems - the morphodynamics of wave through tide-dominated beach-dune systems. **Journal of Coastal Research**, SI (35):7-20.
- SHORT, A. D. 2006. Australian Beach Systems—Nature and Distribution. **Journal of Coastal Research**, 22(1):11-27.
- SOETAERT, K.; VINCX, M. 1988. *Spirobolbolaimus bathyalis*, gen. nov., sp. Nov. (Nematoda, Microlaimidae) from the Mediterranean (Calvi). **Hydrobiologia**, 164:33-38.

- SOUZA, L. N. **Varição morfológica e sedimentar em praias da ilha de algodoal (litoral amazônico)**. 2010. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Centro de Geociências, Universidade federal do Pará, Belém, 2010.
- SOUZA FILHO, P. W. M. 2001. **Análise Multitemporal e Multisensor (TM Landsat e Radarsat) da Dinâmica de Ambientes Costeiros dominados por macromarés na Planície Costeira Bragantina-Para**. Universidade Federal do Para, Centro de Geociências, 2001, 219p.
- SOUZA-FILHO, P. W. M.; LESSA, G. C.; COHEN, M. C. L.; Costa, F. R.; LARA, R. J. 2009. *The Subsiding Macrotidal Barrier Estuarine System of the Eastern Amazon Coast, Northern Brazil*. In: DILLENBURG, S. R.; HESP, P. A. 2009. **Geology and geomorphology of holocen coastal barriers of Brazil**. Berlin, Springer Verlag. p. 347-372.
- SUGUIO, K. 1992. **Dicionário de Geologia Marinha**. Biblioteca de Ciências Naturais. 15, 317p.
- TRAVERS, A. 2007. Low-energy beach morphology with respect to physical setting: a case study from Cockburn Sound, southwestern Australia. **Journal of Coastal Research**, 23:429-444.
- URBAN-MALINGA, B. KOTWICKI, L.; GHESKIERE, T. L. A. JANKOWSKA, K.; OPALIŃSKI, K.; MALINGA, M. 2004. Composition and distribution of meiofauna, including nematode genera, in two contrasting Arctic beaches. **Polar Biology**, 27:447-457.
- VANAVERBEKE, J.; BEZERRA, T.N.; BRAECKMAN, U.; DE GROOTE, A.; DE MEESTER, N.; DEPREZ, T.; DERYCKE, S.; GILARTE, P.; GUILINI, K.; HAUQUIER, F.; LINS, L.; MARIA, T.; MOENS, T.; PAPE, E.; SMOL, N.; TAHERI, M.; VAN CAMPENHOUT, J.; VANREUSEL, A.; WU, X.; VINCX, M. 2015. **NeMys: World Database of Free-living Marine Nematodes**.
- VELOSO, V. G.; CARDOSO, R. S.; FONSECA, D. B. Adaptações e biologia da macrofauna de praias arenosas expostas com ênfase nas espécies da região entre-mares do litoral fluminense. **Oecologia Brasiliensis**. Volume III: ecologia de Praias Arenosas do Litoral Brasileiro. ABSALÃO, R. S. e ESTEVES, A. M. (editores), 1997, p.135-154.
- VELOSO, V. V.; NEVES, G. 2009. Praias arenosas. In: PEREIRA, R. C; SOARES-GOMES, A. **Biologia Marinha**. Interciência. Rio de Janeiro. p. 339-360.
- VENEKEY, V.; LAGE, L. M. L.; FONSÊCA-GENEVOIS, V. 2005. *Draconema brasiliensis* and *Draconema fluminensis* (Chromadorida, Draconematidae): two new species of free living nematodes from a rocky shore affected by upwelling on the Brazilian coast. **Zootaxa**, 1090:51-64.
- VENEKEY, V.; FONSÊCA-GENEVOIS, V. G.; SANTOS, P. J. P. 2010. Biodiversity of free-living marine nematodes on the coast of Brazil: a review. **Zootaxa**, 2568:39-66.
- VENEKEY, V.; MELO, T. P. G. 2016. Nematodes as indicators of shrimp farm impact on an amazonian estuary (Curuçá, Pará, Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography**, 64(1):75-88.
- VIGLIERCHIO, D. R. 1991. **The world of nematodes**. 226p.
- WANG J., ZHOU H., ZHANG Z., CONG B., XU S. 2011. Effects of organic enrichment on sandy beach meiofauna: A laboratory microcosm experiment. **Journal of Ocean University of China** (Oceanic and Coastal Sea Research), 10(3):246-254.
- WARWICK, R. M., PLATT, H. M., SOMERFIELD, P. J. 1998. **Free-living marine nematodes. Part III: Monhysterids. Synopsis of the British fauna (New series) no. 53**. Shrewsbury Field Studies Council.

- WENTWORTH, C. K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **Journal of Geology** 30:377-392.
- WIESER, W. D. 1953. Beziehung zwischen Mundlohlengestalt, Ernährungsweise und Vorkommen beifreilebenden marinen Nematoden. **Arkiv fur Zoologie**, 4(26):439-484.
- WIESER, W. D. 1959. The effect of grain size on the distribution of small invertebrates inhabiting the beaches of Puget Sound. **Limnology and Oceanography**, 4:181-194.
- WRIGHT, L. D.; NIELSEN, P.; SHORT, A. D.; GREEN, M.O. 1982. Morphodynamics of a macrotidal beach. **Marine Geology**, (50):97-128.
- WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D. 1983. Morphodynamics of beaches and surf zones in Australia. In: Komar, P. D. (ed.). **Handbook of Coastal Process and Erosion**. CRC Press, Boca Raton, p.35-66.
- WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D. 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. **Marine Geology**, 56:93-118.

## CAPÍTULO 1

### **Modificações ambientais em praias arenosas amazônicas de macromaré como estruturadores da meiofauna e de Nematoda**

#### **Resumo**

A meiofauna e Nematoda foram estudadas em três praias arenosas amazônicas de macromaré (Caixa d'Água, Farol e Princesa) com distintas características quanto ao nível de exposição a ação das ondas. As amostragens foram feitas a cada três meses ao longo de um ano (setembro/2011, dezembro/2011, março/2012 e junho/2012). Em cada praia foram tomadas amostras ao longo de um transecto perpendicular à linha de praia, sendo uma estação localizada na zona intermaré superior, três estações na zona intermaré médio e uma estação na zona intermaré inferior. Em todas as estações foram tomadas quatro amostras para a meiofauna e uma para a análise granulométrica. Foi determinado também o estágio morfodinâmico das praias considerando correntes, regime de ondas e perfil, sendo a praia da Caixa d'Água e do farol classificadas como dominada por maré e a praia da Princesa como modificada por maré. Quanto ao nível de exposição a ação das ondas as praias foram determinadas como estuarina protegida (Caixa d'Água), estuarina semi-exposta (Farol) e oceânica exposta (Princesa). Foram medidos também os parâmetros físico-químicos temperatura do substrato, salinidade superficial da água, matéria orgânica e conteúdo de água. A meiofauna foi dominada por Nematoda e Tardigrada. A densidade média da meiofauna na praia da Princesa (1124.52 ind/10 cm<sup>2</sup>) diferiu significativamente da praia do Farol (2051.13 ind/10 cm<sup>2</sup>) sendo tal resultado atribuído a maior oferta de alimento na praia semi-exposta e a menor disponibilidade alimentar além da maior ação das ondas na praia oceânica. Foram identificados 131 gêneros de Nematoda. Os gêneros dominantes considerando todas as amostras foram *Daptonema* (23%), *Theristus* (13%), *Adoncholaimus* (5%), *Odontophora* (5%) e *Trochamus* (4%). A nematofauna mostrou diferença significativa entre meses e estações em todas as praias, sendo *Daptonema* e *Theristus* os gêneros com os maiores valores de contribuições e constância nas três praias, nos quatro meses e nas cinco estações da zona intermaré. Foi verificada uma nematofauna dividida em duas assembleias, uma na zona intermaré superior e outra na zona intermaré média. As variáveis ambientais das três praias mais bem relacionadas com os gêneros foram conteúdo de água, temperatura do substrato e fração de areia. A hipótese de que a estrutura da meiofauna e Nematoda difere entre as três praias, zonas de intermaré e meses foi confirmada, tendo a praia estuarina semi-exposta os maiores valores de densidade e riqueza. A zona intermaré média apresentou em geral as maiores densidades independente da morfodinâmica praial e níveis de exposição das ondas. Setembro considerado o final do período menos chuvoso obteve as maiores densidades nas três praias.

**Palavras-chave:** zonação; variação espaço-temporal; hidrodinâmica, região tropical; Brasil



## 1.1 Introdução

A descarga do rio Amazonas assim como outros estuários dentro da plataforma costeira forma um complexo sistema estuarino caracterizado por níveis únicos de sedimentação, nutrientes dissolvidos e material orgânico ao contrário dos encontrados em qualquer outro lugar do planeta (Geyer et al., 1996). Esses processos naturais estão entre os principais fatores responsáveis pelas variações nas concentrações de nutrientes, na salinidade e bloom de fitoplâncton na costa amazônica e sua plataforma continental (Santos et al., 2008).

A zona costeira amazônica representa 35% do litoral brasileiro e apresenta uma dinâmica bastante peculiar em relação às demais regiões costeiras brasileiras, ou mesmo no mundo, como: regime de macromarés semi-diurnas, as quais são assimétricas, a elevada vazão dos rios, a elevada intensidade das correntes de marés, a presença de moderada energia das ondas que são moduladas pela presença de bancos/barras arenosas e a presença de ventos alísios, entre outros (Oliveira et al., 2014).

Tais peculiaridades da costa amazônica favorecem a ocorrência de praias arenosas com diferentes composições sedimentares e estágios morfodinâmicos (Souza Filho et al., 2009). As praias inseridas nesse contexto são ambientes muito dinâmicos e suas morfologias são relacionadas a processos de alta energia, devido principalmente as macromarés, associadas a ação das ondas, a variabilidade pluvial da área e as variações sazonais ocorrentes em termos de desembocaduras dos canais que margeiam as praias (Costa, 2009).

Em praias arenosas a distribuição horizontal e abundância da meiofauna dependem da granulometria e propriedades físico-químicas dos sedimentos, ação das ondas, ventos, marés, correntes costeiras, profundidade do lençol freático, morfologia, estabilidade sedimentar, dinâmica da zona de swash e disponibilidade alimentar (Little, 2000; Moens et al., 2014).

Considerando as praias de macromarés, a maioria dos trabalhos foram publicados para regiões temperadas (Gheskiere et al., 2002; 2004; Kotwicki et al., 2005; Gingold et al., 2010;

2011; Maria et al., 2012; 2013). Poucos estudos foram realizados em regiões subtropicais (Harguinteguy et al., 2012) e tropicais (Gomes e Rosa Filho, 2009; Rosa-Filho et al., 2011; Melo et al., 2013; Ataíde et al., 2014) sob influência de complexos sistemas estuarinos e de ondas de moderada energia, como ocorre nas praias arenosas amazônicas (Oliveira et al., 2014).

A Ilha de Algodual, local desse estudo, possui praias com diferentes níveis de exposição a ação das ondas (Prost, 1994; Mendes et al., 2001), levando-nos a considerar as seguintes hipóteses: a estrutura da comunidade de meiofauna e associações de Nematoda (1) são diferentes entre praias com hidrodinâmicas distintas apresentando maiores riquezas e densidades nas praias protegidas; (2) apresentam diferenças entre as zonas de intermaré, sendo mais rica e densa na zona de intermaré média e (3) mudam entre os meses do ano, pois estes apresentam flutuações ambientais distintas que conseqüentemente alteram as características das praias.

## **1.2 Material e métodos**

### *1.2.1 Área de estudo*

As praias estudadas Caixa d'Água, Farol e Princesa localizam-se na Ilha de Algodual-Maiandeuá (Área de Proteção Ambiental – APA, desde 1990), região norte do Brasil (Estado do Pará), entre as coordenadas 47°32'05"- 47°34'12" W e 0°34'45"- 0°37'30" S. A ilha limita-se ao Norte pelo Oceano Atlântico, a Leste pela Baía de Maracanã, a Oeste pela Baía de Marapanim, e ao Sul pelo Furo de Mocoóca, que separa a ilha do continente (Figura. 1).

As praias da ilha de Algodual são constituídas por areias muito finas quartzosas (Rosa Filho et al., 2011). As praias da Caixa d'Água e Farol tem influência fluvial, vinda do Rio Marapanim (consideradas como praia estuarina protegida e semi-exposta, respectivamente) enquanto que a praia da Princesa é controlada principalmente por ondas (praia oceânica exposta) (Souza, 2010).

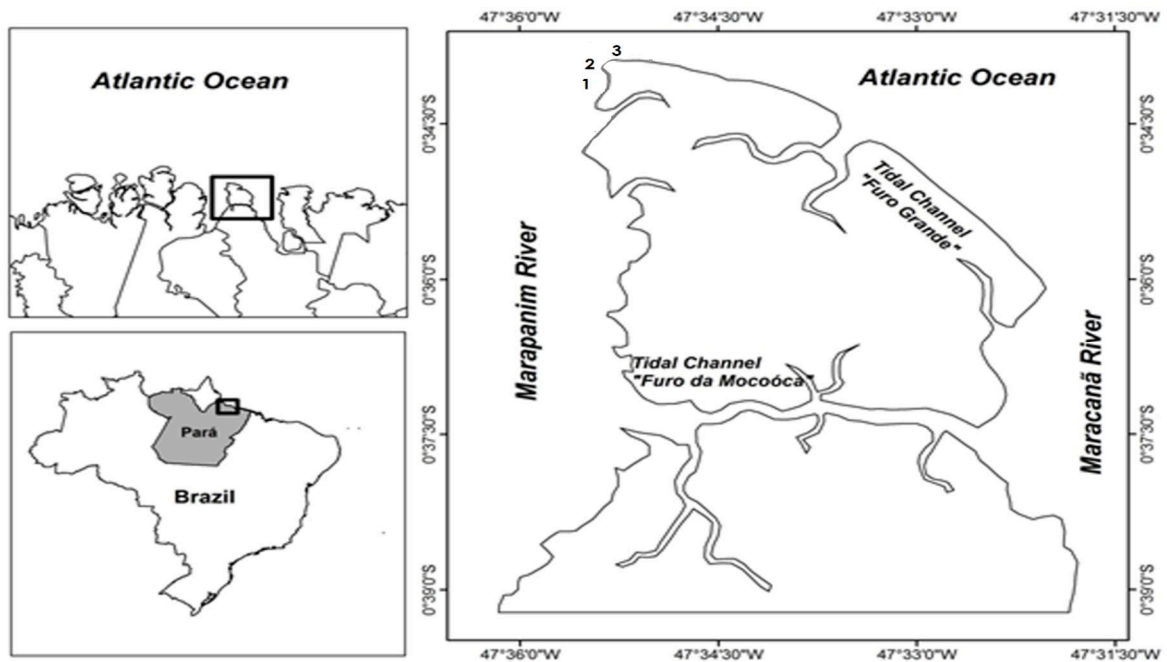


Figura 1.1. Localização das praias estudadas na Ilha de Algodão (PA): 1. Caixa d'Água 2. Farol e 3. Princesa. Adaptado de Ataíde et al., 2014.

A ilha é dominada por macromarés semi-diurnas, com amplitude média de 2,5 m (maré de quadradura) a 4,8 m (maré de sizígia) (DHN, 2011). As praias da ilha apresentam correntes da ordem de 1 a 2 m.s<sup>-1</sup> e ondas de cerca de 1 m de altura (Silva et al., 2011). As ondas têm maior influência nas praias oceânicas em virtude da direção dos ventos alísios vindo de ENE, enquanto que a parte oeste é mais protegida (Santos, 1996).

O clima da região é do tipo tropical úmido, com médias anuais de temperatura em torno de 27,7 °C, com pequena amplitude térmica anual (até 5<sup>0</sup>C) (Martorano et al., 1993), com ventos NE e E atingindo uma velocidade média de 6m/s, sendo mais forte em dezembro e março quando reforçam os ventos alísios SE (Silva et al., 2009). A precipitação pluviométrica anual é da ordem de 3000 mm, com média de 1657 mm no período mais chuvoso (janeiro a julho) e de 487 mm nos demais meses (período menos chuvoso ou seco) (Moraes et al., 2005).

### 1.2.2 Metodologia em campo

As coletas nas três praias ocorreram durante as marés de sizígia em setembro/2011 e dezembro/2011 (período menos chuvoso) e março/2012 e junho/2012 (período mais chuvoso). Em cada praia foram tomadas amostras utilizando desenho amostral do tipo sistemático, ao longo de um transecto perpendicular à linha de praia. Em cada transecto cinco estações de coleta foram determinadas, sendo o primeiro no limite da maré-alta e as outras seguindo a cada 50 metros.

Dessa forma uma estação se localiza na zona de intermaré superior (S1), três estações na zona de intermaré médio (S2, S3 e S4) e uma estação na zona de intermaré inferior (S5). Em todas as estações foram tomadas quatro amostras para a meiofauna utilizando amostrador circular com 3 cm de diâmetro enterrado 10 cm no sedimento. Após coletadas, as amostras de meiofauna foram acondicionadas em potes plásticos e fixadas em formol salino a 4% tamponado com tetraborato de sódio.

Paralelo a coleta de material biológico, em cada estação de coleta foi tomada uma amostra de sedimento para determinação da granulometria e outra para conteúdo de matéria orgânica, sendo esta última resfriada ainda em campo e congelada posteriormente em laboratório. Estas amostras foram coletadas utilizando amostrador cilíndrico com diâmetro de 5 cm enterrado 20 cm no substrato. Foram ainda determinadas para cada estação; temperatura do substrato a 15 cm de profundidade (utilizando termômetros de solo com bulbo de 15 cm) e conteúdo de água (diferença de peso úmido e peso seco). A salinidade da água de superfície foi determinada para cada praia utilizando refratômetro manual.

Dados de precipitação pluviométrica foram obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) provenientes da Estação Meteorológica de Salinópolis (localizada a 30 km da Ilha de Algodão). Para caracterizar o estado morfodinâmico das praias, dados de corrente foram coletados a partir da utilização de correntômetros com sensores eletromagnéticos (*Infinity-EM AEM-USB*), que registram sentido, direção e intensidade de

corrente. A amplitude de marés para a região em cada ocasião de coleta foi obtida nas tábuas de marés da Estação Maregráfica do Fundeadouro de Salinópolis (DHN, 2011). Infelizmente houve perda de dados em três meses da praia do Farol.

Em cada praia foram ainda determinados o perfil da face da praia utilizando o método topográfico da “Stadia” (Birkemeyer, 1981) na zona de intermaré. Este procedimento consiste na medição de cotas em diferentes níveis da praia com um nível e régua graduada (estadia) apontando a declividade, a partir dos dados obtidos do perfil. O regime de ondas (altura e período) também foi determinado com o uso de um ondógrafo (*Infinity-EM AWH-USB*) fundeado por 13 horas na zona de arrebentação.

### *1.2.3 Metodologia em laboratório*

Em laboratório, a meiofauna foi separada do sedimento por elutriação manual, sendo o sobrenadante passado em peneira com malha de 0,044 mm de abertura (Elmgren, 1966). Os organismos retidos na peneira foram colocados em placa de Dollfus, contados e identificados ao nível de grandes grupos zoológicos com o auxílio de microscópio estereoscópico.

De cada amostra, 50 indivíduos de Nematoda foram aleatoriamente separados e transferidos para uma solução de diafanização, segundo método de De Grisse (1969) para posterior montagem de lâminas permanentes e identificação em nível de gêneros de acordo com Warwick et al (1998) e bibliografia específica do site Nemys (Vanaverbeke *et al.*, 2015). Para confecção da lista taxonômica foi adotada a classificação De Ley e Blaxter (2004). Posterior a identificação, os Nematoda foram agrupados quanto a sua morfologia bucal conforme Wieser (1953): detritívoros seletivos (1A); detritívoros não-seletivos (1B); comedores de epistratos (2A) e predadores/onívoros (2B).

Para a análise granulométrica o material sedimentar foi lavado com água destilada/deionizada e Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) para remoção da matéria orgânica. Em

seguida, o material foi desagregado através de ultrassom e agitador mecânico e o tamanho dos grãos foi obtido por meio de um analisador de partículas à laser (Laser Diffraction, SALD 2201-Shimadzu).

Os parâmetros estatísticos (diâmetro médio dos grãos e coeficiente de seleção) foram calculados segundo as equações de Folk e Ward (1957), através do software SYSGRAN 3.0 (Camargo 2006). Para a classificação de tamanhos dos grãos foi utilizada a proposta por Wentworth (1922). A matéria orgânica do sedimento foi mensurada por calcinação em mufla (Buchanan, 1984) e o conteúdo de água foi analisado durante o processamento da matéria orgânica, pela diferença entre peso inicial e final.

#### *1.2.4 Análises dos dados*

A classificação do estágio morfodinâmico das praias foi calculado através de dois parâmetros: parâmetro de Dean's ( $\Omega = H_b/w_s/T$ ), onde  $H_b$  é a altura significativa da onda na arrebentação em metros,  $W_s$  é a velocidade média de decantação dos sedimentos da face da praia e  $T$  é o período médio das ondas e parâmetro de Variação Relativa da Maré (RTR =  $MSR/H_b$ ), onde,  $MSR$  é a variação média da maré de sizígia em metros e  $H_b$  é a altura significativa da onda na arrebentação em metros (Masselink e Short, 1993). O diâmetro do sedimento adotado para o cálculo foi 0.25 mm (Wright e Short, 1984)

Para cada amostra biológica foram calculados os descritores: densidade (ind/10 cm<sup>2</sup>) e riqueza (número de táxons) para meiofauna e densidade (ind/10 cm<sup>2</sup>), riqueza (número de gêneros), diversidade (índice de Shannon-Wiener  $H' / \log_2$ ) e equitatividade (índice de Pielou  $J'$ ) para os Nematoda. Tais descritores foram comparados entre meses (setembro/2011, dezembro/2011, março/2012 e junho/2012), praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa) e estações da praia (S1, S2, S3, S4 e S5), todos fatores fixos.

A comparação entre os descritores foi feita através das análises de variância tri-fatorial ANOVA, sendo os dados transformados para  $\log(x+1)$  quando necessário. Anterior as análises foram testadas a normalidade da distribuição dos dados (teste de Kolmogorov-Smirnov) e a homocedasticidade das variâncias (teste de Cochran). Sempre que a hipótese nula foi rejeitada utilizou-se o teste de contraste de médias de Tukey (Clarke e Warwick, 1994).

Para representar e comparar a estrutura da meiofauna e Nematoda nos diferentes fatores foi utilizada a análise de ordenamento (Nonmetric Multidimensional Scaling –nMDS) e de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) (Anderson et al., 2008), respectivamente. O design da PERMANOVA seguiu o modelo tri-fatorial onde meses, praias e estações da praia foram fatores fixos. A contribuição de cada gênero para a similaridade entre os meses e estações da praia em cada praia e a dissimilaridade entre as praias foram avaliadas utilizando a rotina SIMPER (similarity percentage).

A densidade média da meiofauna foram correlacionadas (coeficiente  $r$  de Spearman) com os parâmetros ambientais (diâmetro médio dos grãos, coeficiente de seleção, % areia, % silte, % argila; temperatura do sedimento, conteúdo de água e matéria orgânica) para verificar quais foram os fatores abióticos que melhor explicam o padrão biológico da comunidade.

Para identificar as variáveis ambientais mais bem relacionadas com os padrões biológicos dos principais gêneros de Nematoda foi aplicada a Análise de Correspondência Canônica (CCA), onde os dados abióticos foram padronizados e logaritimizados e os bióticos transformados para raiz quarta. Anterior as análises, foram testadas colinearidade entre os dados abióticos, excluindo-se aqueles fortemente correlacionados ( $r_s > 0,80$ ) (Clarke e Warwick, 1994).

Os perfis das praias foram plotados através do GRAPHER 9, visando à identificação de modificações na topografia da face de cada praia. Para as análises univariadas foi utilizado o Programa STATISTICA 8.0 e para as multivariadas PRIMER (PERMANOVA +) 6.0. (Anderson et al., 2008). Em todas as análises o nível de significância adotado foi de 0,05.

### 1.3 Resultados

#### 1.3.1 Características físicas das praias

Considerando os parâmetros físicos medidos, as praias foram classificadas como dominada por maré (CX e FL) e modificada por maré (PR) (Tabela 1.1). Além da diferença nos índices morfodinâmicos entre as praias houve também variações expressivas entre os meses numa mesma praia. A altura da onda na praia CX variou de 0.16 m (junho) a 0.39 m (março) e a corrente máxima registrou mínima de 0.57 m/s em dezembro a máxima de 1.28 m/s em setembro. Na praia PR, a altura da onda obteve mínima de 0.19 m em setembro e máxima de 0.54 m em março, já a corrente máxima atingiu mínima em junho (1.13 m/s) e máxima em setembro e dezembro (1.27 m/s).

Tabela 1.1. Parâmetros físicos das praias Caixa d'Água, Farol e Princesa. Hb: altura significativa da onda, Ts (s): período da onda, MS: estado morfodinâmico,  $\Omega$ : Dean; RTR altura relativa da maré; DM: praia dominada por maré, MM: praia modificada por maré.

	Nível da Maré (m)	Hmax (m)	Hb (s)	Ts (s)	Corrente Média (m/s)	Corrente Máxima (m/s)	$\Omega$	RTR	MS
<i>Caixa d'Água</i>									
Setembro/2011	5.06	0.63	0.20	5.74	0.33	1.28	6.32	25.30	DM
Dezembro/2011	5.15	0.60	0.20	6.28	0.29	0.57	5.78	25.75	DM
Março/2012	4.90	1.04	0.39	6.81	0.25	1.12	10.39	12.56	MM
Junho/2012	4.58	0.60	0.16	5.28	0.25	1.06	5.50	28.63	DM
<i>Farol</i>									
Junho/2012	4.68	0.37	0.16	6.56	0.28	0.69	4.43	29.25	DM
<i>Princesa</i>									
Setembro/2011	4.86	0.44	0.19	5.39	0.74	1.18	6.40	25.58	DM
Dezembro/2011	4.54	0.80	0.32	6.73	0.49	1.27	8.63	14.19	MM
Março/2012	4.78	1.31	0.54	7.34	0.53	1.27	13.35	8.85	MM
Junho/2012	5.03	1.04	0.38	5.99	0.43	1.13	11.51	13.24	MM

O perfil topográfico das praias mostrou a praia FL como a mais extensa 447 metros, a praia PR como a menor (261 metros) e a praia da CX teve uma extensão de 357 metros (Figura 1.2). Morfológicamente, existe uma semelhança entre os perfis das praias e seus estágios



morfodinâmicos, entretanto, as mesmas apresentam valores de índices morfodinâmicos diferentes (Tabela 1.1).

