



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

PÂMELA DA SILVA BEZERRA

COMPOSIÇÃO DA NEMATOFUNA EM UMA PRAIA URBANA
TROPICAL IMPACTADA POR EFLUENTES DE ESGOTO

RECIFE
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

COMPOSIÇÃO DA NEMATOFUNA EM UMA PRAIA URBANA
TROPICAL IMPACTADA POR EFLUENTES DE ESGOTO

PÂMELA DA SILVA BEZERRA

Monografia apresentada à
Coordenação do curso de Bacharelado
em Ciências Biológicas, sob orientação
da professora Betânia Cristina
Guilherme, da Universidade Federal
Rural de Pernambuco, e co-orientação
do Me. Mário Guimarães da Silva
Filho, da Universidade Federal Rural
de Pernambuco, como requisito para
obtenção do título de Bacharel em
Ciências Biológicas, de acordo com as
exigências.

RECIFE
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- B574c Bezerra, Pâmela da Silva
Composição da nematofauna em uma praia urbana tropical impactada por efluentes de esgoto / Pâmela da Silva Bezerra. - 2022.
38 f. : il.
- Orientadora: Betania Cristina Guilherme.
Coorientador: Mario Guimaraes da Silva Filho.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Ciências Biológicas, Recife, 2022.
1. meiofauna. 2. nematoda. 3. grupo trófico. 4. maturação. 5. granulometria. I. Guilherme, Betania Cristina, orient. II. Filho, Mario Guimaraes da Silva, coorient. III. Título

PÂMELA DA SILVA BEZERRA

Composição da nematofauna em uma praia urbana tropical impactada por efluentes de esgoto

Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, de acordo com as exigências.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Betânia Cristina Guilherme.

Co-orientador: Me. Mário Guimarães da Silva Filho.

Aprovado em 07 de outubro de 2022.

Comissão Examinadora:

Prof^a. Dra. Betânia Cristina Guilherme
(UFRPE)
(TITULAR)

Prof. Dr. Mauro Melo Junior
(UFRPE)
(MEMBRO INTERNO)

Msc. Sebastião Tilbert Ângelo da Silva
(UFPB)
(MEMBRO EXTERNO)

Swane Sâmia de Moraes Reis (UFRPE)
(SUPLENTE)

RECIFE
2022

Sumário

RESUMO	7
ABSTRACT	8
INTRODUÇÃO	9
MÉTODOS	10
RESULTADOS	13
DISCUSSÃO.....	27
CONCLUSÃO	31
CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES	31
REFERÊNCIAS	31

COMPOSIÇÃO DA NEMATOFUNA EM UMA PRAIA URBANA
TROPICAL IMPACTADA POR EFLUENTES DE ESGOTO.

Pâmela da Silva Bezerra¹, Mário Guimarães da Silva Filho¹, Betânia Cristina Guilherme^{1*}

1. Laboratório de Estudos Meiofaunísticos e Socioambientais (LEMS), Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

1*. Corresponding author: betania.cguilherme2@ufrpe.br

Revista alvo: Ocean and Coastal Research

Composição da Nematofauna em uma praia urbanatropical impactada por efluentes de esgoto

Pâmela Bezerra¹, Mário Filho¹, Betânia Guilherme^{1*}

¹ Laboratório de Estudos Meiofaunísticos e Socioambientais (LEMS), Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

* Corresponding author: betania.cguilherme2@ufrpe.br

RESUMO

As praias arenosas apresentam processos hidrodinâmicos complexos e são ambientes muito utilizados para turismo e recreação. O espaço intersticial fornece habitat para os organismos do Filo Nematoda, considerado o mais abundante em ecossistemas bentônicos de fundo inconsolidado. Sua distribuição tende a sofrer interferência, principalmente, da granulometria, além de outros fatores. O presente estudo investigou a composição da nematofauna em uma praia urbana tropical impactada por efluentes de esgoto, para testar duas hipóteses de que: 1) A estrutura da comunidade da nematofauna sofre influência das características granulométricas e 2) que a composição da nematofauna na praia de Barra de Jangada apresenta diferenças temporais, considerando os grupos tróficos e estágios de maturação. As coletas foram realizadas nos meses de julho (período chuvoso) e setembro (período seco) de 2020. Em cada uma foram estabelecidos dois transectos, sendo um deles localizado próximo a uma saída de esgoto ao longo da zona entremarés e o outro distante em 100 metros. Em cada transecto foram marcados quatro pontos de amostragem, onde foram obtidas réplicas biossedimentológicas e para análise granulométrica. As amostras foram triadas e os nematoides identificados em nível de gênero. O sedimento foi classificado predominantemente como areia fina moderadamente bem selecionada. Registramos 42 gêneros, pertencentes a 20 famílias, sendo Xyalidae a mais representativa, com maior abundância e riqueza de gêneros. Os gêneros *Promonhystera*, *Theristus*, *Mesacanthion*, *Paracanthionchus* e *Pseudosteineria* representaram mais de 90% das amostras. A maior riqueza encontrada ocorreu na estação seca e, considerando os transectos, o primeiro apresentou maior diversidade. A região do mediolitoral superior teve a menor diversidade entre as zonas, em ambos os meses. A PERMANOVA indicou diferenças significativas nas comunidades e o DistLM demonstrou que a granulometria influencia significativamente na composição da comunidade. O grupo trófico mais abundante foi de comedores de depósito não-seletivos. Os juvenis foram dominantes nos dois períodos.