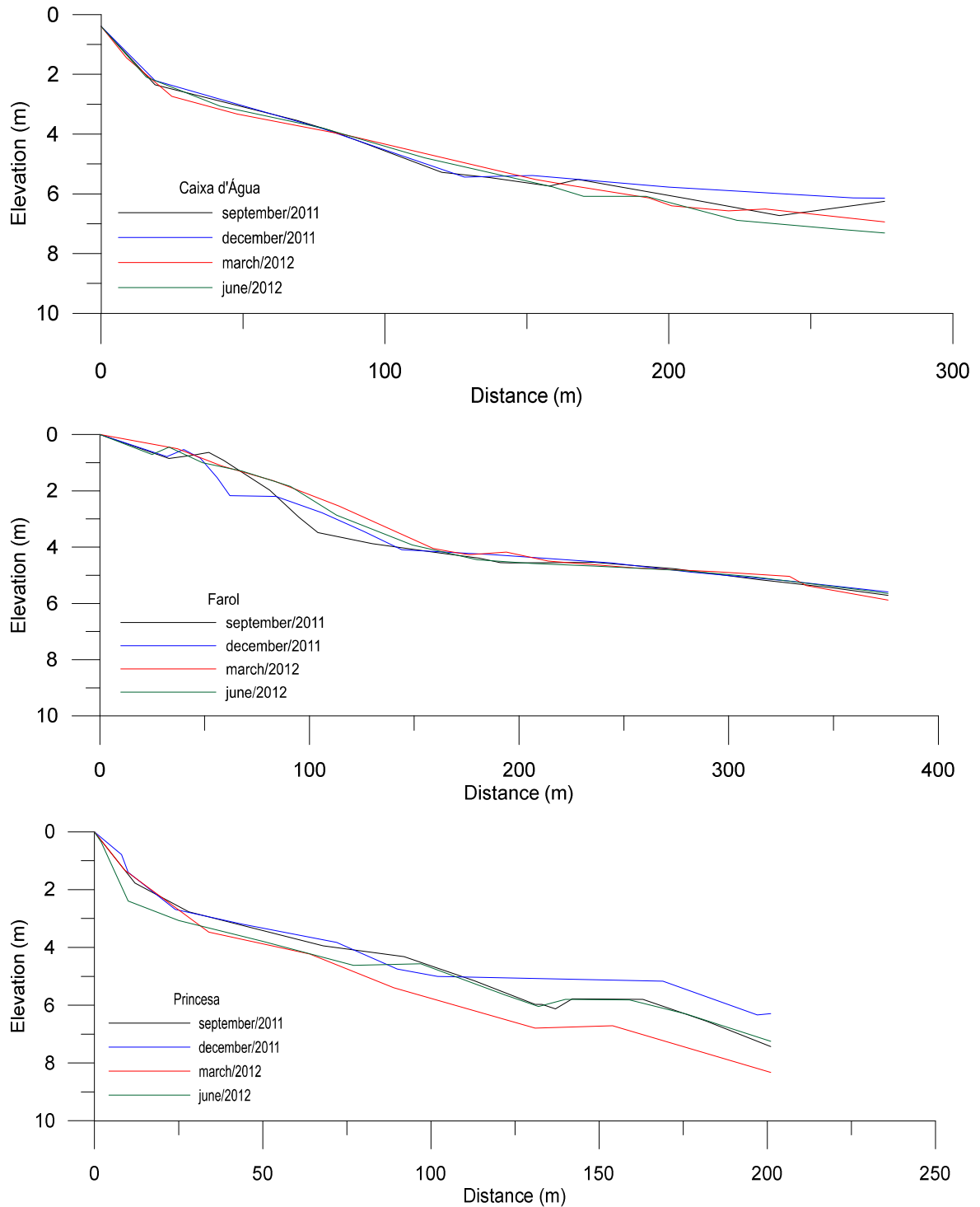


Figura 1.2. Perfil das praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa) durante os meses (Setembro/2011, Dezembro/2011, Março/2012 e Junho/2012) na Ilha de Algodal (PA).

O balanço sedimentar mostrou comportamento similar de deposição de sedimentos nas três praias apenas em setembro. Nas praias estuarinas (CX e FL) também houve ganho de sedimento em junho e dezembro, respectivamente. O período onde ocorreram erosões nas praias foram março (CX e FL) e dezembro (PR). Na praia estuarina protegida CX houve perda sedimentar também em dezembro e na estuarina semi-exposta FL em junho (Figura 1.3).

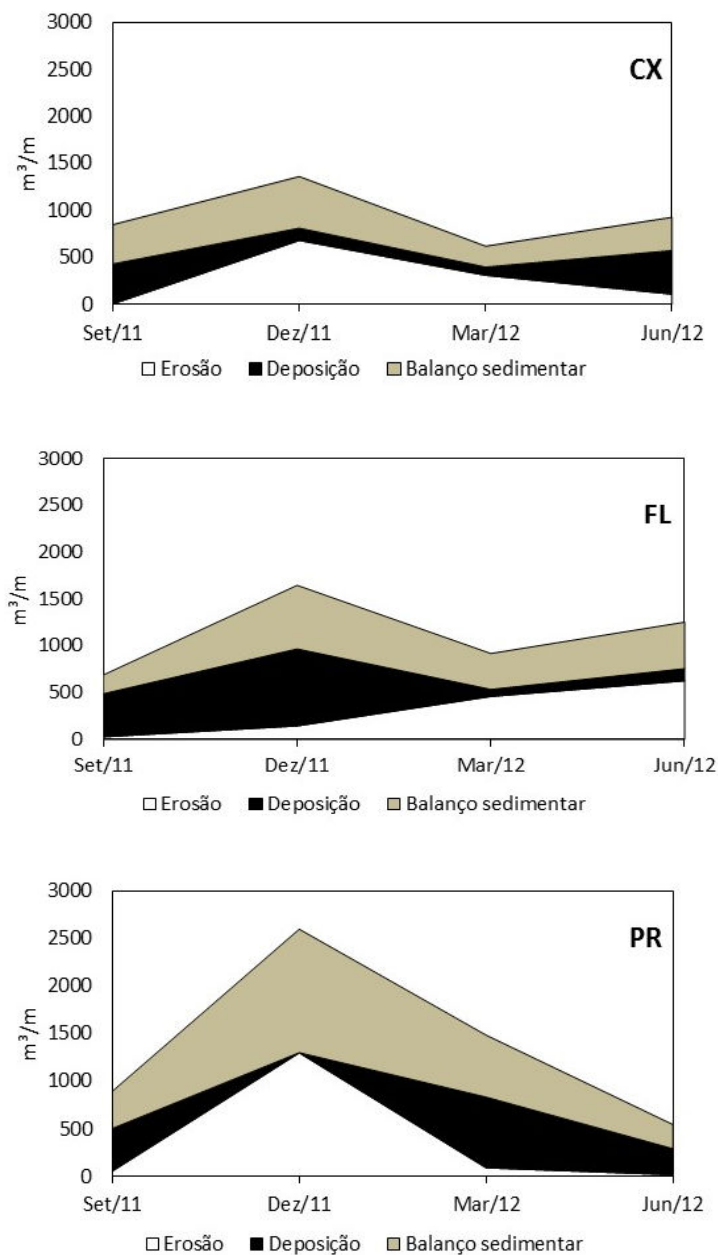


Figura 1.3. Balanço volumétrico das praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa) durante os meses (Setembro/2011, Dezembro/2011, Março/2012 e Junho/2012) na Ilha de Algodal (PA).

### 1.3.2 Variáveis ambientais

A precipitação pluviométrica atingiu mínima (0 mm) em setembro e máxima (701 mm) em março. Os menores valores de salinidade da água superficial foram registrados nos meses mais chuvosos (março e junho) (Figura 1.4).

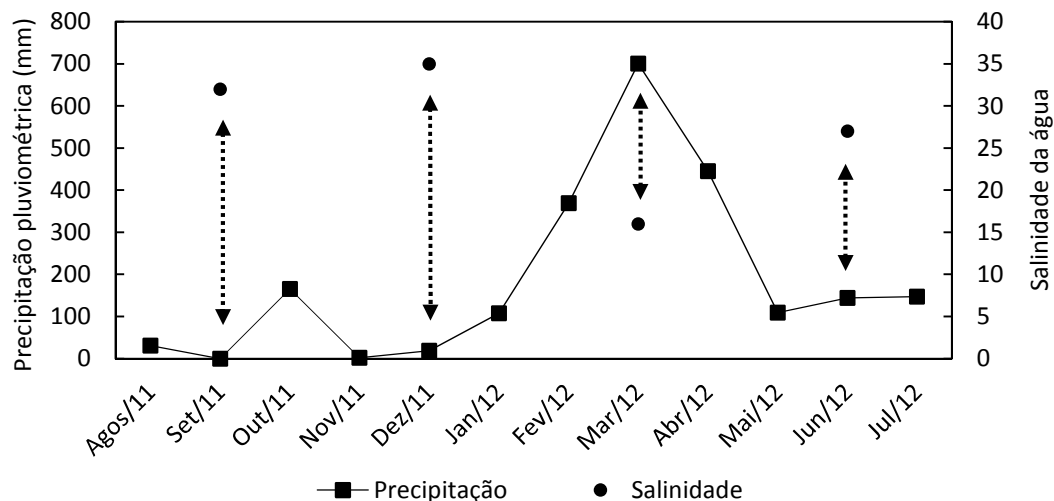


Figura 1.4. Precipitação pluviométrica e salinidade da água nas praias da Ilha de Algoadoal (PA), entre agosto de 2011 e julho de 2012. As setas indicam os meses de amostragens.

A temperatura média do sedimento não variou muito entre e dentro das praias apresentando uma média geral de 32 °C. A média da matéria orgânica e conteúdo de água foi maior na praia estuarina semi-exposta FL e menor na praia oceânica PR. Em relação a variação sazonal, na praia estuarina protegida CX durante o período mais chuvoso (março e junho) houve um leve aumento nas frações silte e argila e matéria orgânica. Na praia FL e PR os maiores valores de matéria orgânica ocorreram no período menos chuvoso (setembro e dezembro).

Quanto a variação espacial, o conteúdo de água foi mais alto na zona intermaré média e mais baixo na zona intermaré superior nas três praias. A matéria orgânica teve comportamento inverso do conteúdo de água nas praias CX e PR, sendo maior o teor de matéria orgânica na zona intermaré superior e menor na zona intermaré média. Na praia CX a matéria orgânica foi constante ao longo da praia (Figura 1.5).

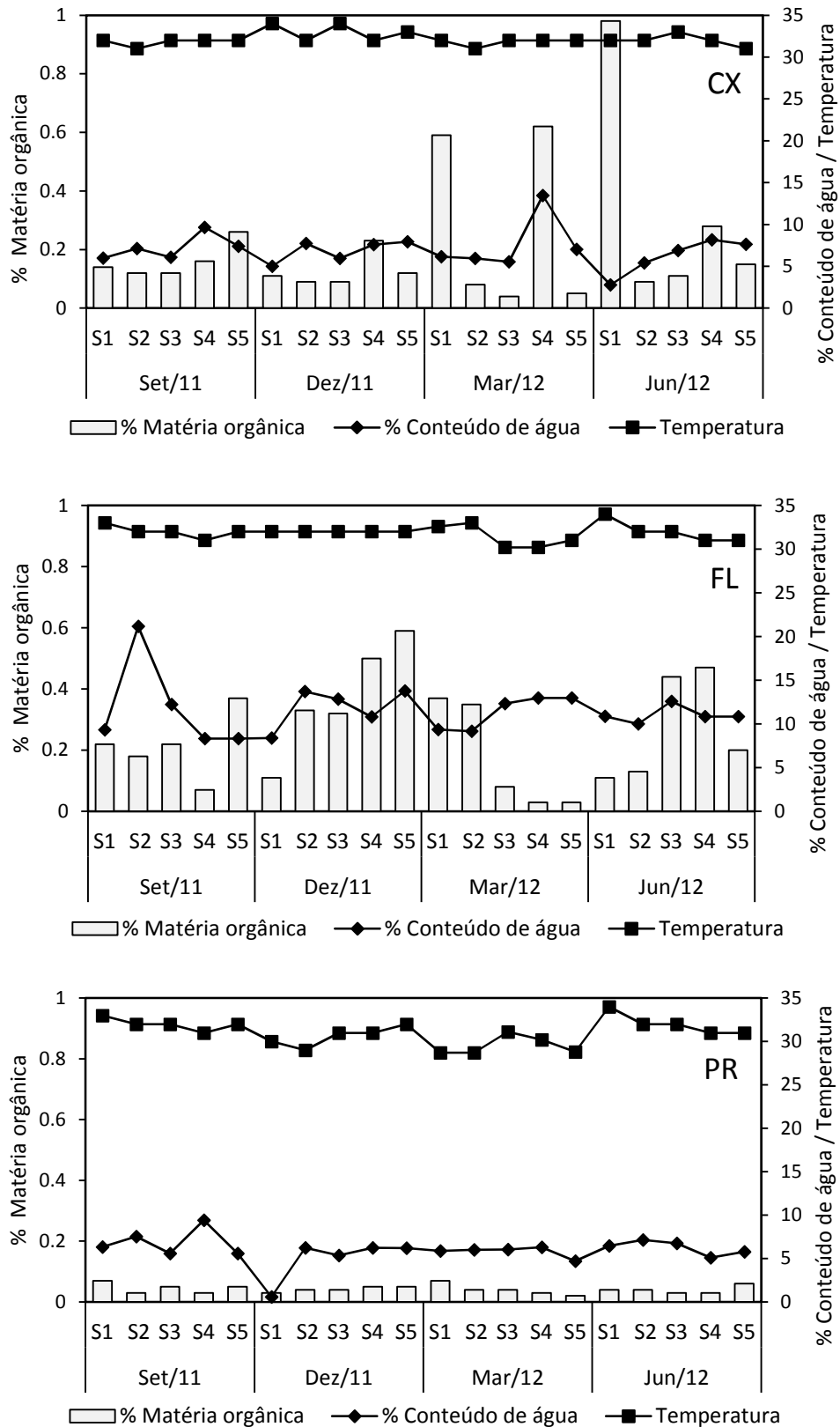


Figura 1.5. Variáveis ambientais % matéria orgânica, % conteúdo de água e temperatura do sedimento nas praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa) durante os meses (Setembro/11, Dezembro/11, Março/12 e Junho/12) nas estações (S1, S2, S3, S4 e S5) na Ilha de Algodal (PA).



### *1.3.3 Meiofauna: padrão geral, variação temporal e zonação*

#### *1.3.3.1 Composição da meiofauna*

A meiofauna das três praias esteve representada por 14 grupos: Nematoda, Copepoda, Tardigrada, Turbellaria, Gastrotricha, Nauplius, Polychaeta, Oligochaeta, Ostracoda, Mollusca, Amphipoda, Kinorhyncha, Acari e Priapulida. Os grupos Nematoda (63%) e Tardigrada (31%) foram responsáveis por 94% do total de indivíduos e os demais grupos juntos perfizeram apenas 6%. Amphipoda, Kinorhyncha e Priapulida estiveram presentes numericamente com apenas 4, 2 e 1 indivíduos, respectivamente.

Na praia estuarina protegida CX Nematoda (66%) e Tardigrada (31%) representaram 97% do total de indivíduos; Copepoda 0.5% e os demais grupos juntos apenas 2.5%. Na praia estuarina semi-exposta FL os grupos dominantes foram Nematoda (50%), Tardigrada (42%) e Copepoda 5%, e os demais grupos juntos representaram 3%. Na praia oceânica PR Nematoda (84%) e Tardigrada (10%) representaram 94% do total de indivíduos; Copepoda 3% e os demais grupos juntos somente 3%.

#### *1.3.3.2. Descritores biológicos*

A riqueza e densidade variaram significativamente entre as praias, meses, estações e interações (Tabela 1.3). A riqueza foi maior na praia PR e menor na praia CX, já a densidade foi mais alta na praia FL e mais baixa na praia PR. Temporalmente a riqueza nas praias FL e PR não diferiu ao longo dos meses. Nas três praias a densidade foi mais elevada em setembro e mais baixa em junho (praia FL), dezembro (praia CX) e março na praia PR (Figura 1.6).

Quanto a variação espacial nas praias CX e PR a meiofauna foi menos abundante na zona intermaré superior (S1) e na praia FL na zona intermaré inferior (S5), sendo as maiores densidades em todas as praias localizadas na zona intermaré média. A riqueza de um modo

geral foi constante ao longo da zona intermaré, com exceção para a praia PR, onde a zona intermaré superior registrou a menor riqueza e a zona intermaré inferior a maior (Figura 1.6).

Tabela 1.3. Resultado da ANOVA trifatorial comparando densidade e riqueza da meiofauna entre praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa), meses (Setembro/11, Dezembro/11, Março/12 e Junho/12) e estações (S1, S2, S3, S4 e S5). Gl: grau de liberdade, F: valor do *F* teste, \* ( $p < 0,05$ ), \*\* ( $p < 0,01$ ), ns (não significativo).

	Densidade			Riqueza		
	Gl	F	p	Gl	F	p
Praias	2	41.45	**	2	9.74	**
Estações	4	86.97	**	4	24.38	**
Meses	3	47.80	**	3	13.06	**
Praias x Estações	8	25.04	**	8	7.01	**
Praias x Meses	6	8.44	**	6	5.77	**
Estações x Meses	12	16.00	**	12	7.26	**
Praias x Estações x Meses	24	10.44	**	24	3.88	**
Resíduo	180			180		
Testes pareados	Densidade			Riqueza		
	Gl	F	p	Gl	F	p
• (Praias)						
CX, FL	**			ns		
CX, PR	**			**		
PR, FL	**			**		
• (Praias x Meses)	CX	FL	PR	CX	FL	PR
Set, Dez	**	**	**	**	ns	ns
Set, Mar	**	**	**	ns	ns	ns
Set, Jun	ns	**	ns	ns	ns	ns
Dez, Mar	ns	ns	ns	**	ns	ns
Dez, Jun	ns	*	**	**	ns	ns
Mar, Jun	**	*	**	ns	ns	ns
• (Praias x Estações)	CX	FL	PR	CX	FL	PR
S1, S2	**	ns	**	ns	ns	**
S1, S3	**	ns	**	ns	ns	**
S1, S4	**	ns	**	**	ns	**
S1, S5	**	ns	**	**	ns	**
S2, S3	**	ns	**	ns	ns	ns
S2, S4	**	ns	**	ns	ns	ns
S2, S5	**	**	ns	**	ns	ns
S3, S4	ns	ns	ns	ns	ns	ns
S3, S5	ns	ns	**	**	ns	ns
S4, S5	ns	ns	**	ns	ns	ns

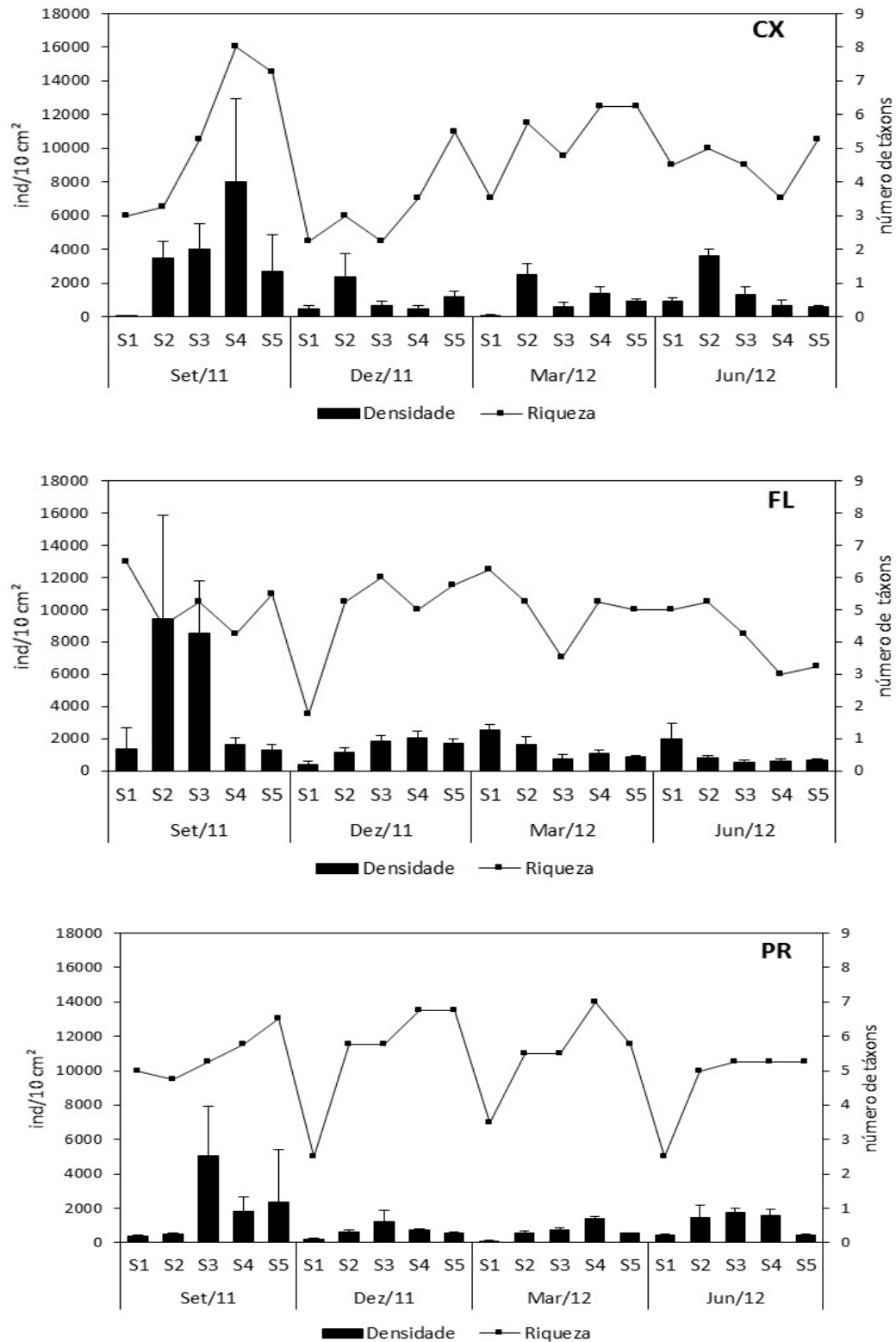


Figura 1.6. Densidade média (ind/10 cm<sup>2</sup>) e riqueza (número de táxons) da meiofauna durante os meses (Setembro/11, Dezembro/11, Março/12 e Junho/12) nas estações (S1, S2, S3, S4 e S5) nas praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa). As barras indicam o desvio padrão.



#### *1.3.3.3. Variação temporal e zonação dos grupos dominantes*

Nas duas praias estuarinas (CX e FL) Nematoda dominou em todos os meses com exceção de setembro, onde Tardigrada foi o grupo mais abundante. Na praia oceânica (PR) Nematoda e Tardigrada atingiram as maiores densidades no mês mais seco (setembro) e as menores nos meses dezembro e junho, respectivamente (Figura 1.7).

A distribuição horizontal dos principais grupos nas três praias é mostrada na figura 1.7. De um modo geral, durante os meses estudados, as maiores densidades de Nematoda e Tardigrada nas três praias foram registradas nas estações localizadas na zona intermaré média (S2, S3 e S4) e as menores na zona intermaré superior, com poucas exceções, a exemplo da praia semi-exposta FL onde nos meses mais chuvosos (março e junho) as maiores densidades dos Nematoda foram registradas na zona intermaré superior.

#### *1.3.3.4 Estrutura da meiofauna*

Nas duas praias estuarinas CX e FL e na praia oceânica PR a análise de ordenação nMDS além da separação na estrutura da meiofauna entre os meses, indicou também a diferença entre as estações (Figura 1.8). O resultado da PERMANOVA confirmou as diferenças da meiofauna entre praias, meses e estações (Tabela 1.4A). Analisando as praias separadamente todas apresentaram diferenças significativas entre todos os meses e entre todas as estações com poucas exceções (Tabela 1.4B-C).

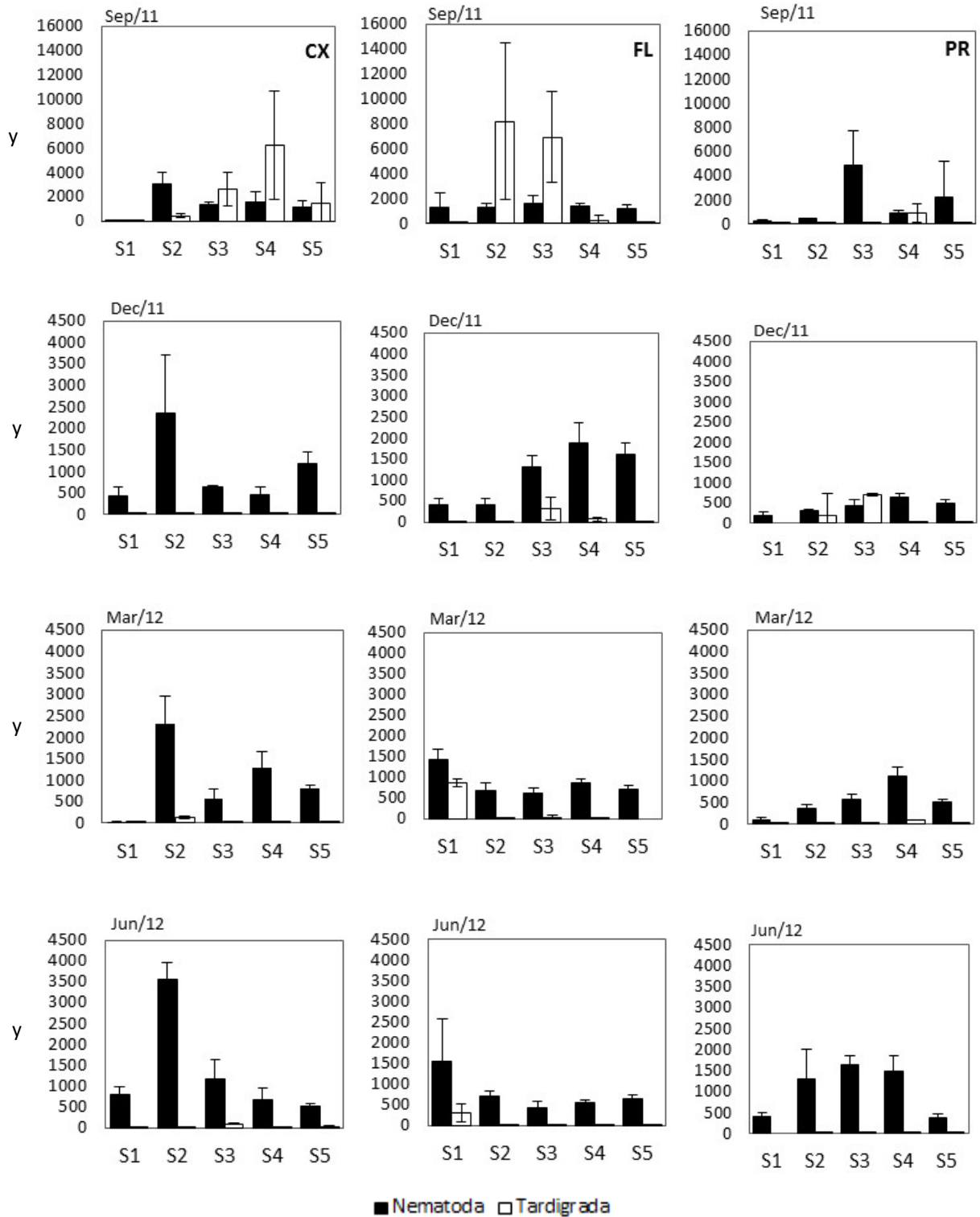


Figura 1.7. Densidade média (eixo y: ind/10 cm<sup>2</sup>) e desvio padrão durante os meses (Setembro/11, Dezembro/11, Março/12 e Junho/12) nas estações (S1, S2, S3, S4 e S5) para Nematoda e Tardigrada nas praias estudadas (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa) na Ilha de Algodóal (PA).

Tabela 1.4. Resultado da PERMANOVA para a meiofauna (A) Fatores e teste pareado para Meses (B) e Estações (C) mostrando a diferença entre os meses, praias e estações nas três praias. M = meses, P = praias, S = estações, Res = resíduo, Gl = grau de liberdade, QM = quadrado médio, p = probabilidade,  $p < 0,05$  = diferença significativa, valor em negrito = diferença não significativa.

(A) Fatores	Gl	QM	Pseudo-F	p	(B) Meses
M	3	7660.4	48.24	0.001	M x P
P	2	4071.8	25.64	0.001	Caixa
S	4	5608.3	35.31	0.001	Farol
M x P	6	2544.6	16.02	0.001	Princesa
M x S	12	1582.5	9.96	0.001	t p t p t p
P x S	8	2510.5	15.81	0.001	Set, Dez 5.31 0.001 5.94 0.001 3.17 0.001
M x P x S	24	1191.5	7.50	0.001	Set, Mar 4.99 0.001 8.44 0.001 4.25 0.001
Res	180	158.81			Set, Jun 5.76 0.001 8.88 0.001 2.30 0.001
Total	239				Dez, Mar 4.69 0.001 5.02 0.001 4.90 0.001
					Dez, Jun 4.88 0.001 5.10 0.001 4.44 0.001
					Mar, Jun 2.89 0.001 5.44 0.001 4.48 0.001

(C) Estações	Caixa d'Água				Farol				Princesa			
M x P x S	Set/11	Dez/11	Mar/12	Jun/12	Set/11	Dez/11	Mar/12	Jun/12	Set/11	Dez/11	Mar/12	Jun/12
Grupos	t P	t P	t P	t P	t P	t P	t P	t P	t P	t P	t P	t P
S1, S2	5.33 0.03	1.88 0.03	2.77 0.02	5.83 0.03	4.34 0.03	7.29 0.03	4.48 0.04	3.59 0.03	2.22 0.02	5.86 0.04	3.70 0.03	7.72 0.03
S1, S3	5.33 0.02	0.68 <b>0.67</b>	2.13 0.03	4.69 0.03	3.40 0.03	5.35 0.03	3.63 0.03	3.23 0.03	3.01 0.02	5.77 0.03	4.61 0.03	11.5 0.04
S1, S4	4.64 0.02	0.24 <b>0.86</b>	3.21 0.03	3.11 0.04	2.55 0.03	4.61 0.04	3.78 0.04	5.85 0.03	3.98 0.02	5.73 0.03	4.91 0.03	10.5 0.03
S1, S5	5.36 0.03	3.65 0.03	2.85 0.04	4.10 0.03	2.25 0.03	6.25 0.03	5.53 0.03	6.27 0.03	2.36 0.03	5.15 0.03	3.67 0.03	6.02 0.04
S2, S3	2.69 0.03	1.48 <b>0.14</b>	3.52 0.04	3.85 0.02	1.88 0.03	5.33 0.04	3.88 0.03	1.51 <b>0.18</b>	1.95 <b>0.06</b>	1.88 0.03	2.13 0.03	1.52 <b>0.06</b>
S2, S4	2.93 0.03	1.69 0.03	3.60 0.03	3.32 0.03	4.40 0.03	6.32 0.04	3.40 0.03	3.24 0.02	1.97 0.05	3.36 0.03	3.03 0.02	1.80 0.03
S2, S5	3.52 0.03	3.49 0.03	4.27 0.03	3.88 0.02	6.07 0.03	8.32 0.03	5.17 0.03	4.64 0.02	1.45 <b>0.09</b>	3.56 0.02	2.15 0.02	2.77 0.03
S3, S4	1.47 <b>0.06</b>	1.06 <b>0.39</b>	3.87 0.03	3.21 0.03	2.67 0.02	2.24 0.03	2.28 0.03	1.27 <b>0.29</b>	2.12 0.05	2.96 0.02	2.32 0.04	1.68 <b>0.13</b>
S3, S5	1.90 0.03	3.67 0.03	3.33 0.03	2.16 0.02	3.56 0.03	3.65 0.03	1.95 0.03	2.10 <b>0.07</b>	1.38 <b>0.22</b>	3.09 0.03	1.75 0.03	3.66 0.04
S4, S5	1.42 <b>0.13</b>	2.19 0.03	2.06 0.03	2.63 0.04	1.00 <b>0.42</b>	2.38 0.03	1.14 <b>0.43</b>	1.73 <b>0.13</b>	1.78 0.04	1.86 0.03	3.16 0.03	2.99 0.02

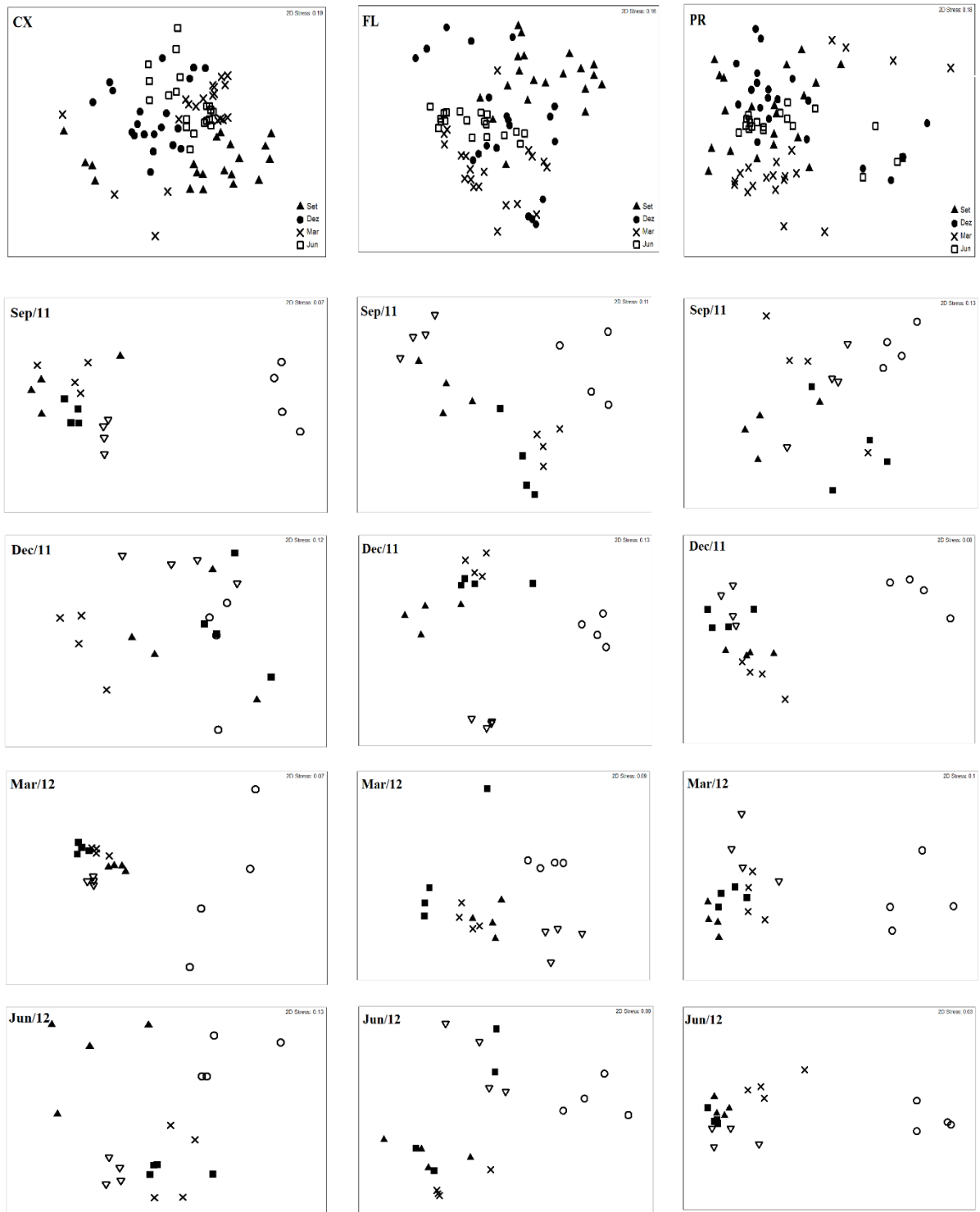


Figura 1.8. Análise de escalonamento multidimensional (nMDS) da comunidade de meiofauna durante os meses (Setembro/11, Dezembro/11, Março/12 e Junho/12) nas estações (○: S1, ▽: S2, ▲: S3, ■: S4, ×: S5) nas praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa) na Ilha de Algodal (PA).

### 1.3.3.5 Relação entre as variáveis ambientais e a meiofauna

A densidade média dos Nematoda, Tardigrada e Copepoda nas praias foram correlacionadas (coeficiente  $r$  de Spearman) com as seguintes variáveis ambientais: temperatura do substrato, % água, % matéria orgânica, tamanho médio dos grãos, % areia, % silte e % argila. Dentre as variáveis testadas na praia estuarina protegida CX, Tardigrada esteve correlacionada com % areia ( $r = 0.89$ ,  $p = 0.04$ ) e % silte ( $r = -0.89$ ,  $p = 0.01$ ) em março.

Na praia estuarina semi-exposta FL, Nematoda apresentou correlação com a matéria orgânica ( $r = -0.90$ ,  $p = 0.03$ ), em junho; Copepoda com o tamanho médio dos grãos ( $r = 0.90$ ,  $p = 0.03$ ) em dezembro e Tardigrada com a temperatura ( $r = 0.97$ ,  $p = 0.005$ ) em junho. Na praia oceânica PR Copepoda e Tardigrada apresentaram correlações negativas com a temperatura ( $r = -0.89$ ,  $p = 0.04$ ) em setembro; Tardigrada correlação positiva com a temperatura ( $r = 0.89$ ,  $p = 0.04$ ) em março.

### 1.3.4 Nematoda: composição e padrão de zonação

#### 1.3.4.1 Composição dos Nematoda e variação espaço-temporal dos principais grupos

Foram identificados 131 gêneros em 42 famílias e 10 ordens. Xyalidae foi a família com o maior número de gêneros nas três praias. Dentre as 42 famílias, oito foram de água doce, sendo cinco exclusivas da praia oceânica PR (Aporcelaimidae, Diplogasteridae, Leptonchidae, Ironidae e Qudsianematidae) e uma da praia estuarina semi-exposta FL (Thorniidae). Além desses, a família Dorylaimidae, também característico de água doce ocorreu nas três praias e a família Leptolaimidae nas praias FL e PR. Em relação ao total dos gêneros, 14 foram exclusivos da praia CX, 21 da praia FL e 16 da praia PR (Anexo 1.1).

A praia estuarina semi-exposta FL foi a mais rica em termos de gêneros (100) seguido da praia oceânica PR (83) e a estuarina protegida CX (80). Os gêneros dominantes considerando todas as amostras foram *Daptonema* (23%), *Theristus* (13%), *Adoncholaimus* (5%),

*Odontophora* (5%) e *Trochamus* (4%). Em relação a participação relativa dos principais gêneros por praia, os grupos ficaram representados da seguinte forma: praia estuarina protegida CX (*Daptonema* 17%, *Theristus* 14% e *Trochamus* 11%), praia semi-exposta estuarina FL (*Daptonema* 17%, *Theristus* 14%, *Adoncholaimus* 11% e *Odontophora* 9%) e praia exposta oceânica PR (*Daptonema* 37%, *Theristus* 11%).

O gênero *Daptonema* obteve maiores densidades médias nos meses mais chuvosos (junho e março) nas praias FL e PR, respectivamente e no mês mais seco (setembro) na praia CX. Em relação as densidades mínimas do gênero nas três praias ela foi obtida em dezembro. Quanto a sua distribuição esse gênero dominou na zona intermaré média (S2, S3 e S4) nas três praias e obteve densidade mínima na zona intermaré superior (S1) nas praias CX e PR e na zona intermaré inferior (S5) na praia FL (Figura 1.9).

O gênero *Theristus* registrou as maiores e menores densidade médias no período mais chuvoso na praia FL. Já em relação as praias CX e PR as maiores densidades foram registradas nos meses mais chuvosos e as menores densidades foram registradas nos meses mais secos. Em se tratando da variação espacial, o gênero obteve densidade mínima na zona intermaré superior nas praias CX e FL e na zona intermaré média na praia PR (Figura 1.9).

Na praia estuarina protegida CX o gênero *Trochamus* teve maior abundância em dezembro e menor em junho. Quanto a sua distribuição ao longo da praia suas maiores e menores densidade foram registradas na zona intermaré média (Figura 1.9).

Na praia estuarina semi-exposta FL os gêneros *Adoncholaimus* e *Odontophora* apresentaram comportamento sazonal inverso. *Adoncholaimus* teve densidade mínima em junho e máxima em dezembro e *Odontophora* mínima em dezembro e máxima em junho. Em relação a distribuição horizontal ambos os gêneros registraram densidades mínimas na zona intermaré superior e máxima na zona intermaré média (Figura 1.9).

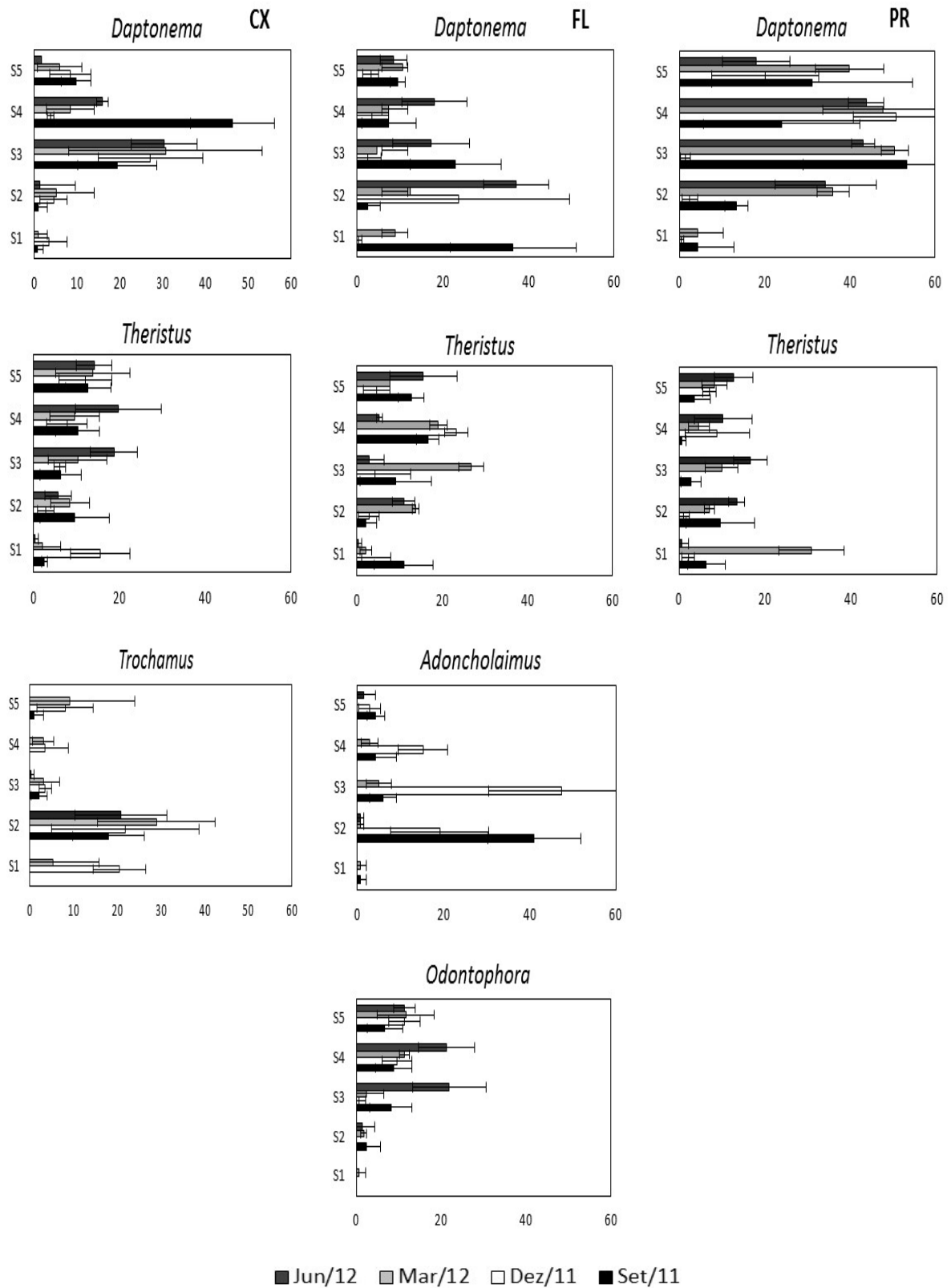


Figura 1.9. Densidade média (ind/10 cm<sup>2</sup>) e desvio padrão dos principais gêneros de Nematoda durante os meses (Setembro/11, Dezembro/11, Março/12 e Junho/12) nas estações (S1, S2, S3, S4 e S5) nas praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa) na Ilha de Algodal (PA).

#### *1.3.4.2 Descritores biológicos*

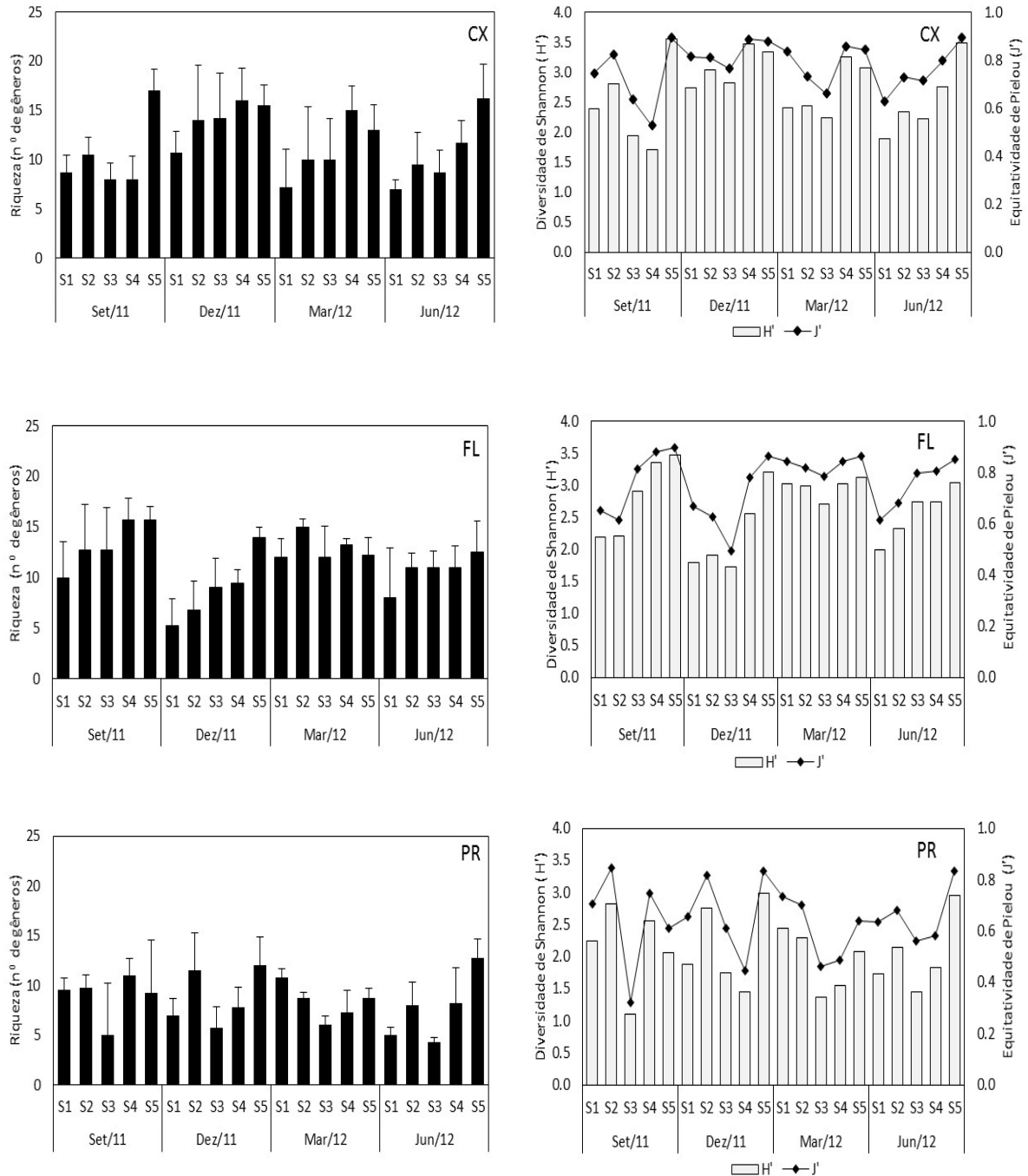
Em média, a riqueza foi parecida entre as praias CX e FL, sendo a praia oceânica PR aquela com menor quantidade de gêneros. A equitatividade e a diversidade dos Nematoda não mostrou grande variação entre as três praias. De um modo geral, os Nematoda estiveram melhor distribuídos e mais diversos na parte inferior da praia (S4 e S5) em todos os meses, porém em relação aos menores valores de  $J'$  e  $H'$  houve variação entre as zonas da praia ao longo dos meses (Figura 1.10).

Na praia estuarina protegida CX, a riqueza, a diversidade e a equitatividade dos Nematoda foram menores em setembro e maiores em dezembro. A zona intermaré superior (S1) apresentou a menor riqueza e a zona intermaré média (S3) as menores diversidade e equitatividade enquanto que a zona intermaré inferior registrou a maior riqueza, diversidade e equitatividade.

Na praia estuarina semi-exposta FL durante o mês de dezembro foram registrados os menores valores de riqueza, diversidade e equitatividade e durante o mês de março os maiores valores desses descritores. Em relação a distribuição espacial os maiores valores de riqueza, diversidade e equitatividade foram obtidos na zona intermaré inferior e os menores de riqueza e diversidade na zona intermaré superior (Figura 1.10).

Na praia oceânica PR a riqueza, a diversidade e a equitatividade foram praticamente iguais ao longo dos meses, com valores levemente maiores dos três descritores nos meses mais secos (setembro e dezembro). Quanto a distribuição da fauna ao longo das estações a zona intermaré média (S3) obteve as menores riquezas, diversidade e equitatividade e a zona intermaré inferior as maiores riqueza e diversidade (Figura 1.10).





(A)

(B)

Figura 1.10. (A) Riqueza média (número dos generos) e (B) equitatividade de Pielou ( $J'$ ) e diversidade de Shannon ( $H'$ ) dos Nematoda durante os meses (Setembro/11, Dezembro/11, Março/12 e Junho/12) nas estações (S1, S2, S3, S4 e S5) nas praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa) na Ilha de Algodal (PA). Barras verticais indicam desvio padrão.

#### 1.3.4.3 Estrutura dos Nematoda

No resultado da PERMANOVA para a nematofauna nas duas praias estuarinas e na praia oceânica foram encontradas diferenças significativas entre meses, estações e interações desses fatores (Tabela 1.5A). Nos testes pareados as três praias também diferiram significativamente entre todos os meses e estações da praia, este último com poucas exceções (Tabela 1.5B-C).

A rotina SIMPER indicou nas três praias os gêneros que mais contribuíram com a similaridade entre os meses (similaridade total de 50%) (Tabela 1.6), sendo *Daptonema* e *Theristus* os gêneros com as maiores contribuições e constância em todas as praias nos quatro meses. Tanto na praia estuarina protegida CX quanto na praia oceânica PR os gêneros da família Chromadoridae, *Neochromadora* e *Chromadorita*, contribuíram de forma maior apenas nos meses menos chuvosos (setembro e dezembro). Durante o mês de junho na praia CX os gêneros que mais contribuíram para a formação do grupo foram *Ascolaimus*, *Odontophora* e *Paracyatholaimus*, já na praia PR foi o gênero *Trichotheristus*. Na praia estuarina semi-exposta FL os gêneros que contribuíram para a similaridade em dezembro foram *Bathylaimus* e *Paracyatholaimus*; em março *Halalaimus* e *Aegialoalaimus* e em junho *Terschellingia*.

Tabela 1.5. Resultado da PERMANOVA para os Nematoda (A) Fatores e teste pareado para Meses (B) e Estações (C) mostrando a diferença entre os meses, praias e estações nas três praias. M = meses, P = praias, S = estações, Res = resíduo, Gl = grau de liberdade, QM = quadrado médio, p = probabilidade, p < 0,05 = diferença significativa, valor em negrito = diferença não significativa.

(A) Fatores					(B) Meses						
Gl	QM	Pseudo-F	p		Caixa		Farol		Princesa		
			t	p	t	p	t	p	t	p	
M	3	6714.5	7.74	0.001	Set, Dez	2.71	0.001	2.63	0.001	2.46	0.001
P	2	27076	31.20	0.001	Set, Mar	3.04	0.001	3.27	0.001	1.77	0.001
S	4	23986	27.64	0.001	Set, Jun	2.96	0.001	3.13	0.001	2.59	0.001
M x P	6	7362.2	8.48	0.001	Dez, Mar	1.45	0.015	3.44	0.001	3.36	0.001
M x S	12	3131	3.61	0.001	Dez, Jun	2.83	0.001	3.28	0.001	2.59	0.001
P x S	8	8204.9	9.45	0.001	Mar, Jun	2.92	0.001	3.64	0.001	3.12	0.001
M x P x S	24	3667.3	4.23	0.001							
Res	180	867.86									
Total	239										

(C)	Caixa d'Água								Farol								Princesa							
	Set/11		Dez/11		Mar/12		Jun/12		Set/11		Dez/11		Mar/12		Jun/12		Set/11		Dez/11		Mar/12		Jun/12	
M x P x S	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p
Grupos																								
S1, S2	3.21	0.03	2.01	0.03	1.63	<b>0.06</b>	4.97	0.03	2.42	0.03	3.81	0.02	2.21	0.04	2.83	0.03	3.42	0.03	2.11	<b>0.09</b>	3.44	0.03	5.54	0.04
S1, S3	3.11	0.03	3.06	0.03	1.44	<b>0.12</b>	4.91	0.03	2.06	0.02	3.72	0.03	3.25	0.03	3.50	0.03	2.94	0.03	2.89	0.03	2.70	0.02	6.82	0.03
S1, S4	2.71	0.03	2.75	0.03	1.96	0.03	4.96	0.03	2.99	0.03	4.45	0.03	3.86	0.03	3.78	0.04	4.95	0.03	2.49	0.03	2.89	0.03	5.38	0.04
S1, S5	2.86	0.03	2.05	0.03	1.62	<b>0.07</b>	4.62	0.03	3.12	0.03	4.52	0.02	4.74	0.03	2.97	0.03	3.04	0.02	2.65	0.03	2.87	0.03	5.44	0.03
S2, S3	2.61	0.03	2.02	0.04	1.44	<b>0.15</b>	3.00	0.02	1.45	0.03	1.74	0.03	2.10	0.03	1.90	0.03	1.99	0.03	1.70	0.03	1.93	0.03	1.64	0.03
S2, S4	3.09	0.04	1.94	0.03	1.97	0.02	3.75	0.03	2.19	0.02	2.46	0.02	2.28	0.03	1.86	0.03	2.68	0.03	2.58	0.04	2.24	0.03	2.08	0.03
S2, S5	3.18	0.03	1.16	0.22	1.49	<b>0.15</b>	3.95	0.03	2.27	0.02	3.08	0.03	2.93	0.03	1.50	0.03	2.48	0.03	2.88	0.03	3.62	0.04	3.02	0.03
S3, S4	1.90	0.04	0.99	<b>0.45</b>	1.95	0.02	2.81	0.02	1.68	0.02	1.79	0.04	1.49	0.03	0.89	<b>0.60</b>	2.07	<b>0.06</b>	3.72	0.03	1.68	<b>0.06</b>	1.87	<b>0.09</b>
S3, S5	1.98	0.04	1.34	<b>0.09</b>	1.44	0.03	3.00	0.04	1.76	0.03	2.74	0.03	2.57	0.03	1.23	<b>0.11</b>	1.20	<b>0.24</b>	4.56	0.03	2.46	0.02	3.60	0.03
S4, S5	1.78	0.02	1.32	<b>0.09</b>	0.86	<b>0.70</b>	1.97	0.04	1.30	<b>0.10</b>	1.99	0.02	2.04	0.03	1.11	<b>0.20</b>	1.93	0.03	2.25	0.03	1.73	<b>0.06</b>	2.06	0.05

Tabela 1.6. Similaridade SIMPER para os meses nas praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa). Os gêneros que contribuíram com 50% de similaridade entre as praias foram listados. % Co.: contribuição, % Ac: acumulativo, Av.S: média da similaridade.

	CX	% Co	% Ac	FL	% Co	% Ac	PR	% Co	% Ac
Set/11	Av.S: 55.42 %			Av.S: 55.85%			Av.S: 56.50%		
	<i>Theristus</i>	17,83	17,83	<i>Daptonema</i>	15,84	15,84	<i>Daptonema</i>	28,18	28,18
	<i>Daptonema</i>	16,08	33,90	<i>Theristus</i>	12,83	28,66	<i>Theristus</i>	12,47	40,66
	<i>Neochromadora</i>	9,96	43,86	<i>Adoncholaimus</i>	12,55	41,22	<i>Chromadorita</i>	7,28	47,93
	<i>Adoncholaimus</i>	9,10	52,97	<i>Odontophora</i>	9,46	50,67	<i>Prorhynchonema</i>	5,63	53,57
Dez/11	Av.S: 54.18%			Av.S: 58.83%			Av.S: 58.10%		
	<i>Daptonema</i>	14,40	14,40	<i>Adoncholaimus</i>	18,38	18,38	<i>Daptonema</i>	15,09	15,09
	<i>Trochamus</i>	14,18	28,57	<i>Theristus</i>	12,18	30,56	<i>Chromadorita</i>	14,85	29,94
	<i>Theristus</i>	14,15	42,72	<i>Daptonema</i>	10,64	41,20	<i>Theristus</i>	11,60	41,54
	<i>Chromadorita</i>	7,06	49,78	<i>Paracyatholaimus</i>	8,19	49,39	<i>Ascolaimus</i>	10,24	51,78
	<i>Oncholaimellus</i>	6,24	56,02	<i>Bathylaimus</i>	7,23	56,62			
Mar/12	Av.S: 46.81%			Av.S: 62.83%			Av.S: 61.03%		
	<i>Theristus</i>	16,23	16,23	<i>Theristus</i>	14,40	14,40	<i>Daptonema</i>	30,32	30,32
	<i>Daptonema</i>	12,82	29,05	<i>Daptonema</i>	10,85	25,26	<i>Theristus</i>	23,64	53,96
	<i>Oncholaimellus</i>	11,32	40,37	<i>Halalaimus</i>	8,67	33,93			
	<i>Trochamus</i>	10,59	50,96	<i>Odontophora</i>	8,33	42,26			
				<i>Aegialoalaimus</i>	6,24	48,50			
				<i>Trichotheeristus</i>	5,10	53,60			
Jun/12	Av.S: 63.85%			Av.S: 53.67%			Av.S: 68.62%		
	<i>Theristus</i>	14,36	14,36	<i>Daptonema</i>	18,41	18,41	<i>Daptonema</i>	24,55	24,55
	<i>Daptonema</i>	11,10	25,46	<i>Odontophora</i>	13,46	31,88	<i>Theristus</i>	18,68	43,23
	<i>Adoncholaimus</i>	7,12	32,58	<i>Theristus</i>	12,48	44,36	<i>Trichotheeristus</i>	13,73	56,96
	<i>Ascolaimus</i>	6,17	38,75	<i>Terschellingia</i>	10,74	55,09			
	<i>Odontophora</i>	6,13	44,88						
	<i>Paracyatholaimus</i>	5,99	50,87						

Quanto a zonação das associações de Nematoda o SIMPER indicou *Daptonema* e *Theristus* como os gêneros com maiores contribuições e constância ao longo da zona intermaré nas três praias (similaridade total de 50%) (Tabela 1.7). Na praia CX os gêneros que mais contribuíram para a similaridade das amostras nas estações das zonas intermaré foram: *Paracyatholaimus*, *Tripyloides*, *Neochromadora* e *Metachromadora* (S1); *Oncholaimus* e *Ascolaimus* (S2); *Adoncholaimus* (S3); *Oxystomina* (S4) e *Nudora* e *Halalaimus* (S5).

Na praia FL os gêneros que mais contribuíram para a similaridade na estação (S1) foram *Paracyatholaimus* e *Bathylaimus*; na estação (S2) *Trichotheeristus*; na estação (S3)

*Odontophora* e na estação (S5) *Halalaimus*. Na praia PR os gêneros com maiores contribuições na zona intermaré superior (S1) foram *Tripyloides*, *Theristus* e *Haliplectus*; na zona intermaré média (S2, S3 e S4), *Chromadorita*, *Trichotheristus* e na zona intermaré inferior (S5) o gênero *Nudora*. Dessa forma o presente estudo estabeleceu cinco associações na praia estuarina protegida CX, quatro na estuarina semi-exposta FL e duas na praia oceânica exposta PR (Tabela 1.7).

Tabela 1.7. Similaridade SIMPER para estações (S1, S2, S3, S4 e S5) das praias (Caixa d'Água, Farol e Princesa). Os gêneros que contribuíram com 50% de similaridade entre as praias foram listados. % Co.: contribuição, % Ac: acumulativo, Av.S: média da similaridade. Número em itálico representam associações de Nematoda.

	CX	% Co	% Ac	FL	% Co	% Ac	PR	% Co	% Ac
S1	Av.S: 53.66%			Av.S: 53.92%			Av.S: 53.61%		
	<i>Theristus</i>	11,01	11,01	<i>Paracyatholaimu</i>	18,83	18,83	<i>Tripyloides</i>	19,20	19,20
	<i>Paracyatholaimus</i>	10,28	21,29	<i>Bathylaimus</i>	15,90	34,73	<i>Theristus</i>	18,59	37,79
1	<i>Tripyloides</i>	9,19	30,48	<i>Trichotheristus</i>	8,74	43,46	<i>Haliplectus</i>	15,81	53,60
	<i>Neochromadora</i>	7,47	37,95	<i>Daptonema</i>	8,44	51,91			
	<i>Metachromadora</i>	7,17	45,11						
	<i>Trochamus</i>	6,22	51,34						
S2	Av.S: 59.98%			Av.S: 50.61%			Av.S: 65.28%		
	<i>Trochamus</i>	21,75	21,75	<i>Daptonema</i>	20,31	20,31	<i>Daptonema</i>	20,41	20,41
2	<i>Theristus</i>	14,14	35,89	<i>Adoncholaimus</i>	17,15	37,46	<i>Chromadorita</i>	16,86	37,26
	<i>Oncholaimus</i>	12,44	48,33	<i>Theristus</i>	11,87	49,34	<i>Theristus</i>	14,65	51,91
	<i>Ascolaimus</i>	12,17	60,50	<i>Trichotheristus</i>	7,63	56,97			
S3	Av.S: 56.07%			Av.S: 56.16%			Av.S: 65.98%		
	<i>Daptonema</i>	26,31	26,31	<i>Adoncholaimus</i>	16,43	16,43	<i>Daptonema</i>	39,33	39,33
3	<i>Theristus</i>	18,51	44,82	<i>Daptonema</i>	15,97	32,40	<i>Theristus</i>	19,29	58,62
	<i>Adoncholaimus</i>	13,05	57,86	<i>Theristus</i>	13,90	46,30			
				<i>Odontophora</i>	10,05	56,36			
S4	Av.S: 55.02%			Av.S: 66.09%			Av.S: 62.66%		
	<i>Daptonema</i>	21,08	21,08	<i>Theristus</i>	16,32	16,32	<i>Daptonema</i>	33,37	33,37
4	<i>Theristus</i>	17,91	38,99	<i>Odontophora</i>	15,98	32,30	<i>Theristus</i>	16,30	49,67
	<i>Odontophora</i>	9,24	48,23	<i>Halalaimus</i>	12,19	44,49	<i>Trichotheristu</i>	8,55	58,22
	<i>Oxystomina</i>	6,08	54,31	<i>Daptonema</i>	11,84	56,33			
S5	Av.S: 50.60%			Av.S: 62.20%			Av.S: 57.78%		
	<i>Theristus</i>	16,33	16,33	<i>Odontophora</i>	14,23	14,23	<i>Daptonema</i>	24,97	24,97
5	<i>Daptonema</i>	10,40	26,73	<i>Theristus</i>	13,74	27,98	<i>Nudora</i>	15,55	40,52
	<i>Odontophora</i>	9,60	36,33	<i>Daptonema</i>	13,07	41,05	<i>Theristus</i>	15,26	55,78
	<i>Nudora</i>	8,83	45,16	<i>Halalaimus</i>	9,62	50,67			
	<i>Halalaimus</i>	6,88	52,04						

### 1.3.4.3 Variação trófica

Quanto aos grupos tróficos os comedores de depósitos não seletivos (1B) dominaram em todas as praias, em todas as estações e em todos os meses e apresentaram um aumento gradativo ao passar da praia CX (48 %) para a praia FL (55%) e a praia PR (73%). Em relação a variação temporal o grupo 1B foi mais expressivo em junho nas duas praias estuarinas CX e FL e em março na praia oceânica PR. Quanto a distribuição espacial, a zona intermaré média (S4) registrou a maior abundância dos comedores de depósitos não seletivos (Figura 1.11).

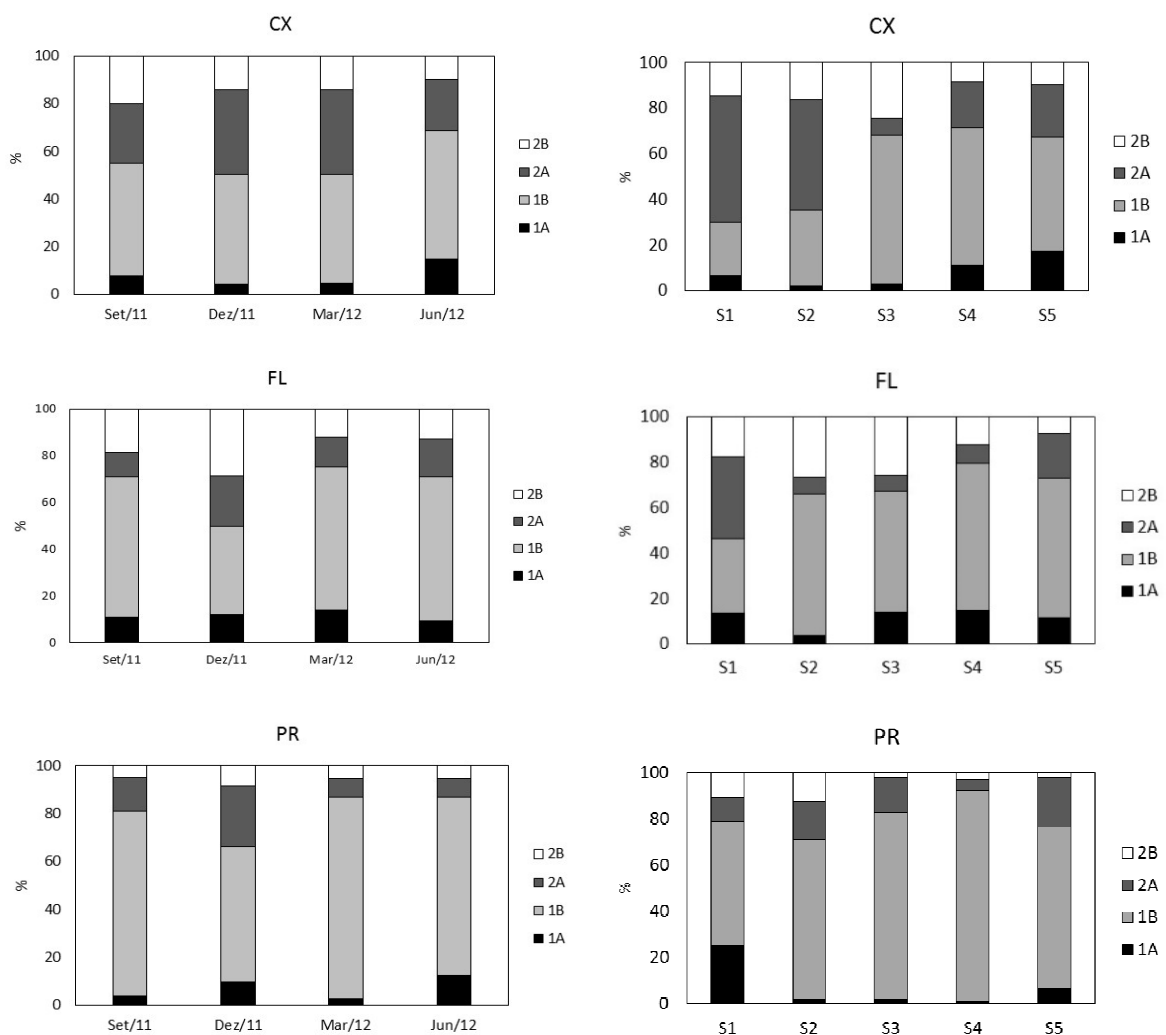


Figura 1.11. Participação relativa (%) dos grupos tróficos de Nematoda (Wieser, 1953) nas praias (CX: Caixa d'Água, FL: Farol e PR: Princesa) na Ilha de Algodual (PA) durante os meses (Setembro/11, Dezembro/11, Março/12 e Junho/12) e estações (S1, S2, S3, S4 e S5). 1A: comedores de depósitos seletivos, 1B: comedores de depósitos não seletivos, 2A: comedores de epístratos, 2B: predadores/onívoros.

### 1.3.4.5 Relação entre as variáveis ambientais e os Nematoda

As variáveis ambientais das três praias mais bem relacionadas com os gêneros de Nematoda foram % conteúdo de água, temperatura do substrato e % areia. O eixo 1 (eigen value = 0.19) explicou 52 % da variação e o eixo 2 (eigen value = 0.09) 26% (Figura 1.12).

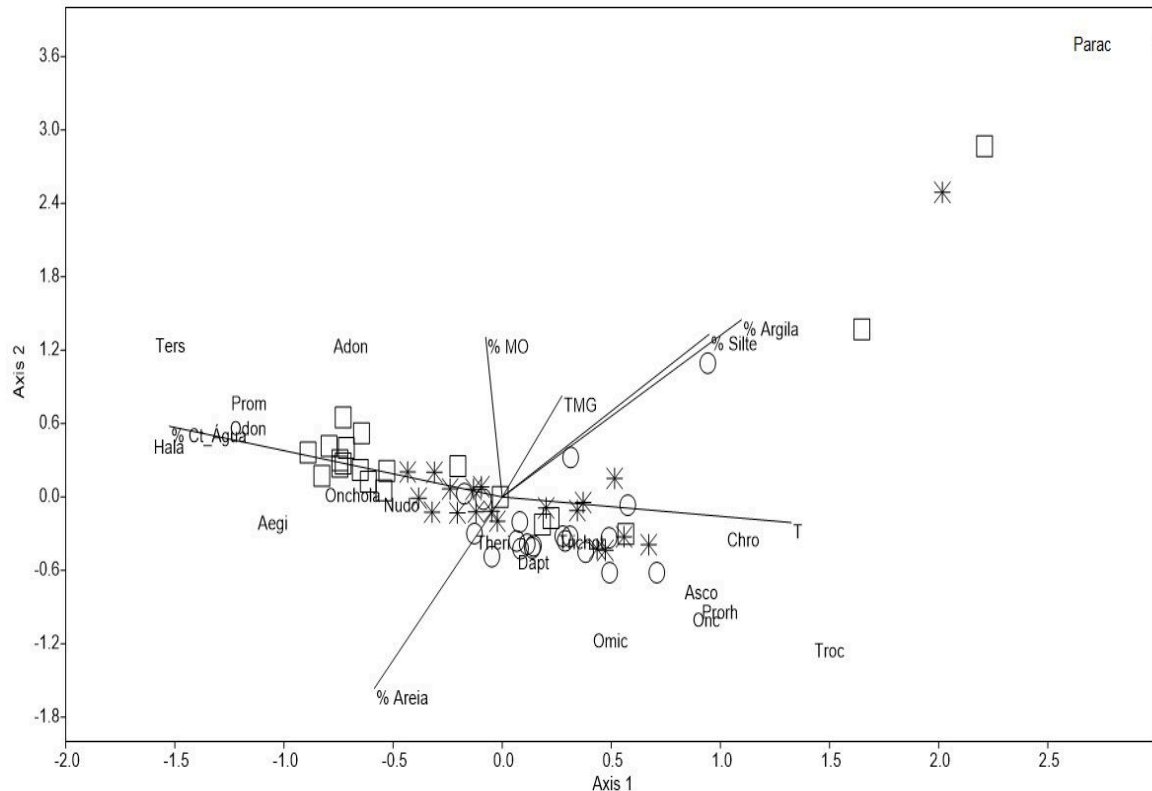


Figura 1.12. Análise de correspondência canônica (triplo) dos principais gêneros de Nematoda, variáveis ambientais e meses. Gêneros: Dapt, *Daptonema*; Theri, *Theristus*; Adon, *Adoncholaimus*; Chro, *Chromadorita*; Aegi, *Aegiolaimus*; Odon, *Odontophora*; Nudo, *Nudora*; Troc, *Trochamus*; Tricho, *Trichotheristus*. Variáveis ambientais: T, temperatura; TMG, tamanho médio dos grãos, % MO, Matéria Orgânica, % Ct\_Água: Conteúdo de Água. Praias: Caixa d'Água: estrela, Farol: quadrado e Princesa: círculo.

## 1.4 Discussão

### 1.4.1 Meiofauna

A granulometria muito fina, encontrado nas três praias de Algodual favoreceu o domínio dos Nematoda, geralmente dominante em areia fina menor que 300  $\mu\text{m}$  (Forster, 1998). Em areia mais grossa que 350  $\mu\text{m}$  os Copepoda são mais abundantes (McLachlan e Brown, 2006), pois são mais sensíveis a diminuição do oxigênio (Neira et al., 2001; Hua et al., 2016). Tal fato justifica a menor abundância dos Copepoda na praia da Caixa d'Água em relação as demais, haja vista a maior porcentagem de sedimentos finos nessa praia.

A redução da abundância dos Tardigrada da praia estuarina CX (31%) para a praia oceânica PR (10%), foi consequência da corrente média na praia estuarina ter sido menor que na praia oceânica. Segundo, Renaud-Debyser (1963) e Rocha et al. (2000) as correntes de marés condicionam a presença dos Tardigrada nos ambientes marinhos, já que eles se dispersam passivamente por adesão aos grãos, sendo os processos hidrodinâmicos responsáveis pela dispersão e consequente colonização no meio intersticial.

A maior densidade da meiofauna na praia estuarina semi-exposta FL em relação as praias estuarina protegida (CX) e oceânica exposta (PR), representa uma resposta desses organismos à valores mais elevados de matéria orgânica e conteúdo de água registrados na praia FL. Muitos estudos citam o stress causado pela ausência da matéria orgânica como um dos principais fatores na determinação da abundância da meiofauna em praias arenosas (Covazzi et al., 2000; Coull, 1999; Soltwedel, 2000).

Além da questão alimentar, outro fator importante é a elevada hidrodinâmica local originada pelas correntes ou pela ação das ondas. Este fato explica porque a praia oceânica exposta (PR) obteve a menor abundância de organismos da meiofauna e a maior participação dos Nematoda (84%). De acordo com Palmer (1986) uma hidrodinâmica elevada pode causar o transporte passivo dos organismos para a coluna d'água acarretando suas mortes ou ainda



segundo Soetaert et al. (1994) diminuir a densidade da meiofauna favorecendo apenas grupos com melhor adaptação a esta condição, como os Nematoda.

Todos os descritores (densidade, riqueza, equitatividade e diversidade média) dos Nematoda foram maiores na praia estuarina protegida (CX) e não na praia estuarina semi-exposta (FL). Embora as duas praias tenham apresentado praticamente a mesma quantidade de matéria orgânica, a praia CX conteve maiores frações de silte e argila o que proporcionou a maior abundância dos Nematoda, concordando como os trabalhos de Rafaelli e Mason (1981); Heip et al. (1985) e Brown e Mclachlan (1990) que citam a maiores densidades desses organismos em sedimento rico em silte, argila e conteúdo orgânico.

Temporalmente as maiores densidades e riquezas da meiofauna e dos Nematoda nas três praias independentemente da hidrodinâmica ocorreu no auge da estação seca (setembro). Nesse período foi registrado um dos mais altos valores de salinidade superficial da água e a menor taxa de erosão praial. Tais descritores (densidade e riqueza), de um modo geral, foram menores nos meses mais chuvosos, onde a salinidade reduz drasticamente. Essa variação da salinidade demanda adaptações fisiológicas dos organismos (Moens e Vincx, 2000), podendo acarretar mudanças na composição taxonômica e redução na densidade e riqueza (Janssom, 1970). Tal fato, portanto, indica que existe uma mudança na estrutura da fauna nas três praias de acordo com períodos climáticos.

Estudos realizados em regiões tropicais (Souza-Santos et al., 2003, Venekey et al., 2014a e Gomes e Rosa Filho, 2009) citam os meses mais quentes como os mais abundantes devido ao efeito combinado da baixa salinidade e da maior erosão dos sedimentos superficiais nos meses de chuva. A abundância de chuva provoca quedas bruscas de salinidade, acarretando restrição ou exclusão de animais exclusivamente marinhos ou pouco adaptados à baixa salinidade (Kinne, 1971).

A zonação da meiofauna nas três praias reflete muito o comportamento dos Nematoda, uma vez que esse grupo registrou 63% da meiofauna. Tanto na praia estuarina protegida como na oceânica a meiofauna e os Nematoda se comportaram de forma similar. De um modo geral, na zona intermaré superior foram observados valores menores de densidade e riqueza e na zona intermaré média foi observado uma fauna mais rica e abundante. Nosso resultado para as maiores densidades na região intermaré da praia concorda como os de Gingold et al. (2010) e Kotwicki et al. (2005) para praias de macromaré temperada.

Nas três praias a temperatura do sedimento não apresentou grandes variações entre as estações da zona intermaré, portanto, esse resultado implica nos menores valores de conteúdo de água na zona superior e as concentrações mais elevadas de água e matéria orgânica na zona média das praias. Apesar disso, a fauna na praia FL foi mais densa na zona intermaré superior durante os meses mais chuvosos.

McLachlan (1983) sugere a zona de retenção (zona intermaré) como a mais apropriada à vida da meiofauna intersticial, pois existe um balanço adequado entre conteúdo de água, aporte de oxigênio, alimento e estabilidade física. Esse equilíbrio não ocorre na zona mais superior da praia, uma vez que a temperatura é muito variável e o teor de água muito baixo na maré baixa, promovendo a dessecação dos animais (McLachlan e Turner, 1994). Segundo McLachlan (1980) a distribuição da meiofauna em praias arenosas ocorre em resposta às variações na altura da maré e na ação das ondas.

As características dos sedimentos são bem citadas como os fatores mais importantes para o estabelecimento da meiofauna marinha (Ward, 1975; Giere, 2009). No entanto, nas três praias é pouco provável que o sedimento tenha desempenhado papel de grande importância na estruturação da meiofauna uma vez que o sedimento dominante foi areia fina independente do mês ou zona da praia. Modificações na estrutura da meiofauna relacionadas a mudanças na granulometria dos sedimentos só seriam esperadas caso houvesse variações marcantes no

tamanho médio dos grãos (McLachlan et al., 1981; Olafsson, 1991), como se observa ao passar de praias dissipativas para reflectivas (Short, 2003; Rodríguez et al., 2003).

#### *1.4.2 Nematoda*

A nematofauna nas praias da ilha esteve composta por gêneros encontrados em praias arenosas ao redor do mundo (Calles et al., 2005; Gingold et al., 2011; Maria et al., 2012; Melo et al., 2013), porém a quantidade de gêneros (134) encontrada no atual estudo foi superior a outros trabalhos realizados em praias arenosas temperadas e tropicais, a exemplo, Nicholas e Hodda (1999) na Austrália (43 gêneros) e Maria et al. (2013), no Brasil (54 gêneros). A diferença encontrada se deve provavelmente ao esforço amostral.

A dominância da família Xyalidae encontrada nas três praias condiz com estudos realizados em praias de macromarés tropicais (Calles et al., 2005; Melo et al., 2013) e temperada (Gheskiere et al. 2004) que possuem sedimentos de granulometria fina. Venekey et al. (2010), porém citam que esse resultado não surpreende uma vez que essa família é numericamente a mais rica de todas, contendo 46 gêneros de acordo com a revisão mais recente (Venekey et al., 2014b).

Nas três praias estudadas foram registrados gêneros de água doce. Esse fato era ao menos em parte esperado, haja vista à localização das praias. A praia do Farol tem sua concavidade voltada para a baía do rio Marapanim e é separada da praia da Caixa d'água pelo canal do Furo Velho, que também apresenta água doce. Contudo a praia da Princesa, a mais oceânica, registrou a maior quantidade de Nematoda de água doce. Tal resultado foi associado ao fato do afloramento do lençol freático durante o período de chuva, favorecer a erosão por água de retorno (backwash) o que não acontece no período seco (Sousa, 2010), e também ao fato de fossas precárias construídas nas dunas ou na zona intermaré (Silva et al., 2011).

A riqueza e diversidade dos Nematoda nas duas praias estuarinas, de uma maneira geral, foi maior e mais diversa na zona intermaré média (S4) e na zona intermaré inferior (S5). Na praia oceânica (PR) esse padrão oscilou um pouco, sendo registrados valores mais altos de riqueza e diversidade também na área mais superior da praia. Esse resultado reflete a presença dos gêneros de Nematoda de água doce. Nas três praias o resultado é provavelmente consequência da maior oferta de alimento disponível nesses locais.

Muitos estudos têm correlacionado a diversidade da meiofauna com a matéria orgânica no sedimento (Coull, 1999; Soltwedel, 2000; Netto et al., 1999). McLachlan e Brown (2006) dizem que a diversidade geralmente aumenta do meio da praia em direção a parte mais superior e diminui na parte mais baixa da praia. No entanto, Gheskiere et al., (2004) estudando uma praia ultradissipativa de macromaré de região temperada encontraram maior diversidade de Nematoda na porção inferior da praia, onde havia um equilíbrio entre submersão, suprimento de oxigênio e estabilidade de sedimentos.

Os gêneros *Daptonema* e *Theristus*, dominantes nas três praias, possuem 116 e 92 espécies válidas, respectivamente (Venekey et al. 2014b). Essa quantidade de espécies descritas somada a quantidade de gêneros encontrados na ilha (131) limitou o presente estudo ao nível taxonômico de gênero. Todavia vários estudos ecológicos têm mostrado que a utilização a nível de gêneros produz uma resposta bastante eficiente (Herman e Heip, 1988; Warwick, 1988; Moore e Bett, 1989; Warwick, 1993). Somerfield e Clarke (1995) comprovaram num estudo sobre perturbações antrópicas que a resposta dos Nematoda marinhos obtidos a nível de gêneros são muito semelhantes a nível de espécies.

A dominância dos gêneros *Daptonema* e *Theristus* independente da hidrodinâmica da praia e durante todo o período de estudo comprova que eles suportam grandes variações ambientais, tais como mudanças bruscas de salinidade e atuação direta e indireta das ondas e amplitudes de marés. Na praia estuarina CX *Daptonema* obteve maior abundância no período

mais seco e nas outras duas praias no período mais chuvoso. Foster (1998) e Esteves et al. (2004) estudando a espécie *Daptonema oxycerca* verificaram a preferência dela por meses mais frios, Maria et al. (2008) citam que a menor abundância de *D. oxycerca* nos meses quentes pode estar diretamente associada ao aumento da salinidade. Esses autores também afirmam que espécies de Nematoda podem responder de forma diferente as variações sazonais.

Nesse estudo observou-se uma clara zonação horizontal da fauna nas três praias. O padrão de zonação ocorrido nos sugere que em praias de macromarés de região tropical, os Nematoda da zona intermaré se comporta de maneira diferente em praias com diferentes graus de exposição a ação das ondas (praias CX e PR) e apresenta associações similares em praias com o mesmo grau de energia das ondas (praias CX e FL).

A praia oceânica exposta é mais dinâmica que as duas praias estuarinas, apresentando uma zona intermaré mais turbulenta favorecendo assim o predomínio de espécies mais adaptadas a esse estresse ambiental. Por conta desse rigor a praia oceânica apresentou apenas duas associações de Nematoda contra as quatro e cinco associações das praias estuarinas.

Nos poucos estudos sobre zonação de Nematoda, na zona intermaré de praia de macromarés e classificada como dissipativa a fauna foi dividida em três associações (Gheskiere et al., 2002; Maria et al., 2013) ou quatro (Gheskiere et al., 2004). As associações são divididas de acordo com a capacidade dos Nematoda em suportarem temperaturas mais altas na maré baixa, pouca oxigenação e variação da salinidade (zona intermaré superior); em se sujeitar as condições ambientais mais constantes como temperatura, salinidade e stress osmótico devido à maior exposição da zona ao longo período de imersão das marés (zona intermaré média) e em tolerarem permanecer numa zona que se torna seca apenas algumas horas do dia sujeitos a temperatura e salinidade também constantes (zona intermaré inferior).

Nas três praias ao longo dos meses de amostragem e das estações da praia, os comedores de depósitos não-seletivos (1B) foram dominantes, concordando com Vanaverbeke et al. (2011)

que citam domínio de detritívoros em sedimentos finos. Na praia oceânica (PR) o domínio de 1B ocorreu em março. Segundo Matos et al (2012) a praia da Princesa tem a maior abundância de fitoplâncton e fitobentos nesse mês devido a elevada precipitação e o maior aporte fluvial que carregam elevadas concentrações de nutrientes. No entanto, nas praias estuarinas (CX e FL) o grupo 1B teve maior abundância em junho, provavelmente, devido às maiores densidades fitoplanctônicas ocorridas em junho e setembro em função das elevadas concentrações de nutrientes dissolvidos e/ou da ressuspensão do fitobentos no estuário (Sousa et al. 2009).

O predomínio do tipo 1B refletiu a dominância dos gêneros *Daptonema* e *Theristus*. De um modo geral, *Daptonema* teve maior densidade em setembro e *Theristus* em março. Tal acontecimento reforça mais ainda a hipótese que a disponibilidade alimentar é um fator determinante para esses organismos.

## 1.5 Conclusões

Considerando as hipóteses postuladas podemos afirmar que existem diferenças entre as praias com diferentes graus de exposição a ação das ondas, entre as estações da praia e os meses de amostragem, porém elas não ocorreram de forma similares para meiofauna e os Nematoda.

A densidade média da meiofauna foi maior na praia estuarina semi-exposta FL e a riqueza foi maior na praia oceânica exposta PR, enquanto que para os Nematoda, todos os descritores (densidade, riqueza, equitatividade e diversidade) apresentaram valores mais elevados na praia estuarina protegida CX. Dessa forma a primeira hipótese foi aceita para os Nematoda, porém para a meiofauna, ela foi aceita para a densidade e rejeitada para a riqueza.

Quanto a distribuição da fauna, as maiores densidades da meiofauna e dos Nematoda aconteceram na zona intermaré média, porém as maiores riquezas de ambos (meiofauna/Nematoda), assim como a equitatividade e diversidade dos Nematoda, foram

registradas na zona intermaré inferior da praia. Com esses resultados a segunda hipótese foi aceita para a densidade e rejeitada para a riqueza.

Em relação aos meses estudados, o mês menos chuvoso (setembro) apresentou as maiores densidades e riquezas para a meiofauna e também para os Nematoda. Março, o mês mais chuvoso, e conseqüentemente de salinidade mais baixa, registrou a menor densidade para as associações de Nematoda, porém os maiores valores de equitatividade e diversidade desses organismos. Já a meiofauna foi menos densa em dezembro e menos rica em junho. A diferença na estrutura desses organismos observadas durante os meses estudados nos permite aceitar a terceira hipótese.

As três praias estudadas embora apresentem granulometria similar (areia fina) e morfologia parecida mostraram diferenças significativas entre si em relação a estrutura dos organismos. Tais diferenças foram associadas principalmente ao recurso alimentar e as diferenças hidrodinâmicas entre as três praias estudadas, uma vez que a praia exposta oceânica PR sofre um retrabalhamento sedimentar contínuo provocado pelas ondas, enquanto que o impacto hidrodinâmico nas praias estuarinas protegida CX e semi-exposta FL é principalmente devido as forças das correntes de maré.

### **Agradecimentos**

À Coordenação de Formação de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado a primeira autora. Ao projeto “Modificações na estrutura das associações bentônicas em resposta a variações em praias arenosas amazônicas” financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Edital Universal, durante o qual foi realizado o estudo. Ao Grupo de Estudos de Nematoda Aquáticos (GENAQ) e aos Laboratórios de Oceanografia Biológica, Física, Química e Geológica, todos localizados na Universidade Federal do Pará.

## 1.6 Referências Bibliográficas

- ATAIDE, M. B.; VENEKEY, V.; ROSA FILHO, J. S.; SANTOS, P. J. 2014. Sandy reefs of *Sabellaria wilsoni* (Polychaeta: Sabellariidae) as ecosystem engineers for meiofauna in the Amazon coastal region, Brazil. **Marine Biodiversity**, 44:403-413.
- ANDERSON, M. J.; GORLEY, R. N.; CLARKE, K. R. 2008. **PERMANOVA+. Guide to software and statistical methods**. PRIMER-E. Plymouth. 214p.
- BIRKEMEYER, W. A. 1981. Fast accurate two person beach survey. Coastal Engineering Technical Aid No. 81-11. Vicksburg, **Coastal Engineering Research Center**. 19p.
- BROWN, A. C.; McLAFLAN, A. 1990. **Ecology of Sandy shores**. Elsevier, Amsterdam, 328p.
- BUCHANAN, J. B. 1984. Measurements of the physical and chemical environments: Sediments. In: HOLME, N. A.; McINTYRE, A. D. (eds.). **Methods for the study of marine benthos**. Blackwell Scientific Publications, Oxford. p. 30-52.
- CALLES, A.; VINCX, M.; COMEJO, P.; CALDERON, J. 2005. Patterns of meiofauna (especially nematodes) in physical disturbed Ecuadorian sandy beaches. **Meiofauna Marina**, 14:121-129.
- CAMARGO, M. G. 2006. *SysGran*: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. **Revista Brasileira de Geociências**, 36(2):371-378.
- CLARKE, R.; WARWICK, R. M. 1994. **Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. Plymouth. NERC, 187p.
- COSTA, S. R. C. 2009. **Estudo morfodinâmico nas praias da Caixa d'Água, Princesa e Grande, na ilha de Algodão (NE do Estado do Pará)**. 168f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Centro de Geociências, Universidade federal do Pará, Belém. 2009.
- COULL, B. C. 1999. Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. **Australian Journal of Ecology**, 24:327-343.
- COVAZZI, A.; PUSCEDDU, A.; DELLA CROCE, N.; DANOVARO, R. 2000. Spatial and temporal changes in beach meiofauna communities of the Ligurian Sea (NW Mediterranean). **Revista Biología Marina y Oceanografía**, 35(1):57-64.
- DE GRISSE, A. T. 1969. Redescription ou modification de quelques techniques utilisés dans l'étude des nématodes phytoparasitaires. **Mededelingen Rijksfakulteit Landbouwwetenschappen Gent**, 34:251-369.
- DE LEY, P.; BLAXTER, M. 2004. A new system for Nematoda: combining morphological characters with molecular trees, and translating clades into ranks and taxa. **Nematology Monographs and Perspectives**, 2:633-653.
- DIRETORIA DE HIDROGRAFIA NACIONAL (DHN). 2011. **Tábuas de maré para o fundeadouro de Salinópolis (Estado do Pará)**. Disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas>. Acessado em: 11 de novembro de 2011.
- ELMGREN, R. 1966. Methods of sampling sublittoral soft bottom meiofauna. **Oikos**, n. 15:112-120.
- ESTEVEZ, A. M. 2004. Free-living marine nematodes from Coroa Grande tidal flat (Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil). **Biociências**, 12(2):185-186.



- FOLK, R. L.; WARD, W. C. 1957. Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, 27:3-26.
- FOSTER, S. J. 1998. Osmotic stress tolerance and osmoregulation of intertidal and subtidal nematodes. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 224:109-125.
- GEYER, W. R.; BEARDSLEY, R. C.; LENTZ, S. J.; CANDELA, J.; LIMBURNER, R.; JOHNS, W. E.; CASTRO, B. M.; SOARES, I. D., 1996. Physical oceanography of the Amazon shelf. **Continental Shelf Research**, 16(5-6):575-616.
- GHESKIERE, T.; HOSTE, E.; VANAVERBEKE, J.; VINCX, M.; DEGRAER, S. 2004. Horizontal zonation patterns and feeding structure of marine nematode assemblages on a macrotidal, ultra-dissipative sandy beach (De Panne, Belgium). **Journal of Sea Research**, 52:211-226.
- GHESKIERE, T., HOSTE, E.; KOTWICKI, L.; DEGRAER, S.; VANAVERBEKE, J.; VINCX, M. 2002. The sandy beach meiofauna and free-living nematodes from De Panne (Belgium). **Biologie**, 72-Suppl.: 43-49.
- GIERE, O. 2009. **Meiobenthology: the microscopic fauna in aquatic sediments**. Berlin: Springer-Verlag, Berlin.
- GINGOLD, R.; MUNDO-OCAMPO, M.; HOLOVACHOV, O.; ROCHA-OLIVARES, A. 2010. The role of habitat heterogeneity in structuring the community of intertidal free-living marine nematodes. **Marine Biology**, 157:1741-1753.
- GINGOLD, R.; IBARRA-OBANDO, S. E.; ROCHA-OLIVARES, A. 2011. Spatial aggregation patterns of free-living marine nematodes in contrasting sandy beach micro-habitats. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 91(3):615-622.
- GOMES, T. P.; ROSA-FILHO, J. S. 2009. Composition and spatio-temporal variability of meiofauna community on a sandy beach in the Amazon region (Ajuruteua, Pará, Brazil). **Iheringia**, 99:210-216.
- HARGUINTEGUY, C. A.; COFRÉ, M. N. 2012. Change in the meiofauna community structure of sandy beaches of the Nuevo gulf (Chubut, Argentina). **Papéis avulso de Zoologia**, 52(34):411-422.
- HEIP, C.; VRANKEN, G. 1985. The ecology of marine nematodes. **Oceanography and marine biology: an annual review**, 23:399-489.
- HERMAN, P. M. J.; HEIP, C. 1988. On the use of meiofauna in ecological monitoring: who needs taxonomy? **Marine Pollution Bulletin**, 19:665-668.
- HUA E.; ZHANG, Z.; ZHOU H.; MU, F.; LI, J.; ZHANG T.; CONG B.; LIU X. 2016. Meiofauna distribution in intertidal sandy beaches along China shoreline (18°–40°N). **Journal Ocean University of China (Oceanic and Coastal Sea Research)**, 15(1):19-27.
- JANSSON, B. O. 1970. The "Umwelt" of the interstitial fauna. *Smithsonian Contributions to Zoology*. 76:129-139.
- KINNE, O. 1971. Salinity. In: Kinne, O. (ed). **Marine ecology: a comprehensive, integrated treatise on life in oceans and coastal waters**. Wiley-Interscience, New York, p. 342-397.

- KOTWICKI L., DE TROCH M., URBAN-MALIGNA B., GHESKIERE T., WESLAWSKI J. M. 2005. Horizontal and vertical distribution of meiofauna on sandy beaches of the North Sea (the Netherlands, Belgium, France). **Helgoland Marine Research**, 59: 255-264.
- LITTLE, C. 2000. **The Biology of Soft Shores and Estuaries**. Oxford. Oxford University Press, 252p.
- MARIA, T. F.; PAIVA, P.; VANREUSEL, A.; ESTEVES, A. M. 2013. The relationship between sandy beach nematodes and environmental characteristics in two Brazilian sandy beaches (Guanabara Bay, Rio de Janeiro). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 85(1):257-270.
- MARIA, T. F.; VANAUVERBEKE, J.; ESTEVES, A. M.; TROCH; M.; VANREUSEL, A. 2012. The importance of biological interactions for the vertical distribution of nematodes in a temperate ultra-dissipative sandy beach. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 97:114-126.
- MARIA, T. F.; ESTEVES, A. M.; SMOL, N.; VANREUSEL, A.; DECRAEMER, W. 2008. Nematodes from sandy beaches of Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Biociências**, 16:92-103.
- MASSELINK, G.; SHORT, A. 1993. The effect of tide range on beach morphodynamics and morphology: a conceptual beach model. **Journal of coastal Research**, 9(3):785-800.
- MATOS, J. B.; SILVA, N. I. S.; PEREIRA, L. C. C. 2012. Caracterização quali-quantitativa do fitoplâncton da zona de arrebentação de uma praia amazônica. **Acta Botanica Brasilica**, 26(4):979-990.
- MENDES, A. C.; SILVA, M. S.; SANTOS, V. F. 2001. Análise das características físicas para o gerenciamento ambiental na praia de Atalaia e ilha de Algodão (NE do Pará). In: PROST, M. T. and MENDES, A. C. **Ecosistemas Costeiros: impactos e gerenciamento ambiental**. Ed. MPEG. Belém. p.103-112.
- MELO, T. P. G.; ROSA FILHO, J. S., VENEKEY, V. 2013. Marine Nematoda from Ajuruteua beach, Amazon coast, Brazil, **Atlântica**, Rio Grande, 35(1):67-70.
- McLACHLAN, A. 1980. Intertidal zonation of macrofauna and stratification of meiofauna on high energy sandy beaches in the eastern cape, South Africa. **Transactions of the Royal Society of South Africa**, 44(2):213-223.
- McLACHLAN, A. 1983. **Sandy beach ecology – a review**. In: sandy beaches as ecosystems. McLACHLAN, A.; ERASMUS, T. (eds). The Hague: Dr. W. Junk Publishers. p.321-381.
- McLACHLAN, A.; TURNER, I. 1994. The interstitial environment of sandy beaches. **Marine Ecology**, 15:177-211.
- McLACHLAN, A.; BROWN, A. C. 2006. **The ecology of sandy shores**. Elsevier. Amsterdam. 373 p.
- McLACHLAN, A., WOOLDRIDGE, T.; DYE, A. H. 1981. The ecology of sandy beaches in southern Africa. **South African Journal of Zoology**, 16:219-231.
- MOENS, T.; BRAECKMAN, U.; DERYCKE, S.; FONSECA, G.; GALLUCCI, F.; GINGOLD, F.; GINGOLD, R.; GUILINI, K.; INGELS, J.; LEDUC, D.; VANAUVERBEKE, J.; COLEN, C.; VANREUSEL, A.; VINCX, M. 2014. Ecology of free-living marine nematodes. In.: **Handbook of Zoology – Nematoda**. (Schmidt – Rhadt, A. ed).
- MOENS, T.; VINCX, M. 2000. Temperature and salinity constraints on the life cycle of two brackish-water nematode species. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 243:115-135.

- MOORE, C. G.; BETT, B. J. 1989. The use of meiofauna in marine pollution impact assessment. **Zoological Journal of the Linnean Society**, 96:263-280.
- MORAES, B. G., COSTA, J. M. N., COSTA, A. C. L., COSTA, M. H. 2005. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazônica**, 35:207-217.
- NEIRA, C.; SELLANES, J.; SOTO, A.; GUTIÉRREZ, D.; GALLARDO, V. A. 2001. Meiofauna and sedimentary organic matter off Central Chile: response to changes caused by the 1997–1998 El Niño. **Oceanol Acta**, 24:313-328.
- NETTO, S. A.; WARWICK, M. J.; ATTRILL, M. J. 1999. Meiobenthic and Macrobenthic Community Structure in Carbonate Sediments of Rocas Atoll (North-east, Brazil). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 48:39-50.
- NICHOLAS, W. L.; HODDA, M. 1999. The free-living nematodes of a temperate, high energy, sandy beach, faunal composition and variation over space and time. **Hydrobiologia**, n.394:113-127.
- OLAFSSON, E. 1991. Intertidal Meiofauna of four sandy beaches in Iceland. **Ophelia**, 33(1):55-65.
- OLIVEIRA, S. M. O.; PEREIRA, L. C. C.; VILA-CONCEJOBE, A. 2014. Morphodynamic processes in a macrotidal beach in the Amazon littoral. **Quaternary and Environmental Geosciences**, 5(2):125-136.
- PALMER, M. A. 1986. Hydrodynamics and structure: interactive effects on meiofauna dispersal. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 104:53-68.
- PROST, M. T. R. 1994. O litoral nordeste do Estado do Pará. Dinâmica atual e aplicações do sensoriamento remoto. Município de Marapanim, Maracanã e Salinópolis. Relatório. **Programa: evolução atual e holocênica do litoral nordeste do Pará, CNPq**, Belém. 55p.
- RAFAELLI, D. G.; MASON, C. F. 1981. Pollution monitoring with meiofauna, using the ratio of nematodes to copepods. **Marine Pollution Bulletin**, 12:158-163.
- RENAUD-DEBYSER, J. 1963. Recherches écologiques sur la faune interstitielle sables. Bassin d Arcachon, Île de Bimini, Bahamas. **Vie et milieu**, n. 15: 1-157.
- ROCHA, C. M.C.; FONSÊCA-GENEVOIS, V.; CASTRO, F. J. V. 2000. Distribuição espaço-temporal de *Batillipes pennaki* MARCUS, 1946 (Tardigrada, heterotardigrada) na margem sul da ilha de Itamaracá (Pernambuco - Brasil) **Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE**, Recife, 28(1):35-46.
- RODRÍGUEZ, J. G.; LASTRA, M.; LÓPEZ, J. 2003. Meiofauna distribution along a gradient of sandy beaches in Northern Spain. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 58:63-69.
- ROSA FILHO, J. S.; GOMES, T. P.; ALMEIDA, M. F. de; SILVA, R. F. da. 2011. Benthic fauna of macrotidal sandy beaches along a small-scale morphodynamic gradient on the Amazon coast (Algadoal Island, Brazil). **Journal of Coastal Research**, 64:435-439.
- SANTOS, V. F. 1996. **Estratificação Holocênica morfodinâmica atual da Planície Costeira da Ilha de Algadoal e Marudá**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Pará, Belém.
- SANTOS, M. L. S.; MEDEIROS, C.; MUNIZ, M.; FEITOSA, M. L. S.; SCHWAMBORN, R.; MACEDO, S. J. 2008. Influence of the Amazon and Pará' Rivers on water composition and phytoplankton biomass on the adjacent. **Journal of Coastal Research**, 24(3):585-593.

- SHORT, A. D. 2003. Australia beach systems - the morphodynamics of wave through tide-dominated beach-dune systems. **Journal of Coastal Research**, SI (35):7-20.
- SILVA, N. I. S.; PEREIRA, L. C. C.; GORAYEB, A., VILA-CONCEJO, A., SOUSA, R. C., ASP N. E.; COSTA, R. M. 2011. Costa Natural and social conditions of Princesa, a macrotidal sandy beach on the Amazon Coast of Brazil. **Journal of Coastal Research**, 64:1979-1983.
- SILVA, C. A.; SOUZA-FILHO, P. W. M., RODRIGUES, S. W. P. 2009. Morphology and modern sedimentary deposits of the macrotidal Marapanim Estuary (Amazon, Brazil). **Continental Shelf Research**, 29:619-631.
- SOETAERT, K.; VINCX, M.; WITTOECK, J.; TULKENS, M.; GANSBEKE, D. V. 1994. Spatial patterns of Westerschelde meiobenthos. **Estuarine Coastal Shelf Science**, 39:367-388.
- SOLTWEDEL, T. 2000. Metazoan meiobenthos along continental margins: a review. **Progress in Oceanography**, 46:59-84.
- SOUZA-FILHO, P. W. M.; LESSA, G. C.; COHEN, M. C. L.; Costa, F.R; LARA, R. J. 2009. *The Subsiding Macrotidal Barrier Estuarine System of the Eastern Amazon Coast, Northern Brazil*. In: DILLENBURG, S.R; HESP, P.A. 2009. **Geology and geomorphology of holocen coastal barriers of Brazil**. Berlin, Springer Verlag. p. 347-372.
- SOUZA-SANTOS, L. P.; RIBEIRO, V. S. S.; SANTOS, P. J. P.; FONSÊCA-GENEVOIS, V. 2003. Seasonality of intertidal meiofauna on a tropical sandy beach in Tamandaré Bay (Northeast Brazil). **Journal of Coastal Research**, SI 35:269-277.
- SOUSA, L. N. **Variação morfológica e sedimentar em praias da ilha de algodoal (litoral amazônico)**. 2010. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Centro de Geociências, Universidade federal do Pará, Belém, 2010.
- VANAVERBEKE, J.; MERCKX, B.; DEGRAER, S.; VINCX, M. 2011. Sediment-related distribution patterns of nematodes and macrofauna: Two sides of the benthic coin? **Marine Environmental Research**, 71:31-40.
- VANAVERBEKE, J.; BEZERRA, T.N.; BRAECKMAN, U.; DE GROOTE, A.; DE MEESTER, N.; DEPRez, T.; DERYCKE, S.; GILARTE, P.; GUILINI, K.; HAUQUIER, F.; LINS, L.; MARIA, T.; MOENS, T.; PAPE, E.; SMOL, N.; TAHERI, M.; VAN CAMPENHOUT, J.; VANREUSEL, A.; WU, X.; VINCX, M. 2015. **NeMys: World Database of Free-living Marine Nematodes**.
- VEENEKEY, V.; FONSÊCA-GENEVOIS, V. G.; SANTOS, P. J. P. 2010. Biodiversity of free-living marine nematodes on the coast of Brazil: a review. **Zootaxa**, 2568:39-66.
- VEENEKEY, V.; SANTOS, P. J. P.; FONSÊCA-GENEVOIS, V. G. 2014a. Effect of Environmental Factors on Intertidal Nematoda in a Tropical Sandy Beach (Tamandare Bay, Pernambuco, Brazil). **Journal of Coastal Research**, 30(4):785-794.
- VEENEKEY, V.; GHELLER, P. F.; MARIA, T. F.; BRUSTOLIN, M. C.; KARDRATAVICIUS, N.; VIEIRA, D. C.; BRITO, S.; SOUZA, G. S. 2014b. The state of the art of Xyalidae (Nematoda, Monhystera) with reference to the Brazilian records. **Marine Biodiversity**, 44:367-390.
- WARD, A. R. 1975. Studies on the sublittoral free-living nematodes of Liverpool Bay. Influence of sediment composition on the distribution of marine nematodes. **Marine Biology**, 30:217-225.
- WARWICK, R. M. 1988. The level of taxonomic discrimination required to detect pollution effects on marine benthic communities. **Marine Pollution Bulletin**, 19:259-268.

- WARWICK, R. M. 1993. Environmental impact studies on marine communities. **Australian Journal of Ecology**, 18:63-80.
- WARWICK, R. M.; PLATT, H. M.; SOMMERFIELD, P. J. 1998. **Free-living Marine Nematodes. Part III. British Monhysterids**. Synopses of the British Fauna (New Series). Shrewsbury: Field Studies Council. n.53. 296p.
- WENTWORTH, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **Journal of Geology**, 30:377-392.
- WIESER, W. D. 1953. Beziehung zwischen Mundlohlengestalt, Ernährungsweise und Vorkommen beifreilebenden marinen Nematoden. **Arkiv fur Zoologie**, 4(26):439-484.
- WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D. 1984. Morphodynamic Variability of Surf Zones and Beaches a Synthesis. **Marine Geology**, 56:93-118.

**Anexo 1.1:** Lista taxonômica dos gêneros encontrados nas praias arenosas amazônicas de macromaré da Ilha de Algodal, Caixa d'Água (CX), Farol (FL) e Princesa (PR).

**Phylum Nematoda**

**Class Enoplea**

**Subclass Enoplia**

**Order Enoplida**

Suborder Enoplina

Family Thoracostomopsidae

*Enoploides* Ssaweljev, 1912 (CX)

*Enoplolaimus* de Man, 1893 (PR)

*Epacantion* Wieser, 1953 (CX, FL)

*Mesacanthion* Filipjev, 1927 (CX, FL, PR)

*Trileptium* Cobb, 1933 (FL)

Family Anoplostomatidae

*Chaetonema* Filipjev, 1927 (CX, FL)

Suborder Oncholaimina

Family Oncholaimidae

*Adoncholaimus* Filipjev, 1918 (CX, FL, PR)

*Metoncholaimus* Filipjev, 1918 (CX, FL, PR)

*Oncholaimellus* De Man, 1890 (CX, FL, PR)

*Oncholaimus* Dujardin, 1845 (CX, FL, PR)

*Pontonema* Leidy, 1855 (CX, FL, PR)

*Viscosia* De Man, 1890 (CX, FL, PR)

Family Enchelidiidae

*Belbolla* Andrassy, 1973 (CX)

*Calyptronema* Marion, 1870 (FL)

*Eurystomina* Filipjev, 1921 (FL, PR)

*Polygastrophora* De Man, 1922 (FL)

Suborder Ironina

Family Ironidae

*Trissonchulus* Cobb, 1920 (FL, PR)

*Thalassironus* De Man, 1889 (PR)

Family Oxystominidae

*Halalaimus* De Man, 1888 (CX, FL, PR)

*Oxystomina* Filipjev, 1921 (CX, FL, PR)

*Thalassoalaimus* de Man, 1893 (CX)

## Family Leptosomatidae

*Platycomopsis* Ditlevsen 1926 (FL)

## Suborder Tripyloidina

## Family Tripyloididae

*Bathylaimus* Cobb, 1894 (CX, FL, PR)*Tripyloides* de Man, 1886 (CX, FL, PR)

## Suborder Trefusiida

## Família Trefusiidae

*Cyatolaimium* Cobb, 1920 (FL)*Rhabdocoma* Cobb, 1920 (CX, FL)*Trefusia* De Man, 1893 (CX, FL, PR)

## Suborder Alaimina

## Family Alaimidae

*Paramphidelus* Andrassy, 1977 (PR)

## Suborder Tripyloidina

## Family Rhabdodemanidae

*Rhabdodemia* Baylis e Daubney, 1926 (FL)**Order Triplonchida**

## Family Pandolaimidae

*Pandolaimus* Allgén, 1929 (FL)**Class Chromadorea****Subclass Chromadoria****Order Chromadorida**

## Suborder Chromadorina

## Family Chromadoridae

*Actinonema* Cobb, 1920 (CX, FL)*Chromadora* Bastian, 1865 (FL, PR)*Chromadorella* Filipjev, 1918 (PR)*Chromadorina* Filipjev, 1918 (CX)*Chromadorita* Filipjev, 1922 (CX, FL, PR)*Dichromadora* Kreis, 1929 (CX, FL, PR)*Endeolophus* Boucher, 1976*Hypodontolaimus* de Man, 1886 (FL, PR)*Neochromadora* Micoletzky, 1924 (CX, FL, PR)*Nygmatonchus* Cobb, 1933*Ptycholaimellus* Cobb, 1920 (FL, PR)*Rhyps* Cobb, 1920 (PR)

*Steineridora* Inglis, 1969 (PR)

*Trochamus* Boucher e Bovée, 1972 (CX, FL, PR)

Family Cyatholaimidae

*Cyatholaimus* Bastian, 1865 (FL)

*Longicyatholaimus* Micoletzky, 1924 (CX, FL, PR)

*Marylynnia* Hopper, 1977 (CX, FL, PR)

*Nannolaimoides* Ott, 1972 (FL)

*Metacyatholaimus* Stekhoven, 1942 (CX, FL, PR)

*Paracanthonchus* Micoletzky, 1924 (CX, FL, PR)

*Paracyatholaimus* Micoletzky, 1922 (CX, FL, PR)

*Paralongicyatholaimus* Stekhoven, 1942 (CX, FL)

*Pomponema* Cobb, 1970 (CX, FL, PR)

Family Selachinematidae

*Cheironchus* Cobb, 1917 (CX, FL, PR)

*Gammanema* Cobb, 1920 (CX, FL, PR)

*Halichoanolaimus* De Man, 1886 (FL, PR)

*Latronema* Wieser, 1954 (FL)

*Synonchiella* Cobb, 1933 (PR)

*Synonchium* Cobb, 1920 (FL, PR)

Family Tarvaiidae

*Tarvaia* Allgén, 1934 (CX)

Family Neotonchidae

*Gomphonema* Wieser e Hopper, 1966 (CX, FL)

*Neotonchus* Cobb, 1933 (FL)

Family Paramicrolaimidae

*Paramicrolaimus* Wieser, 1954 (CX, FL)

Family Haliplectidae

*Haliplectus* Cobb, 1913 (CX, FL, PR)

Family Leptolaimidae

*Diodontolaimus* Southern, 1914 (CX)

*Procamacolaimus* Gerlach, 1954 (CX)

Suborder Leptolaimina

Family Leptolaimidae

Unidentified genus (FL, PR)

**Order Desmodorida**

Suborder Desmodorina

Family Desmodoridae



*Catanema* Cobb, 1920 (CX, FL)  
*Chromaspirinia* Filipjev, 1918 (CX)  
*Desmodora* De Man, 1989 (CX, FL)  
*Eubostrichus* Greef, 1869 (FL)  
*Metachromadora* Filipjev, 1918 (CX, FL, PR)  
*Molgolaimus* Ditlevsen, 1921 (CX, FL)  
*Polysigma* Cobb, 1920  
*Pseudochromadora* Daday, 1899 (CX)  
*Spirinia* Gerlach, 1963 (CX, FL)

Family Monoposthiidae

*Monoposthia* de Man, 1889 (CX, FL)  
*Nudora* Cobb, 1920 (CX, FL, PR)  
*Rhinema* Cobb, 1920 (FL)

Family Microlaimidae

*Bolbolaimus* Cobb, 1920 (PR)  
*Microlaimus* De Man, 1880 (CX, FL, PR)

**Order Desmoscolecida**

Family Cyartonematidae

*Cyartonema* Cobb, 1920 (CX, FL, PR)

Family Desmoscolecidae

*Desmoscolex* Claparède, 1863 (CX, FL)

**Order Monhysterida**

Suborder Monhysterina

Family Sphaerolaimidae

*Metasphaerolaimus* Gourbault e Boucher, 1981 (CX)  
*Sphaerolaimus* Bastian, 1865 (FL)

Family Xyalidae

*Ammotheristus* Lorenzen, 1977 (FL, PR)  
*Daptonema* Cobb, 1920 (CX, FL, PR)  
*Elzalia* Gerlach, 1957 (CX, PR)  
*Gonionchus* Cobb, 1920 (FL, PR)  
*Gnomoxyala* Lorenzen, 1977 (FL)  
*Linhystera* Juario, 1974 (FL)  
*Metadesmolaimus* Stekhoven, 1935 (FL)  
*Ormicronema* Cobb, 1920 (CX, FL, PR)  
*Paramonohystera* Steiner, 1916 (FL)  
*Promonohystera* Wieser, 1956 (CX, FL, PR)

*Prorhynchonema* Goubault, 1982 (CX, FL, PR)

*Pseudosteineria* Wieser, 1956 (CX, FL, PR)

*Rhynchonema* Cobb, 1920 (CX, FL, PR)

*Scaptrella* Cobb, 1917 (FL, PR)

*Steineria* Micoletzky, 1922 (CX)

*Stylotheristus* Lorenzen, 1977 (CX, FL, PR)

*Theristus* Bastian, 1865 (CX, FL, PR)

*Trichotheristus* Wieser, 1956 (CX, FL, PR)

*Xenolaimus* Cobb, 1920 (PR)

*Xyala* Cobb, 1920 (CX, FL, PR)

#### Family Linhomoeidae

*Disconema* Filipjev, 1918 (CX)

*Linhomoeus* Bastian, 1865 (CX, PR)

*Megadesmolaimus* Wieser, 1954 (CX, FL, PR)

*Metalinhomoeus* De Man, 1907 (CX, FL)

*Paralinhomoeus* De Man, 1907 (CX, FL, PR)

*Terschellingia* De Man, 1888 (CX, FL, PR)

### Order Araeolaimida

#### Family Axonolaimidae

*Ascolaimus* Ditlevsen, 1919 (CX, FL, PR)

*Axonolaimus* De Man, 1889 (CX, FL, PR)

*Odontophora* Butschli, 1874 (CX, FL, PR)

*Parodontophora* Timm, 1963 (CX, FL, PR)

*Pseudolella* Cobb, 1920 (FL)

#### Family Comesomatidae

*Comesoma* Bastian, 1865 (FL)

*Sabatieria* Rouville, 1903 (CX, FL, PR)

*Setosabatieria* Platt, 1985 (FL, PR)

#### Family Coninckiidae

*Coninckia* Gerlach, 1956 (FL, PR)

#### Family Diplopeltidae

*Campylaimus* Cobb, 1920 (FL, PR)

*Diplopeltula* Gerlach, 1950 (CX, FL)

### Ordem Plectida

#### Family Aegialoalaimidae

*Aegialoalaimus* De Man, 1907 (CX, FL, PR)

*Diplopeltoides* Gerlach, 1962 (CX, PR)

*Southernia* Allgén, 1929 (CX, FL)

Family Ceramonematidae

*Ceramonema* Cobb, 1920 (FL, PR)

*Dasynemoides* Chitwood, 1936 (CX, FL, PR)

*Metadasynemella* De Coninck, 1942 (FL)

*Metadasynemoides* Haspeslagh, 1973 (CX, FL, PR)

*Pselionema* Cobb, 1933 (CX, PR)

**Order Rhabditida**

Suborder Tylenchina

Family Cephalobidae

*Acrobeles* Linstow, 1877 (PR)

**Subclass Dorylaimia**

**Order Dorylaimida**

Suborder Dorylaimina

Family Leptonchidae

Unidentified genus (PR)

Suborder Nygolaimina

Family Nygolaimidae

*Nygolaimus* Cobb, 1913 (PR)

Family Dorylaimidae

*Mesodorylaimus* Andrásy, 1959 (PR)

Family Qudsianematidae

*Eudorylaimus* Andrásy, 1959 (PR)

Family Aporcelaimidae

*Aporcelaimellus* Heyns, 1965 (FL, PR)

Family Thorniidae

Unidentified genus (FL, PR)

## CAPÍTULO 2

### **Meiofauna e Nematoda em praias arenosas de macromaré: uma revisão considerando morfodinâmicas e latitudes**

#### **Resumo**

Um levantamento da comunidade de meiofauna e das associações de Nematoda em praias arenosas de macromarés no mundo foi realizado, além de se determinar padrões de diversidade em termos de morfodinâmica praial e latitudes. Para tais objetivos foi realizado um levantamento bibliográfico utilizando Web of Science (Thomson Reuters Scientific), SCOPUS, Google Scholar e bases de dados da Plataforma Lattes. Para representar e comparar a estrutura da meiofauna e Nematoda nos fatores (latitude geográfica e morfodinâmica praial) foram utilizadas as análises de agrupamento (CLUSTER) e similaridade (ANOSIM). Até o terceiro bimestre de 2016 foram registrados 7 artigos sobre meiofauna e 8 sobre Nematoda num total de 11 praias de macromarés no mundo. A densidade média geral das praias para a meiofauna foi maior na região subtropical (3315.6 ind/10 cm<sup>2</sup>), seguido da região temperada (1952.1 ind/10 cm<sup>2</sup>) e região tropical (1529.6 ind/10 cm<sup>2</sup>). Quanto aos Nematoda foram registrados em praias de macromaré no mundo 170 gêneros, sendo 139 na região tropical e 107 na região temperada. Em relação aos tipos de praia foram identificados 46 gêneros na praia dissipativa, 103 na praia dominada por maré semi-exposta, 82 na praia dominada por maré protegida, 82 na praia ultradissipativa e 80 na praia modificada por maré. *Daptonema* foi o gênero mais frequente nas praias estudadas. As praias são ambientes complexos e dinâmicos, apresentam uma alta variabilidade espaço-temporal que aliada a diferentes metodologias acabam tornando ainda mais difícil a existência de um padrão geral, seja ela, de gradiente latitudinal, morfodinâmico ou de zonação.

**Palavras-chave:** meiobentos marinho; diversidade; morfologia praial; região climática.

## 2.1 Introdução

Estudos sobre gradiente latitudinal da biodiversidade da meiofauna e dos Nematoda já foram objetos de pesquisas de autores como Boucher (1990) em áreas do infralitoral; Boucher e Lamshead (1995) e Lamshead et al. (2000) em mar profundo; Soltwedel (2000) numa plataforma continental; Warwick e Trueman (2005), Kotwicki et al. (2005), Lee e Riveros (2012) e Hua et al. (2016) em praias arenosas. Pesquisas sobre tais organismos em praias arenosas ao redor do mundo tem crescido nos últimos anos. No Brasil, por exemplo, esse fato já permitiu revisões como os de Venekey et al. (2010) e Maria et al. (2016 a,b), no entanto, nenhuma revisão focou as praias de macromaré.

A meiofauna e/ou Nematoda que habitam as praias de macromarés foram estudadas em algumas áreas das regiões temperadas (Gheskiere et al., 2002; 2004; Kotwicki et al., 2005; Gingold et al., 2010; 2011; Maria et al., 2012; 2013), subtropicais (Harguinteguy et al., 2012) e tropicais (Gomes e Rosa Filho, 2009; Rosa-Filho et al., 2011; Melo et al., 2013; Ataíde et al., 2014 e Melo et al., (dados não publicados). Os estudos realizados nas praias arenosas têm mostrado uma tendência maior da riqueza da meiofauna (Kotwicki et al., 2005) e dos Nematoda (Nicholas e Trueman, 2005; Lee e Riveros, 2012) com a diminuição da latitude.

Dentre as praias com diferentes regimes de marés as praias de macromarés são as que apresentam menor ocorrência, embora estejam presentes em todas as latitudes e continentes (Short, 1991). Segundo Short (1991) em ambientes de macromaré os estados morfodinâmicos e a mobilidade da praia são alterados com a variação da maré, resultando em diferenciação morfodinâmica entre a parte superior e a inferior do perfil conseqüente da dominância relativa de diferentes processos de transporte de sedimentos como ondas e correntes de marés.

Visando entender mais sobre a meiofauna que habita as praias de macromarés esse estudo elaborou uma lista dos grupos de meiofauna e uma lista de gêneros e espécies de Nematoda encontradas até o momento em praias arenosas de macromaré no mundo. Além

disso, o estudo comparou a densidade e riqueza da meiofauna e dos Nematoda em praias arenosas de macromaré com diferentes estágios morfodinâmicos e em diferentes latitudes.

## **2.2 Material e métodos**

### **2.2.1 Coleta de dados**

Para elaborar a lista dos grupos de meiofauna e a lista de gêneros e espécies de Nematoda encontradas até o momento, assim como comparar as suas estruturas em praias arenosas de macromaré no mundo com diferentes estágios morfodinâmicos e em diferentes latitudes foi realizado um levantamento bibliográfico utilizando Web of Science (Thomson Reuters Scientific), SCOPUS, Google Scholar e bases de dados da Plataforma Lattes (sistema de produção científica dos pesquisadores brasileiros). A pesquisa utilizou a combinação de palavras chaves (TimeSpan = todos os anos e field = tópico): meiofauna \* praia arenosa; Nematoda \* praia arenosa; meiofauna \* praia de macromaré; Nematoda \* praia de macromaré.

Para a construção das listas foram considerados apenas artigos científicos publicados até o terceiro bimestre de 2016 e aqueles que claramente trabalharam em praias de macromaré. Não foram considerados nesse estudo resumos de congressos, teses, dissertações, monografias de graduação, bem como relatórios de projetos.

Todos os trabalhos foram sistematizados e apresentados segundo informações fornecidas pelo autor considerando: ano de publicação, coordenadas geográficas, região climática, morfodinâmica praial, local de amostragem e características da fauna.

### **2.2.2 Análises dos dados**

A partir das informações fornecidas pelos artigos, um banco de dados foi construído considerando presença e ausência dos grupos da meiofauna e gêneros de Nematoda. Como a maioria dos trabalhos não identifica ao nível de espécies, essas foram consideradas apenas para

a lista taxonômica geral. Para representar e comparar a meiofauna e os Nematoda nos fatores (latitude geográfica e morfodinâmica praial) foi utilizada a análise de agrupamento (CLUSTER) e análise de similaridade (ANOSIM) (Clarke e Warwick, 2001). Para as análises foi utilizado o programa PRIMER (PERMANOVA +) 6.0, considerando nível de significância de  $p < 0,05$ .

## **2.3 Resultados**

### *2.3.1 Particularidades dos trabalhos e das praias de macromaré estudadas*

Até o terceiro bimestre de 2016 foram registrados sete artigos sobre meiofauna e oito sobre Nematoda realizadas num total de 16 praias de macromaré no mundo. Do total de artigos publicados (13), merece destaque o fato da praia De Panne (Bélgica) ter sido estudada em seis, a praia El Tornillal (México) em dois, a praia da Caixa d'Água (Brasil) e a praia da Princesa (Brasil) em três e a praia do Farol, também no Brasil, em dois artigos. A lista dos trabalhos e seus dados são apresentados nas Tabelas 2.1, 2.2 e 2.3.

Em relação aos tipos de praia houve estudos em praias dissipativa, terraço de maré baixa, ultradissipativa, dominada por maré, modificada por maré e planície de maré. A praia De Panne foi classificada como dissipativa por Gheskiere et al. (2002) e Kotwicki et al. (2005), porém, em estudos de Gheskiere et al. (2004) e Maria et al. (2012; 2013) foi definida como ultradissipativa. A praia Caixa d'Água também sofreu alteração na sua classificação, Rosa Filho et al. (2011) e Ataíde et al. (2014) a definiram como terraço de maré baixa e Melo et al. (dados não publicados) como dominada por maré.

Nos estudos de meiofauna em praias de macromaré de região temperada (Gheskiere et al., 2002; Kotwicki et al., 2005) foi utilizado o maior diâmetro de amostrador (3.6 cm) e essas praias também foram as únicas que apresentaram areia fina e média. Na região subtropical (Harguinteguy et al., 2012) o diâmetro utilizado foi de 2.5 cm e nos trabalhos realizados na

região tropical (Gomes e Rosa Filho, 2009; Rosa Filho et al., 2011; Ataíde et al., 2014 e Melo et al., dados não publicados) o diâmetro do amostrador variou de 2.0 a 3.5 cm. Tanto na região subtropical, como na região tropical, o sedimento predominante nas praias estudadas foi de areia fina.

Em relação os estudos sobre Nematoda de região temperada (Gheskiere et al., 2002; 2004 e Maria et al., 2012; 2013) o diâmetro do amostrador foi de 3.6 cm na praia De Panne e de 2.9 cm na praia El Tornillal (Gingold et al., 2010; 2011). Na região tropical (Melo et al., 2013; dados não publicados) o diâmetro utilizado nas quatro praias estudadas foi de 3.0 cm.

A malha das peneiras escolhidas nos trabalhos sobre meiofauna foi de 0.038 mm de abertura na região temperada e 0.050 mm na região subtropical. A região tropical apresentou a maior variação de malhas entre os trabalhos, registrando valores de 0.044 a 0.063 mm.

O esforço de coleta mensal da meiofauna na região tropical foi maior que na região temperada e subtropical. Nas regiões temperada (Gheskiere et al., 2002; Kotwicki et al., 2005) e subtropical (Harguinteguy et al., 2012) os trabalhos limitaram-se a uma coleta mensal. Já na região tropical houve trabalhos com dois (Ataíde et al., 2014), quatro (Melo et al., dados não publicados) e seis (Gomes e Rosa Filho, 2009) meses de coletas. Quanto aos Nematoda, na região temperada todos os trabalhos efetuaram uma coleta mensal, com exceção de Gingold et al., (2010) que fizeram dois meses. Na região tropical houveram dois estudos: Melo et al. (2013) com uma coleta e Melo et al. (dados não publicados) com quatro coletas.

Em relação ao esforço amostral da meiofauna as praias da região tropical registram as maiores quantidades de amostras, Ajuruteua obteve (384) e Caixa d'Água, Farol e Princesa 80, em cada uma delas.



Tabela 2.1. Lista dos estudos sobre a meiofauna em praias de macromaré no mundo. Ano de publicação; coordenadas geográficas (Latitude e Longitude); Local de amostragem; Região climática (subtropical: Subtr, tropical: Trop e temperada: Temp); Altura da Maré de sizígia (MS) em metros; Número de praias estudadas (N°); Praia; Sedimento (S): 1. areia fina 2. areia fina e areia média; Esforço Temporal (ET); Diâmetro do amostrador (D $\infty$ ) em centímetros; Malha da peneira (M) em milímetro; Morfodinâmica da praia (MP): Dissipativa (DIS), Dominada por Maré (DM), Modificada por Maré (MM), Terraço de Maré Baixo (TMB), Planície de Maré (PM); Densidade Média Geral (ind/10 cm<sup>2</sup>) (DMG); Riqueza de grupos (Riq); Número de amostras (N.A): dados não publicados (dnp); \*dados não informados.

Referencia	Latitude	Longitude	Local	Região	MS	N°		Praia	S	ET	D $\infty$	M	MP	DMG	Riq	N.A
1. Gheskiere et al (2002)	51°05' 30 N	02° 34' 01" E	Bélgica	Temp	4.7	1	I	De Panne	2	1 mês	3.6	0.038	DIS	3518.0	11	14
2. Kotwicki et al (2005)	51° N	3° E	Bélgica	Temp	5.0	3	I	Heist	2	1 mês	3.6	*	DIS	868.3	11	78
								De Panne	2	1 mês	3.6	*	DIS	1012.1	10	78
								Knokke-Heist	2	1 mês	3.6	*	*	1267.7	9	
			França	Temp	8.0	1	I	Audresselles	*	1 mês	3.6	*	*	361.0	7	
			Netherlands	Temp	5.0	2	I	Westerschelde 1	2	1 mês	3.6	*	PM	4295.3	10	
					5.0		II	Westerschelde 2	2	1 mês	3.6	*	PM	2342.7	7	
3. Gomes e Rosa Filho (2009)	1° S	47° W	Brasil	Trop		1	I	Ajuruteua	1	6 meses	2.0	0.063	DIS	645.9	8	384
4. Rosa Filho et al (2011)	0° 36' S	47° 34' W	Brasil	Trop	4.5	2	I	Caixa d'Água	1	1 mês	2.0	0.045	TMB	*	*	12
								Farol	1	1 mês	2.0	0.045	TMB	*	*	12
								Princesa	1	1 mês	2.0	0.045	DIS	*	*	12
5. Harguinteguy et al (2012)	42° 43' S	65° 02' W	Argentina	Subtr	4 a 7	4	I	Nueva	1	1 mês	2.5	0.05	DIS	4654.7	12	33
								Kaiser	1	1 mês	2.5	0.05	DIS	3304.8	11	9
								Paraná	1	1 mês	2.5	0.05	DIS	2832.3	10	9
								Cerro Avanzado	1	1 mês	2.5	0.05	DIS	2470.7	8	9

continuação da Tabela 2.1

6. Ataíde et al (2014)	0° 36' S	47° 34' W	Brasil	Trop	4.5	2	I	Caixa d'Água	1	2 meses	3.5	0.045	TMB	1824.5	18	32
							II	Princesa	1	2 meses	3.5	0.045	DIS	1720.6	12	32
7. Melo et al (dnp)	0° 36' S	47° 34' W	Brasil	Trop	4.5	3	I	Caixa d'Água	1	4 meses	3.0	0.044	DM	1811.1	13	80
							II	Farol	1	4 meses	3.0	0.044	DM	2051.1	13	80
							III	Princesa	1	4 meses	3.0	0.044	MM	1124.5	12	80

### 2.3.1 Meiofauna

Considerando todos os estudos sobre meiofauna, foram registrados até o momento 23 grupos no mundo em praias de macromaré, sendo Nematoda dominante em todos os tipos de praias e regiões climáticas. As praias com a maiores riquezas foram as praias tropicais brasileiras Caixa d'Água (19 táxons) e Princea (15 táxons). Em contraste, as praias com as menores quantidades de grupos foram as praias Audresselles e Westerschelde 2 (região temperada), ambas com 7 táxons. Os grupos que estiveram presentes nas 14 praias foram Nematoda, Turbellaria e Copepoda. Isopoda, Kinorhyncha, Rotifera e Tanaidacea foram registradas apenas nas praias tropicais brasileiras (Tabela 2.2.).

A densidade média da meiofauna foi maior na região subtropical (3315.63 ind/10 cm<sup>2</sup>), seguido da região temperada (1952.2 ind/10 cm<sup>2</sup>) e região tropical (1529.60 ind/10 cm<sup>2</sup>). A praia com a maior densidade média foi a praia de Nueva (região subtropical) e a mais rica foi a praia da Caixa d'Água (região tropical). A praia de Audresselles (região temperada) apresentou os menores valores de densidade e riqueza (Figura 2.1).

O ANOSIM indicou diferenças significativas na estrutura dos grupos entre regiões ( $R_{\text{global}} = 0.66$ ;  $p = 0.001$ ). As comparações entre os pares indicaram que as regiões temperada e subtropical ( $R = 0.89$ ;  $p = 0.005$ ) e tropical e subtropical ( $R = 0.88$ ;  $p = 0.029$ ) diferem significativamente entre si, já as regiões temperada e tropical ( $R = 0.10$ ;  $p = 0.262$ ) são similares. A análise de agrupamento mostra claramente a formação de dois grupos de amostras com valores de similaridade de 60% (Figura 2.2). O primeiro grupo foi formado pelas amostras de todas as praias subtropicais Nueva, Kaiser, Paraná e Cerro e o segundo grupo foi composto pelas amostras Westerschelde 2, Caixa d'Água, Audresselles, Ajuruteua, Princesa, Knokke-Heist, De Panne, Heist, Westerschelde 1 e Farol.

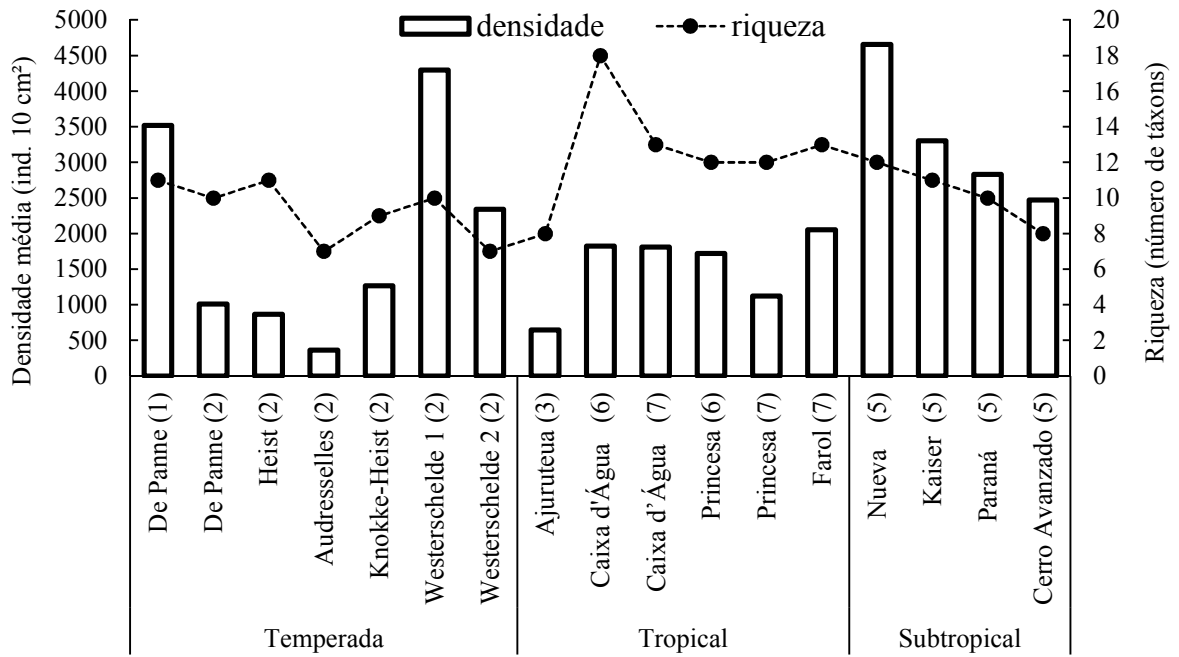


Figura 2.1. Densidade média (ind.10 cm<sup>2</sup>) e riqueza total dos grupos da meiofauna em praias de macromaré no mundo. Os números em parênteses representam a referência dos trabalhos listados na tabela 2.1.

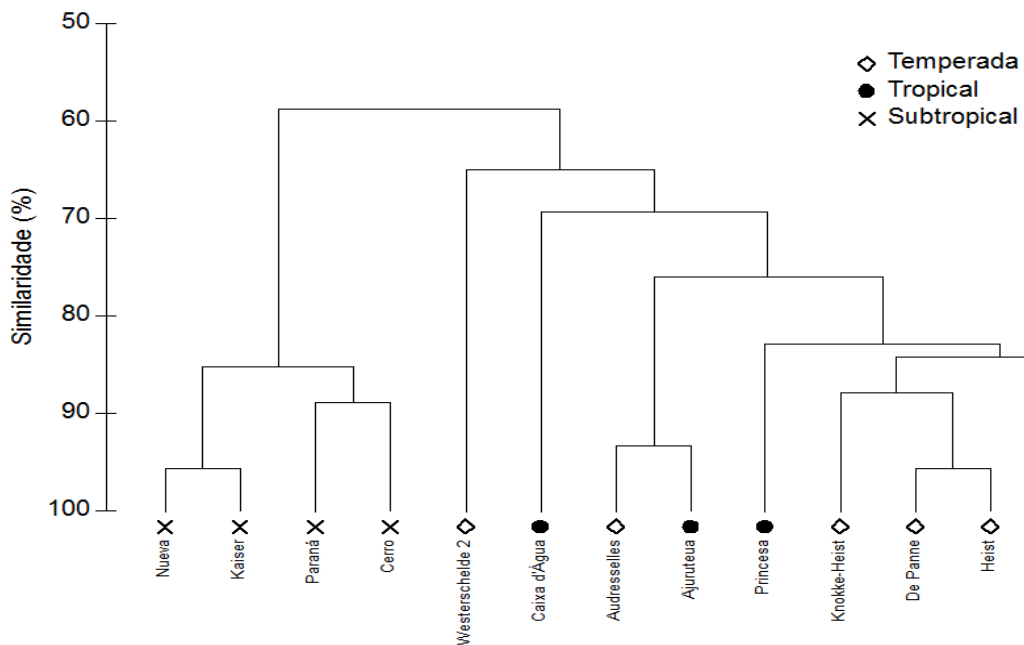


Figura 2.2. Resultado da análise de agrupamento (CLUSTER) para valores de presença e ausência dos grupos da meiofauna nas praias de macromaré entre regiões temperada, tropical e subtropical, utilizando a distância de Bray Curtis.

Tabela 2.2. Lista de ocorrências para grupos da meiofauna em praias de macromaré de regiões temperada, subtropical e tropical. KH: Knokke-Heist, Audr.: Audresselles, W: Westerschelde, Ajur.: Ajuuteua, R: número de registros.

Táxons	Região Temperada						Região Subtropical				Região Tropical				R
	De Panne	Heist	KH	Audr.	W 1	W 2	Nueva	Kaiser	Paraná	Cerro	Caixa	Farol	Princesa	Ajur.	
Amphipoda (Crustacea)	X	-	-	-	-	-	X	X	X	-	X	X	X	-	7
Acari (Arthropoda)	X	X	X	-	-	-	X	-	-	-	X	X	X	X	7
Bivalvia (Mollusca)	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	4
Ciliophora (Protista)	-	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	-	-	3
Cladocera (Crustacea)	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	2
Copepoda (Crustacea)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	14
Cumacea (Crustacea)	-	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	-	-	3
Gastrotricha	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-	11
Insecta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	1
Isopoda (Crustacea)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	1
Kinorhyncha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	1
Mollusca	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	X	X	X	-	6
Nauplio	X	X	X	X	X	-	-	X	-	-	X	X	X	X	10
Nematoda	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	14
Nemertina	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	X	-	6
Oligochaeta (Annelida)	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-	X	X	X	X	12
Ostracoda (Crustacea)	X	X	X	-	X	X	X	X	-	-	X	X	X	-	10
Polychaeta (Annelida)	X	X	-	X	X	-	X	-	X	X	X	X	X	X	11
Priapulida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	1
Rotifera (Gnathifera)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	1
Tanaidacea (Crustacea)	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	2
Tardigrada	X	X	X	X	X	-	-	X	-	-	X	X	X	X	10
Turbellaria (Platyelminthes)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	14
<b>Total de táxons</b>	12	11	9	7	10	7	12	11	10	8	19	13	15	8	

### 2.3.2 *Nematoda*

Os trabalhos relacionados aos organismos da nematofauna ficaram restritos as regiões climáticas: tropical e temperada; aos estágios morfodinâmicos: dissipativa, ultradissipativa, dominada e modificada por maré e às zonas de intermaré superior, média e inferior. A zona de intermaré mais larga ocorreu na praia El Tornillal no México (acima de 600 metros) e a mais estreita na praia da Princesa (Brasil) com 200 metros. Em relação ao esforço temporal a maioria dos estudos realizaram coletas em apenas um mês sendo o trabalho de Melo et al. (dados não publicados) o de maior esforço temporal, seis meses (Tabela 2.3.).

Até 2016 foram registrados em praias de macromaré no mundo 170 gêneros, sendo 139 na região tropical e 107 na região temperada (Anexo 2.1). A praia com o maior número de famílias (34) e gêneros (103) ocorreu na praia dominada por maré (Farol - região tropical). Em relação aos tipos de praia foram identificados 46 gêneros na praia dissipativa, 82 na praia ultradissipativa, 82 na praia dominada por maré (protegida), 103 na praia dominada por maré (semi-exposta) e 80 na praia modificada por maré. Alguns gêneros foram exclusivos das praias dissipativa, dominada por maré semi-exposta e ultradissipativa. Quanto a identificação a nível de espécie apenas os trabalhos na praia De Panne consideraram esse refinamento taxonômico.

Os principais gêneros de *Nematoda* encontrados nas zonas de intermarés das praias de macromaré são mostrados nas tabelas 2.4 e 2.5, exceto os estudos de Melo et al. (2013) e Maria et al. (2012), devido estas não terem realizados essa abordagem. Em todos os trabalhos os resultados das formações dos grupos foram obtidos utilizando-se a rotina Similarity Percentage (SIMPER) para identificar os táxons mais importantes para a formação destes. Os resultados apresentaram à similaridade entre os grupos, com exceção de Gheskiere et al. (2004) que indicou a dissimilaridade.

Tabela 2.3. Lista dos estudos a nível taxonômico baixo sobre Nematoda em praias de macromaré no mundo. Ano de publicação; Coordenadas geográficas (latitude e longitude); Local de amostragem; Região climática (tropical: Trop e temperada: Temp); Número de praias estudadas (N°); Zona da praia estudada (ZP): intermaré (Int); Largura da Zona Intermaré (LZI) em metros; Esforço Temporal (ET); Morfodinâmica da praia (MP): Ultradissipativa (ULT), Dissipativa (DIS), Dominada por maré protegida (DMp), Dominada por maré semi-exposta (MDe) e Modificada por maré (MM); Diâmetro do amostrador (D $\infty$ ); N° de família (F); N° de gêneros (G); N° de espécies (E); Densidade Média Geral (ind/10 cm<sup>2</sup>) (DM); Gênero dominante (GD); dados não publicados (dnp); \* dados não informados.

Referencia	Ano	Latitude	Longitude	Local	Região	N°	Praia	ZP	LZI	ET	MP	D $\infty$	F	G	E	DMG
1. Gheskiere et al	2002	51°05' 30 N	02° 34' 01'' E	Bélgica	Temp	1	De Panne	Int	430	Agosto	DIS	3.6 cm	28	67	87	*
2. Gheskiere et al	2004	51°05' 30 N	02 34' 01'' E	Bélgica	Temp	1	De Panne	Int	440	Agosto	ULT	3.6 cm	26	65	88	*
3. Gingold et al	2010	31° 33' N	114° 17' W	México	Temp	1	El Tornillal	Int	600	Setembro e Março	DIS	2.9 cm	25	96	*	*
4. Gingold et al	2011	31° 33' N	114° 17' W	México	Temp	1	El Tornillal	Int	600	Agosto	DIS	2.9 cm	*	96	*	*
5. Maria et al	2012	51° 05' 30'' N	02° 34' 01'' E	Bélgica	Temp	1	De Panne	Int	440	Outubro	ULT	3.6 cm	*	53	64	*
6. Maria et al	2013	51° 05' 30'' N	02° 34' 01'' E	Bélgica	Temp	1	De Panne	Int	440	Agosto	ULT	3.6 cm	19	60	94	*
7. Melo et al	2013	1° S	47° W	Brasil	Trop	1	Ajuruteua	Int	300	Junho	DIS	3.0 cm	17	47	*	*
8. Melo et al	dnp	0° 36' S	47° 34' W	Brasil	Trop	3	Caixa d'Água	Int	270	Mar, Jun, Set e Dez	DMp	3.0 cm	28	83	*	1200.3
							Farol	Int	370	Mar, Jun, Set e Dez	MDe	3.0 cm	34	103	*	1025.0
							Princesa	Int	200	Mar, Jun, Set e Dez	MM	3.0 cm	32	80	*	937.7

Tabela 2.4. Gêneros de Nematoda registrados na zona de intermaré de praias arenosas de macromarés.

	<b>De Panne</b>	<b>Caixa d'Água</b>	<b>Farol</b>	<b>Princesa</b>
<b>Zona Seca</b>	<i>Axonolaimus</i>	-	-	-
	<i>Rhabditis</i>			
<b>Zona Intermaré Superior</b>	<i>Axonolaimus</i>	<i>Metachromadora</i>	<i>Bathylaimus</i>	<i>Haliplectus</i>
	<i>Calyptronema</i>	<i>Neochromadora</i>	<i>Daptonema</i>	<i>Theristus</i>
	<i>Chromadora</i>	<i>Paracyatholaimus</i>	<i>Paracyatholaimus</i>	<i>Tripyloides</i>
	<i>Chromadorita</i>	<i>Theristus</i>	<i>Trichotheristus</i>	
	<i>Daptonema</i>	<i>Tripyloides</i>		
	<i>Dichromadora</i>	<i>Trochamus</i>		
	<i>Hypondolaimus</i>			
	<i>Pellioditis marina</i>			
<b>Driftline</b>	<i>Trissonchulus</i>			
	<i>Daptonema</i>			
	<i>Enoploplaimus</i>			
	<i>Onyx</i>	-	-	-
	<i>Parachromadorita</i>			
<b>Zona Intermaré Média</b>	<i>Spilophorella</i>			
	<i>Daptonema</i>	<i>Adoncholaimus</i>	<i>Adoncholaimus</i>	<i>Chromadorita</i>
	<i>Enoplolaimus</i>	<i>Ascolaimus</i>	<i>Daptonema</i>	<i>Daptonema</i>
	<i>Mesacanthion</i>	<i>Daptonema</i>	<i>Halalaimus</i>	<i>Theristus</i>
	<i>Metadesmolaimus</i>	<i>Odontophora</i>	<i>Odontophora</i>	<i>Trichotheristus</i>
	<i>Monoposthia</i>	<i>Oncholaimus</i>	<i>Theristus</i>	
	<i>Neochromadora</i>	<i>Oxystomina</i>	<i>Trichotheristus</i>	
	<i>Odontophora</i>	<i>Theristus</i>		
	<i>Odontophoroides</i>	<i>Trochamus</i>		
	<i>Oncholaimellus</i>			
	<i>Paracanthonchus</i>			
	<i>Pomponema</i>			
<i>Promonhystera</i>				
<i>Sigmophoranema</i>				
<i>Theristus</i>				
<b>Zona Intermaré Inferior</b>	<i>Chaetonema</i>	<i>Daptonema</i>	<i>Daptonema</i>	<i>Daptonema</i>
	<i>Cyartonema</i>	<i>Halalaimus</i>	<i>Halalaimus</i>	<i>Nudora</i>
	<i>Daptonema</i>	<i>Nudora</i>	<i>Odontophora</i>	<i>Theristus</i>
	<i>Enoplolaimus</i>	<i>Odontophora</i>	<i>Theristus</i>	
	<i>Metadesmolaimus</i>	<i>Theristus</i>		
	<i>Monoposthia</i>			
	<i>Odontophora</i>			
	<i>Oncholaimellus</i>			
	<i>Paracanthonchus</i>			
	<i>Promonhystera</i>			
<i>Theristus</i>				



Tabela 2.5. Gêneros de Nematoda encontrados no sublitoral e nas calhas e bancos arenosos (zona de intermaré) de praias arenosas de macromarés.

<b>El Tornillal</b>	<b>El Tornillal</b>	<b>De Panne</b>	<b>El Tornillal</b>	<b>De Panne</b>
<b>Sublitoral</b>	<b>Calha</b>	<b>Calha</b>	<b>Banco arenoso</b>	<b>Banco arenoso</b>
<i>Actinonema</i>	<i>Actinonema</i>	<i>Bathylaimus</i>	<i>Desmodora</i>	<i>Daptonema</i>
<i>Catanema</i>	<i>Ceramanema</i>	<i>Chromaspirina</i>	<i>Enoploides</i>	<i>Enoplolaimus</i>
<i>Ceramonema</i>	<i>Chromadorina</i>	<i>Daptonema</i>	<i>Gammanema</i>	<i>Microlaimus</i>
<i>Chromadorita</i>	<i>Chromadorita</i>	<i>Enoplolaimus</i>	<i>Metachromadora</i>	<i>Monoposthia</i>
<i>Cobbia</i>	<i>Chromaspirinia</i>	<i>Metadesmolaimus</i>	<i>Microlaimus</i>	<i>Oncholaimellus</i>
<i>Cyartonema</i>	<i>Cobbia</i>	<i>Neochromadora</i>	<i>Perepsilonlema</i>	<i>Trichotheristus</i>
<i>Daptonema</i>	<i>Daptonema</i>	<i>Oncholaimellus</i>	<i>Pomponema</i>	
<i>Dichromadora</i>	<i>Desmodora</i>	<i>Paracanthonchus</i>	<i>Rhynchonema</i>	
<i>Latronema</i>	<i>Dichromadora</i>	<i>Trichotheristus</i>	<i>Tricoma</i>	
<i>Marylynnia</i>	<i>Enoploides</i>		<i>Xyala</i>	
<i>Nannolaimoides</i>	<i>Epacantion</i>			
<i>Paracomosoma</i>	<i>Gammanema</i>			
<i>Pomponema</i>	<i>Marylynnia</i>			
<i>Prochramadorella</i>	<i>Metachromadora</i>			
<i>Promonhystera</i>	<i>Metoncholaimus</i>			
<i>Richtersia</i>	<i>Microlaimus</i>			
<i>Stylotheristus</i>	<i>Neochromadora</i>			
<i>Viscosia</i>	<i>Odontophora</i>			
<i>Xyala</i>	<i>Oxyonchus</i>			
	<i>Perepsilonlema</i>			
	<i>Pomponema</i>			
	<i>Prochramadorella</i>			
	<i>Rhynchonema</i>			
	<i>Richtersia</i>			
	<i>Spirinia</i>			
	<i>Theristus</i>			
	<i>Tricoma</i>			
	<i>Xyala</i>			

As comparações dos gêneros de Nematoda foram feitas apenas entre os trabalhos que apresentaram uma lista completa. Portanto, os estudos de Gingold et al. (2010), Gingold et al. (2011) e Gheskiere et al. (2004) foram retirados da análise. A análise de Similaridade (ANOSIM) não indicou diferença significativa dos gêneros de Nematoda entre as regiões temperada e tropical ( $R_{\text{global}} = 0.25$ ;  $p=0.4$ ). A configuração gráfica de agrupamento mostra a praia dissipativa levemente diferente das demais (Figura 2.3).

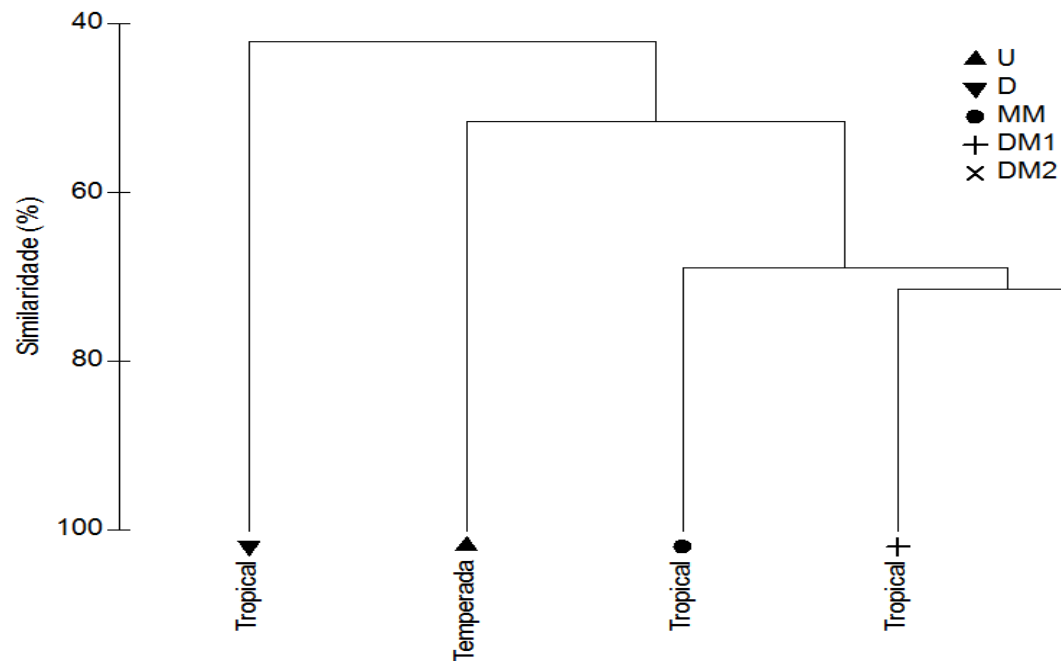


Figura 2.3. Resultado da análise de agrupamento (CLUSTER) das praias de macromaré considerando a riqueza de gêneros de Nematoda entre regiões temperada e tropical e morfodinâmica. U: ultradissipativa, D: dissipativa, MM: modificada por maré, DM1: dominada por mare protegida, DM2: dominada por mare semi-exposta.

## 2.4 Discussão

As praias de macromaré no mundo são as de menor ocorrência em relação as praias de micro e mesomarés (Short, 1991), portanto, é natural que o número de estudos realizados nessas praias seja inferior as demais. Sendo assim, devido ao número reduzido de trabalhos realizados até o momento sobre meiofauna e Nematoda em praias de macromaré é importante salientar que as interpretações e conclusões devem ser feitas com cuidado.

Em estudos comparativos sobre diversidade muito se tem comentado a respeito do esforço amostral realizado em cada trabalho, pois de uma maneira geral, quanto maior o esforço amostral maior é a diversidade (Mokievsky e Azovsky, 2002). Na presente revisão o estudo com a maior quantidade de amostra (384) apresentou, porém, uma das menores riquezas de meiofauna (8), levando-nos a refletir que o esforço amostral deve ser analisado em conjunto com outras variáveis ambientais. Muito se comenta também que o uso de diferentes estratégias de amostragem, métodos de extração e limites de tamanho de malhas da peneira, são um grande obstáculo para as comparações mais efetivas dos dados sobre a meiofauna (Soltwedel, 2000).

Na tentativa de encontrar um método de comparação mais adequado Nicholas e Trueman (2005), compilando diversos dados utilizaram diferentes índices, desde os mais complexos, como AvTD (Average Taxonomic Distance (Warwick e Clarke 1998), VarTD (Variation in Taxonomic Distinctness) (Clarke e Warwick, 2001) e PD (utiliza a taxonomia e/ou a filogenia de maneira diferente) (Faith, 1992) até o índice mais simples como a riqueza das espécies, concluíram que a riqueza por si só mostra bons resultados, dispensando portanto índices mais complexos.

A praia da Caixa d'Água na região tropical obteve a maior riqueza meiofaunística. Esse resultado provavelmente está associado mais ao fato de se tratar de uma praia estuarina protegida, apresentando, portanto, grupos marinhos, estuarinos e de água doce como Cladocera e Rotifera, do que puramente ao esforço amostral.

Nematoda, Copepoda e Turbellaria foram os grupos com o maior número de registros nas praias, porém Nematoda foi o mais abundante em todos os estudos. O sedimento fino aliado ao sucesso adaptativo do Filo Nematoda provavelmente favoreceu o seu predomínio. A dominância dos Nematoda é recorrente na literatura sobre ecologia de meiofauna devido a sua alta tolerância a variados estressores ambientais, ampla estratégia alimentar e facilidade de enterramento no sedimento (Bouwman, 1983).

Até o presente momento foram registrados em praias de macromaré no mundo 170 gêneros de Nematoda, sendo a riqueza maior na região tropical (139) que na região temperada (103). Esse resultado concorda com os trabalhos de Lee e Riveros (2012) e Nicholas e Trueman (2005) realizados em praias com diferentes latitudes. Os últimos autores associaram seus resultados a temperatura superficial do mar.

Do número total de gêneros 63 foram registrados apenas nas praias tropicais e 23 apenas nas praias temperadas. Dentre os gêneros encontrados apenas nas praias tropicais estão os de água doce. Uma das praias tropicais estudadas (Caixa d'Água) é localizada próxima a rios e baías, o que poderia justificar a presença desses organismos, além dos altos índices pluviométricos da região Amazonica, local onde essa praia está inserida. Esse fato também explica a maior riqueza de gêneros na praia dominada por maré semi-exposta em relação aos demais tipos de praia.

Considerando os dez trabalhos analisados (lista completa dos gêneros e maiores contribuições/SIMPER) os gêneros *Chromadorita*, *Odontophora*, *Daptonema*, *Microlaimus* e *Rhynchonema* estiveram presentes em todas as praias arenosas de macromarés das regiões temperada (De Panne, El Tornillal) e tropical (Ajuruteua, Caixa d'Água, Farol e Princesa). Alguns gêneros foram registrados somente nas praias arenosas da região temperada tais como: *Acantholaimus*, *Calomicrolaimus*, *Choniolaimus*, *Comesa*, *Eleuthorolaimus*, *Monhystera*,

*Nannolaimus*, *Pellioiditis*, *Phanodermopsis*, *Setostephanolaimus* e *Synodonthium* (De Panne); *Cobbia*, *Oxyonchus*, *Paracomesoma*, *Perepsilon* e *Siphonolaimus* (El Tornillal),

Já outros gêneros foram exclusivos das praias tropicais como: *Metasphaerolaimus*, *Belbola*, *Diodontolaimus*, *Disconema*, *Procamacolaimus*, *Pseudochromadora*, *Sphaerolaimus*, *Steineria* e *Thalassoalaimus* (Caixa d'Água); *Linhystera*, *Gnomoxyala*, *Cyatholaimus*, *Cytolaimium*, *Eubostrichus*, *Pandolaimus*, *Paramphidelus*, *Platycomopsis*, *Polygastrophora* e *Pseudolella* (Farol); *Mesodorylaimus*, *Eudorylaimus*, *Acrobeles*, *Nygolaimus* e *Rhips* (Princesa); *Endeolophus*, *Anoplostoma*, *Nygmatonchus*, *Polysigma*, *Praeacanthanchus* e *Syringolaimus* (Ajuruteua).

A zonação dos gêneros de Nematoda (aqueles com as maiores contribuições - SIMPER) na zona intermaré das praias da Caixa d'Água, Farol e Princesa, região tropical (Melo et al., dnp), mostrou que *Daptonema* foi o gênero que mais contribuiu para a similaridade entre as zonas e dissimilaridade das zonas da praia De Panne, região temperada (Gheskiere et al., 2004). O gênero *Daptonema* também mostrou grande contribuição para a similaridade entre as estações do *runnel* (Maria et al., 2013). Esse gênero é um dos gêneros de Nematoda com o maior número de espécies válidas (116) (Venekey et al. 2014), justificando talvez a maior presença dele em tais ambientes.

Comparando as associações de Nematoda na zona intermaré entre as praias De Panne, Caixa d'Água, Farol e Princesa; a calha da praia El Tornillal com a calha da praia De Panne e os bancos arenosos da praia El Tornillal com os bancos da praia De Panne, observamos que as associações de Nematoda foram diferentes entre si. Os estudos citados acima são bons exemplos de como a praia é um ambiente muito dinâmico, passando de um estágio morfodinâmico a outro; apresentando microambientes na mesma faixa de zona e conseqüentemente mudando a estrutura das associações de Nematoda.

## **2.5. Conclusão**

O número reduzido de estudos em praias de macromaré no mundo dificulta a compreensão e o posicionamento a respeito de qual tipo morfodinâmico apresenta as maiores densidades e riquezas da meiofauna e dos Nematoda. Já quanto a riqueza de espécies as praias de macromarés se assemelham as praias com outros regimes de marés com maior riqueza na zona tropical.

## 2.6 Referências Bibliográficas

- ATAIDE, M. B.; VENEKEY, V.; ROSA FILHO, J. S.; SANTOS, P. J. 2014. Sandy reefs of *Sabellaria wilsoni* (Polychaeta: Sabellariidae) as ecosystem engineers for meiofauna in the Amazon coastal region, Brazil. **Marine Biodiversity**, publish online.
- BOUCHER, G. 1990. Pattern of Nematode Species Diversity in Temperate and Tropical Subtidal Sediments. **Marine Ecology**, 11(2):133-146.
- BOUCHER, G.; LAMBSHEAD, P. J. D. 1995. Ecological biodiversity of marine nematodes in samples from temperate, tropical, and deep-sea regions. **Conservation Biology**, 9:1594-1604.
- BOUWMAN, L. A. 1983. A survey of nematodes from the Sem estuary. Part II. Species assemblages and associations. **Zoological Journal of Systematics**, 110:345-376.
- CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: Variation in taxonomic distinctness. **Marine Ecology Progress Series**, 216:265-278.
- FAITH, D. P. 1992. Conservation evaluation and phylogenetic diversity. **Biological Conservation**, 61:1-10.
- FONSECA, G.; NORENBURG, J.; DI DOMENICO, M. 2014. Editorial: diversity of marine meiofauna on the coast of Brazil. **Marine Biodiversity**, 44:459-462.
- GHESKIERE, T.; HOSTE, E.; VANAVERBEKE, J.; VINCX, M.; DEGRAER, S. 2004. Horizontal zonation patterns and feeding structure of marine nematode assemblages on a macrotidal, ultra-dissipative sandy beach (De Panne, Belgium). **Journal of Sea Research**, 52:211-226.
- GHESKIERE, T., HOSTE, E.; KOTWICKI, L.; DEGRAER, S.; VANAVERBEKE, J.; VINCX, M. 2002. The sandy beach meiofauna and free-living nematodes from De Panne (Belgium). **Biologie**, 72-Suppl.: 43-49.
- GINGOLD, R.; MANUEL MUNDO-OCAMPO. 2010. The role of habitat heterogeneity in structuring the community of intertidal free-living marine nematodes **Marine Biology**, 157:1741-1753.
- GINGOLD, R.; IBARRA-OBANDO, S. E.; ROCHA-OLIVARES, A. 2011. Spatial aggregation patterns of free-living marine nematodes in contrasting sandy beach micro-habitats. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 91(3):615-622.
- GOMES, T. P.; ROSA FILHO, J. S. 2009. Composição e variabilidade espaço-temporal da meiofauna de uma praia arenosa na região amazônica (Ajuruteua, Pará). **Iheringia**, Sér. Zool., Porto Alegre, 99(2):210-216.
- ROSA FILHO, J. S.; GOMES, T. P.; ALMEIDA, M. F. de; SILVA, R. F. da. 2011. Benthic fauna of macrotidal sandy beaches along a small-scale morphodynamic gradient on the Amazon coast (Algodoal Island, Brazil). **Journal of Coastal Research**, 64:435-439.
- HARGUINTEGUY, C. A.; COFRÉ, M. N. 2012. Change in the meiofauna community structure of sandy beaches of the Nuevo gulf (Chubut, Argentina). **Papéis avulso de Zoologia**, 52(34):411-422.
- HUA E.; ZHANG, Z.; ZHOU H.; MU, F.; LI, J.; ZHANG T.; CONG B.; LIU X. 2016. Meiofauna distribution in intertidal sandy beaches along China shoreline (18°–40°N. **Journal Ocean University of China (Oceanic and Coastal Sea Research)**, 15(1):19-27.

- KOTWICKI, L.; DE TROCH, M.; URBAN-MALIGNA B.; GHESKIERE T.; WESLAWSKI J. M. 2005. Horizontal and vertical distribution of meiofauna on sandy beaches of the North Sea (the Netherlands, Belgium, France). **Helgoland Marine Research**, 59:255-264.
- LAMBSHEAD P. J. D.; TIETJEN J.; FERRERO T.; JENSEN, P. 2000. Latitudinal diversity gradients in the deep-sea with special reference to North Atlantic nematodes. **Marine Ecology Progress Series**, 194:159-167.
- KOTWICKI, L., SZYMELFENIG, M., DE TROCH, M., URBAN-MALINGA, B.; WESLAWSKI, J. M., 2005. Latitudinal biodiversity patterns of meiofauna from sandy littoral beaches. **Biodiversity and Conservation**, 14: 461-474.
- LEE, M. R.; RIVEROS, M. 2012. Latitudinal trends in the species richness of free-living marine nematode assemblages from exposed sandy beaches along the coast of Chile (18–42° S). **Marine Ecology**, 33:317-325.
- MARIA, T. F.; VANAVERBEKE, J.; ESTEVES, A. M.; TROCH; M.; VANREUSEL, A. 2012. The importance of biological interactions for the vertical distribution of nematodes in a temperate ultra-dissipative sandy beach. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 97:114-126.
- MARIA, T. F.; VANAVERBEKE, J.; GINGOLD, R.; ESTEVES, A. M.; VANREUSEL, A. 2013. Tidal exposure or microhabitats: what determines sandy-beach nematode zonation? a case study of a macrotidal ridge-and-runnel sandy beach in Belgium. **Marine Ecology**, 34:207-217.
- MARIA, T. F.; VANAVERBEKE, J.; VANREUSEL, A.; ESTEVES, A. M. 2016a. Sandy beaches: state of the art of nematode ecology. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, ISSN 1678-2690.
- MARIA, T. F.; ESTEVES, A. M.; WANDENESS, A. P. 2016b. State of the art of the meiofauna of Brazilian Sandy Beaches. **Brazilian Journal of Oceanography**, 64(sp2):17-26.
- MELO, T. P. G.; ROSA FILHO, J. S., VENEKEY, V. 2013. Marine Nematoda from Ajuruteua beach, Amazon coast, Brazil, **Atlântica**, 35(1):67-70.
- MOKIEVSKY, V.; AZOVSKY, A. 2002. Re-evaluation of species diversity patterns of free-living marine nematodes. **Marine Ecology Progress Series**, 238:101-108.
- NICHOLAS, W. L.; TRUEMAN, J. W. H. 2005. Biodiversity of marine nematodes in Australian sandy beaches from tropical and temperate regions. **Biodiversity and Conservation**, 14:823-839.
- SHORT, A. D. 1991. Macro-meso tidal beach morphodynamics - an overview. **Journal of Coastal Research**, 7(2):417-436.
- SOLTWEDEL, T. 2000. Metazoan meiobenthos along continental margins: a review. **Progress in Oceanography**, 46:59-84.
- VENEKEY, V.; FONSECA-GENEVOIS, V. G.; SANTOS, P. J. P. 2010. Biodiversity of free-living marine nematodes on the coast of Brazil: a review. **Zootaxa**, 2568:39-66.
- VENEKEY, V.; GHELLER, P. F.; MARIA, T. F.; BRUSTOLIN, M. C.; KARDRATAVICIUS, N.; VIEIRA, D. C.; BRITO, S.; SOUZA, G. S. 2014. The state of the art of Xyalidae (Nematoda, Monhystera) with reference to the Brazilian records. **Marine Biodiversity**, 44:367-390.
- WARWICK, R. M.; CLARKE K. R. 1998. Taxonomic distinctness and environmental assessment. **Journal of Applied Ecology**, 35: 523–543.



**Anexo 2.1:** Lista taxonômica dos gêneros e espécies de Nematoda encontrados nas praias arenosas de macromaré numa escala global. Os números representam o local onde elas foram encontradas.

(1) De Panne/Bélgica Gheskiere et al. 2002 (2) De Panne/Bélgica Gheskiere et al. 2004 (3) El Tornillal/México Gingold et al. 2010 (4) El Tornillal/México Gingold et al. 2011 (5) De Panne/Bélgica Maria et al. 2012 (6) De Panne/Bélgica Maria et al. 2013 (7) Ajuruteua/Brasil Melo et al. 2013 (8) Algodual/Brasil Melo et al. (dados não publicados). De Panne - praia Dissipativa (1) e Ultradissipativa (2), (5) e (6); El Tornillal – praia Dissipativa (3) e (4); Ajuruteua – praia Dissipativa (6); Algodual / Caixa d' Água – praia Dissipativa (8.1); Algodual / Farol – praia intermediária (8.2) e Algodual / Princesa – praia Dissipativa (8.3).

## Phylum Nematoda

### Class Enoplea

#### Subclass Enoplia

#### Order Enoplida

##### Suborder Enoplina

##### Family Thoracostomopsidae

*Enoploides* Ssaweljev, 1912 (3) (4) (8.1)

*Enoplolaimus* de Man, 1893 (8.3)

*Enoplolaimus litoralis* Schulz, 1936 (1) (2) (5) (6)

*Enoplolaimus longicaudatus* Southern, 1914 (1)

*Enoplolaimus propinquus* De Man, 1922 (1)

*Epacantion* Wieser, 1953 (3) (8.1; 8.2)

*Mesacanthion* Filipjev, 1927 (5) (6) (7) (8.1; 8.2; 8.3)

*Mesacanthion hirsutum* Gerlach, 1953 (1)

*Oxyonchus* Filipjev, 1927 (3)

*Trileptium* Cobb, 1933 (5) (8.2)

##### Family Phanodermatidae

*Phanodermopsis* Ditlevsen, 1926 (1)

##### Family Anoplostomatidae

*Anoplostoma* Bütschli, 1874 (7)

*Chaetonema* Filipjev, 1927 (8.1; 8.2)

*Chaetonema riemanni* Platt, 1973 (1) (6)

##### Suborder Oncholaimina

##### Family Oncholaimidae

*Adoncholaimus* Filipjev, 1918 (1) (8.1; 8.2; 8.3)

*Metoncholaimus* Filipjev, 1918 (1) (3) (4) (7) (8.1; 8.2; 8.3)

*Oncholaimellus* De Man, 1890 (8.1; 8.2; 8.3)

*Oncholaimellus calvadosicus* De Man, 1890 (1) (2) (5) (6)

*Oncholaimus* Dujardin, 1845 (7) (8.1; 8.2; 8.3)

*Oncholaimus dujardini* De Man, 1878 (5) (6)

*Pontonema* Leidy, 1855 (8.1; 8.2; 8.3)

*Viscosia* De Man, 1890 (3) (5) (6) (7) (8.1; 8.2; 8.3)

#### Family Enchelidiidae

*Belbolla* Andr ssy, 1973 (8.1)

*Calyptronema* Marion, 1870 (8.2)

*Calyptronema maxweberi* De Man, 1922 (1) (2)

*Eurystomina* Filipjev, 1921 (8.2; 8.3)

*Polygastrophora* De Man, 1922 (8.2)

#### Suborder Ironina

##### Family Ironidae

*Syringolaimus* De Man, 1888 (8)

*Trissonchulus* Cobb, 1920 (1) (6) (7) (8.2; 8.3)

*Thalassironus* De Man, 1889 (7) (8.2)

##### Family Oxystominidae

*Halalaimus* De Man, 1888 (5) (8.1; 8.2; 8.3)

*Oxystomina* Filipjev, 1921 (7) (8.1; 8.2; 8.3)

*Thalassoalaimus* de Man, 1893 (8.1)

##### Family Leptosomatidae

*Platycomopsis* Ditlevsen 1926 (8.2)

#### Suborder Tripyloidina

##### Family Tripyloididae

*Bathylaimus* Cobb, 1894 (5) (6) (7) (8.1; 8.2; 8.3)

*Bathylaimus paralongisetosus* Sch. Stekhoven & De Coninck, 1933

(1)

*Tripyloides* de Man, 1886 (6) (8.1; 8.2; 8.3)

#### Suborder Trefusiida

##### Fam lia Trefusiidae

*Cyatolaimium* Cobb, 1920 (8.2)

*Rhabdocoma* Cobb, 1920 (1) (6) (8.1; 8.2)

*Rhabdodemia* Baylis & Daubney, 1926 (1)

*Trefusia* De Man, 1893 (1) (5) (6) (8.1; 8.2; 8.3)

#### Suborder Alaimina

##### Family Alaimidae

*Paramphidelus* Andrásy, 1977 (8.2)

Suborder Tripyloidina

Family Rhabdodemanidae

*Rhabdodemia* Baylis & Daubney, 1926 (8.2)

### **Order Triplonchida**

Family Pandolaimidae

*Pandolaimus* Allgén, 1929 (8.2)

### **Class Chromadorea**

#### **Subclass Chromadoria**

#### **Order Chromadorida**

Suborder Chromadorina

Family Neotonchidae

*Nannolaimus* Cobb, 1920 (1)

Family Chromadoridae

*Acantholaimus* Allgén, 1933 (6)

*Actinonema* Cobb, 1920 (3) (4) (8.1; 8.2)

*Chromadora* Bastian, 1865 (8.2; 8.3)

*Chromadora axi* Gerlach, 1951 (5) (6)

*Chromadorella* Filipjev, 1918 (8.3)

*Chromadorella salicaliensi* (6)

*Chromadorina* Filipjev, 1918 (3) (8.1)

*Chromadorita* Filipjev, 1922 (3) (4) (5) (6) (7) (8.1; 8.2; 8.3)

*Chromadorita nana* Lorenzen, 1973 (1) (2)

*Dichromadora* Kreis, 1929 (3) (5) (6) (8.1; 8.2; 8.3)

*Dichromadora abnormis* Gerlach, 1953 (1)

*Dichromadora hyalocheile* De Coninck & Stekhoven, 1933 (1)

*Endeolophus* Boucher, 1976 (7) (8)

*Hypodontolaimus* De Man, 1886 (5) (6) (8.2; 8.3)

*Neochromadora* Micoletzky, 1924 (3) (7) (8.1; 8.2; 8.3)

*Neochromadora munita* Lorenzen, 1971 (5) (6)

*Nygmatochus* Cobb, 1933 (7) (8)

*Parachromadorita* Blome, 1974 (1) (2) (7) (8)

*Prochromadorella* Blome, 1974 (3) (7) (8)

*Prochromadorella ditlevensi* (de Man, 1922) Wieser, 1954 (1)

*Ptycholaimellus* Cobb, 1920 (5) (8.2; 8.3)

*Rhips* Cobb, 1920 (8.3)

*Spilophorella* Filipjev, 1917 (5) (6)

*Spilophorella candida* Gerlach, 1951 (1) (2)

*Steineridora* Inglis, 1969 (8.3)

*Trochamus* Boucher & Bovée, 1972 (7) (8.1; 8.2; 8.3)

Family Cyatholaimidae

*Cyatholaimus* Bastian, 1865 (8.2)

*Longicyatholaimus* Micoletzky, 1924 (8.1; 8.2; 8.3)

*Marylynnia* Hopper, 1977 (4) (6) (8.1; 8.2; 8.3)

*Nannolaimoides* Ott, 1972 (3) (8.2)

*Metacyatholaimus* Stekhoven, 1942 (8.1; 8.2; 8.3)

*Paracanthonchus* Micoletzky, 1924 (7) (8.1; 8.2; 8.3)

*Paracanthonchus thaumasius* Schulz, 1932 (1) (2) (5) (6)

*Paracyatholaimus* Micoletzky, 1922 (5) (6) (8.1; 8.2; 8.3)

*Paracyatholaimus pentodon* Riemann, 1966

*Paralongicyatholaimus* Stekhoven, 1942 (8.1; 8.2)

*Pomponema* Cobb, 1970 (3) (4) (5) (6) (8.1; 8.2; 8.3)

*Pomponema elegans* Lorenzen, 1972 (1)

*Pomponema multipapilatum* Filipjev, 1922 (1)

Family Selachinematidae

*Cheironchus* Cobb, 1917 (8.1; 8.2; 8.3)

*Choniolaimus* Ditlevsen, 1918 (1)

*Gammanema* Cobb, 1920 (3) (4) (5) (6) (8.1; 8.2; 8.3)

*Gammanema conicauda* Gerlach, 1953 (1)

*Halichoanolaimus* De Man, 1886 (1) (8.2; 8.3)

*Latronema* Wieser, 1954 (3) (7)

*Richtersia* Steiner, 1916 (3) (4) (6)

*Synonchiella* Cobb, 1933 (6) (8.2; 8.3)

*Synonchiella riemanni* Warwick, 1970 (1)

*Synonchium* Cobb, 1920 (8.2; 8.3)

Family Tarvaiidae

*Tarvaia* Allgén, 1934 (1) (5) (7) (8.1)

Family Neotonchidae

*Gomphonema* Wieser & Hopper, 1966 (8.1; 8.2)

*Neotonchus* Cobb, 1933 (1) (8.2)

Family Paramicrolaimidae

*Paramicrolaimus* Wieser, 1954 (8.1; 8.2)

Family Haliplectidae

*Haliplectus* Cobb, 1913 (8.1; 8.2; 8.3)

## Suborder Leptolaimina

## Family Leptolaimidae

*Camacolaimus* (5) (6)*Diodontolaimus* Southern, 1914 (8.1)*Procamacolaimus* Gerlach, 1954 (8.1)*Leptolaimus* De Man, 1876 (5) (6)*Leptolaimus ampullaceus* Warwick, 1970 (1)*Leptonemella* (5) (6)*Leptonemella aphanothecae* Gerlach, 1950 (1)*Stephanolaimus* Ditlevsen, 1914 (5) (6)

Unidentified genus (8.2; 8.3)

**Order Desmodorida**

## Suborder Desmodorina

## Family Desmodoridae

*Catanema* Cobb, 1920 (3) (8.1; 8.3)*Chromaspirina* Filipjev, 1918 (3) (8.1)*Chromaspirina pontica* Filipjev, 1918 (5) (6)*Chromaspirina inglisi* Warwick, 1970 (5) (6)*Chromaspirina parapontica* Luc & De Conink, 1959 (1)*Desmodora* De Man, 1989 (3) (4) (7) (8.1; 8.2)*Eubostrichus* Greef, 1869 (8.2)*Metachromadora* Filipjev, 1918 (3) (4) (5) (6) (7) (8.1; 8.2; 8.3)*Molgolaimus* Ditlevsen, 1921 (5) (8.1; 8.2)*Onyx* Cobb, 1891 (6)*Onyx perfectus* Cobb, 1891 (1) (2)*Polysigma* Cobb, 1920 (7) (8)*Pseudochromadora* Daday, 1899 (8.1)*Pseudonchus* Cobb, 1920 (6)*Pseudonchus deconincki* Warwick, 1969 (1)*Sigmophoranema rufum* Cobb, 1933 (5) (6)*Spirinia* Gerlach, 1963 (4) (5) (8.1; 8.2)*Spirinia laevis* bastian, 1865 (1)

## Family Monoposthiidae

*Monoposthia* de Man, 1889 (7) (8.1; 8.2)*Monoposthia costata* Bastian, 1865 (1)*Monoposthia mirabilis* Schuktz, 1932 (1) (2) (5) (6)*Nudora* Cobb, 1920 (7) (8.1; 8.2; 8.3)

*Rhinema* Cobb, 1920 (7) (8.1)

Family Microlaimidae

*Bolbolaimus* Cobb, 1920 (8.3)

*Bolbolaimus crassiceps* Gerlach, 1953 (5) (6)

*Calomicrolaimus monstrosus* (Gerlach, 1953) Vincx, 1981 (1)

*Microlaimus* De Man, 1880 (3) (4) (5) (6) (7) (8.1; 8.2; 8.3)

*Microlaimus conspicuus* Lorenzen, 1973 (1)

*Microlaimus ostracion* Stekhoven, 1935 (1)

Family Epsilonematidae

*Perepsilonema* Lorenzen, 1973 (4)

**Order Desmoscolecida**

Family Cyartonematidae

*Cyartonema* Cobb, 1920 (3) (8.1; 8.2; 8.3)

*Cyartonema elegans* Jayasree & Warwick, 1977 (1) (2)

Family Desmoscolecidae

*Desmoscolex* Claparède, 1863 (8.1; 8.2)

*Tricoma* Cobb, 1893 (3) (4)

**Order Monhysterida**

Suborder Monhysterina

Family Monhysteridae

*Monhystera* Bastian, 1865 (1)

Family Siphonolaimidae

*Siphonolaimus* De Man, 1893 (1)

Family Sphaerolaimidae

*Metasphaerolaimus* Gourbault & Boucher, 1981 (8.1)

*Sphaerolaimus* Bastian, 1865 (8.2)

Family Xyalidae

*Ammotheristus* Lorenzen, 1977 (1) (5) (8.2; 8.3)

*Cobbia* De Man, 1907 (3)

*Daptonema* Cobb, 1920 (2) (3) (7) (8.1; 8.2; 8.3)

*Daptonema normandicum* De Man, 1890 (1) (2) (5) (6)

*Daptonema hirsutum* Vitiello, 1967 (1)

*Daptonema stylosum* Lorenzen, 1973 (1)

*Daptonema tenuispiculum* Ditlevsen, 1918 (1)

*Elzalia* Gerlach, 1957 (8.1; 8.3)

*Gonionchus* Cobb, 1920 (7) (8.2; 8.3)

*Gnomoxyala* Lorenzen, 1977 (8.2)

- Linhystera* Juario, 1974 (8.2)
- Metadesmolaimus* Stekhoven, 1935 (5) (6) (7) (8.2)
- Metadesmolaimus gelana* Lorenzen, 1977 (1)
- Metadesmolaimus pandus* Lorenzen, 1972 (1)
- Ormicronema* Cobb, 1920 (7) (8.1; 8.2; 8.3)
- Paramonohystera* Steiner, 1916 (8.2)
- Paramonhystera* Steiner, 1916 (1)
- Promonhystera* Wieser, 1956 (8.1; 8.2; 8.3)
- Promonhystera faber* Wieser, 1956 (1) (5) (6)
- Prorhynchonema* Goubault, 1982 (7) (8.1; 8.2; 8.3)
- Pseudosteineria* Wieser, 1956 (7) (8.1; 8.2; 8.3)
- Rhynchonema* Cobb, 1920 (1) (3) (4) (5) (6) (7) (8.1; 8.2; 8.3)
- Scaptrella* Cobb, 1917 (8.2; 8.3)
- Steineria* Micoletzky, 1922 (8.1)
- Stylotheristus* Lorenzen, 1977 (3) (8.1; 8.2; 8.3)
- Theristus* Bastian, 1865 (3) (5) (6) (7) (8.1; 8.2; 8.3)
- Theristus interstitialis* Warwick, 1970
- Trichotheristus* Wieser, 1956 (1) (7) (8.1; 8.2; 8.3)
- Trichotheristus mirabilis* Sch. Stekhoven & De Coninck, 1933 (5) (6)
- Xenolaimus* Cobb, 1920 (1) (7) (8.3)
- Xyala* Cobb, 1920 (3) (4) (7) (8.1; 8.2; 8.3)
- Xyala striata* Cobb, 1920 (1) (5) (6)

#### Family Linhomoeidae

- Disconema* Filipjev, 1918 (8.1)
- Eleutherolaimus* Filipjev, 1922 (6)
- Eumorpholaimus* Schulz, 1932 (6)
- Eumorpholaimus sabulicolus* Schultz, 1932 (1)
- Linhomoeus* Bastian, 1865 (8.1; 8.3)
- Megadesmolaimus* Wieser, 1954 (8.1; 8.2; 8.3)
- Metalinhomoeus* De Man, 1907 (1) (8.1; 8.2)
- Paralinhomoeus* De Man, 1907 (1) (6) (8.1; 8.2; 8.3)
- Terschellingia* De Man, 1888 (1) (5) (6) (8.1; 8.2; 8.3)

### Order Araeolaimida

#### Family Axonolaimidae

- Ascolaimus* Ditlevsen, 1919 (7) (8.1; 8.2; 8.3)
- Ascolaimus elongatus* Butschli, 1874 (1) (5) (6)
- Axonolaimus* De Man, 1889 (5) (7) (8)

*Axonolaimus helgolandicus* Lorenzen, 1972 (1) (2)

*Axonolaimus orcombensis* Warwick, 1970 (1)

*Odontophora* Butschli, 1874 (3) (4) (5) (6) (7) (8.1; 8.2; 8.3)

*Odontophora phalarata* Lorenzen, 1972 (1) (2)

*Odontophora rectangula* Lorenzen, 1972 (1) (2)

*Odontophora ornata* Lorenzen, 1972 (1)

*Odontophoroides* Boucher & Helléouët, 1977 (5) (6)

*Parodontophora* Timm, 1963 (8.1; 8.2; 8.3)

*Pseudolella* Cobb, 1920 (8.2)

*Synodontium* Cobb, 1920 (6)

#### Family Comesomatidae

*Comesoma* Bastian, 1865 (1) (8.2)

*Paracomesoma* Hope & Murphy, 1972 (3)

*Sabatieria* Rouville, 1903 (5) (6) (8.1; 8.2; 8.3)

*Sabatieria celina* Southern, 1914 (1)

*Sabatieria longispinosa* Lorenzen, 1972 (1)

*Setosabatieria* Platt, 1985 (6) (8.2; 8.3)

#### Family Coninckiiidae

*Coninckia* Gerlach, 1956 (1) (8.2; 8.3)

#### Family Diplopeltidae

*Campylaimus* Cobb, 1920 (8.2; 8.3)

*Diplopeltula* Gerlach, 1950 (8.1; 8.2)

*Southerniella* Allgén, 1932 (1) (6)

### Ordem Plectida

#### Family Aegialoalaimidae

*Aegialoalaimus* De Man, 1907 (1) (8.1; 8.2; 8.3)

*Diplopeltoides* Gerlach, 1962 (5) (8.1; 8.3)

*Southernia* Allgén, 1929 (5) (6) (8.1; 8.2)

#### Family Camacolaimidae

*Setostephanolaimus* Tchesunov, 1994 (6)

*Stephanolaimus elegans* Ditlevsen, 1918 (1)

#### Family Ceramonematidae

*Ceramonema* Cobb, 1920 (3) (4) (7) (8.2; 8.3)

*Dasydemoides* Chitwood, 1936 (7) (8.1; 8.2; 8.3)

*Metadasydemella* De Coninck, 1942 (7) (8.2)

*Metadasydemoides* Haspelslagh, 1973 (7) (8.1; 8.2; 8.3)

*Pselionema* Cobb, 1933 (7) (8.1; 8.3)



**Order Rhabditida****Suborder Rhabditina***Pellioditis marina* Bastian, 1865 (2)

## Suborder Tylenchina

Family Cephalobidae

*Acrobeles* Linstow, 1877 (8.3)

## Suborder Rhabditina

Family Rhabditidae

*Rhabditis Dujardin* 1845 (1) (5)**Subclass Dorylaimia****Order Dorylaimida**

## Suborder Dorylaimina

Family Leptonchidae

Unidentified genus (8.3)

## Suborder Nygolaimina

Family Nygolaimidae

*Nygolaimus* Cobb, 1913 (8.3)

Family Dorylaimidae

*Mesodorylaimus* Andr assy, 1959 (8.3)

Family Qudsianematidae

*Eudorylaimus* Andr assy, 1959 (8.3)

Family Aporcelaimidae

*Aporcelaimellus* Heyns, 1965 (8.2; 8.3)

Family Thorniidae

Unidentified genus (8.2; 8.3)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos sobre meiofauna e particularmente sobre os Nematoda na zona costeira amazônica são de suma importância uma vez que a região possui características singulares comparadas a outras regiões costeiras do país e do mundo, como regime de macromarés, elevada precipitação anual, altas temperaturas, descarga de dezenas de estuários e do maior rio do mundo, o rio Amazonas, que representa 16% de água doce descarregada nos oceanos.

No presente estudo características peculiares, como temperatura elevada, descarga do rio Marapanim e alta precipitação pluviométrica que resultou na variação brusca da salinidade refletiram diretamente na comunidade da meiofauna e nas associações dos gêneros de Nematoda. Tais características meteorológicas e oceanográficas da região Amazônica levam-nos a refletir que os níveis de exposição a ação das ondas e marés nas praias são mais importantes como modificadores da estrutura da meiofauna/Nematoda que os estágios morfodinâmicos das praias, este último visto como modificador da fauna em regiões de micro e mesomarés.

As praias sob influência dos rios adjacentes apresentaram uma estrutura de fauna diferente da encontrada na praia oceânica além de gêneros característicos de cada praia. Neste sentido também estão inseridos os gêneros de água doce. Tais registros de gêneros merecem ser estudados com mais atenção em estudos futuros haja vista a grande influência dos rios e estuários da região. Embora as análises feitas ao nível de gêneros da nematofauna nas praias de Algodal tenham sido satisfatórias ao objetivo do estudo ressaltamos a importância da determinação taxonômica mais específica para uma melhor compreensão da diversidade assim como para encontrar respostas em níveis específicos dos gêneros dominantes dos Nematoda.

Quanto a revisão literária entende-se que são necessários mais estudos para obtermos conclusões mais contundentes sobre a meiofauna/Nematoda de praias arenosas de macromaré, porém o esforço obtido nesse estudo mostrou sua relevância.