Palavras-chave: meiofauna; nematoda; grupo trófico; maturação; granulometria

ABSTRACT

Sandy beaches have complex hydrodynamic processes and they are widely used for tourism and recreation. The interstitial space provides habitat for organisms of the Phylum Nematoda, considered the most abundant in unconsolidated bottom benthic ecosystems. The distribution tends to suffer interference, mainly, from granulometry, in addition to other factors. The present study investigated the nematofauna composition on a tropical urban beach impacted by sewage effluents, to test two hypotheses: 1) the structure of the nematofauna community is influenced by granulometric characteristics and 2) the nematofauna composition on the beach of Barra de Jangada presents temporal differences, considering the trophic groups and maturation stages. The collections were carried out in the months of July (rainy season) and September (dry season) of 2020. In each one, two transects were established, one of them located close to a sewage along the intertidal zone and the other distant at 100 meters. In each transect, four sampling points were marked, then biosedimentological replicas and for granulometric analysis were collected. Samples were screened and nematodes identified at the genus level. The sediment was predominantly classified as moderately well sorted fine sand. We recorded 42 genera, belonging to 20 families, Xyalidae being the most representative, with greater abundance and richness of genera. The genera Promonhystera, Theristus, Mesacanthion, Paracanthionchus and Pseudosteineria represented more than 90% of the samples. The greatest richness found occurred in the dry season and, considering the transects, the first one showed greater diversity. The upper midlittoral region had the lowest diversity between the zones in both months. PERMANOVA indicated significant differences in communities and DistLM showed that granulometry significantly influences community composition. The most abundant trophic group was non-selective deposit eaters. Juveniles were dominant in the both periods.

Keywords: meiofauna; nematode; trophic group; maturation; granulometry

INTRODUÇÃO

Praias arenosas representam o sistema entremaré de maior extensão (SHORT e WRIGHT, 1983), além de serem o ecossistema mais frequentado no mundo (SUCIU, 2017). São ambientes dinâmicos e sua estrutura é caracterizada, sobretudo, pela interação entre energia das ondas, marés e regimes de vento, o que proporciona a dissipação dessa energia no transporte de areia, e graças a isso são considerados locais altamente resilientes (MCLACHLAN et al., 2018; MCLACHLAN e DEFEO, 2018).

Apesar de representarem dois terços da costa sem gelo do mundo, e de constituírem importantes zonas de recreação e amortecimento da costa contra o mar, o estudo biológico de praias arenosas ainda é defasado, se comparado a costões rochosos e outros ecossistemas costeiros (MCLACHLAN, 1983; DAVIES, 1980; MCLACHLAN e DEFEO, 2018).

O espaço intersticial é constituído de poros, os quais são formados pela compactação dos grãos de areia (MCLACHLAN e DEFEO, 2018). Esses espaços funcionam como habitat para uma gama de organismos, incluindo a meiofauna, definida como metazoários que passam por uma malha de 500 μm , mas ficam retidos numa malha de 44 μm , possuindo íntima associação com o sedimento de ambientes aquáticos (GIERE, 2009; BALSAMO et al., 2010).

A meiofauna possui representantes de quase todos os filos de invertebrados (GIERE, 2009), entre eles o mais abundante em ambientes bentônicos de fundo não consolidado é o filo Nematoda (BALSAMO et al., 2010), que pode compor mais de 90% da fauna marinha de metazoários do meiobentos (COULL, 1988). Estima-se que três quartos dos animais do planeta pertencem a este filo (HEIP et al., 1985), embora apenas 14% dos nematoides de vida livre sejam conhecidos (APPELTANS et al., 2012). Uma das razões de seu sucesso ecológico é a variedade morfológica de tipos bucais (BOUWMAN, 1983), que podem ser divididos de acordo com o respectivo mecanismo de alimentação, são eles: comedores de depósito seletivos (1A), comedores de depósito não seletivos (1B), comedores de epistrato (2A) e predadores e onívoros (2B) (WIESER, 1953).

Diversos fatores podem influenciar a disposição e distribuição das comunidades da nematofauna, entre eles, matéria orgânica (MOENS et al., 1999), oxigênio dissolvido (STEYAERT et al., 2007), temperatura, pH, salinidade (BOADEN, 1963; GIERE, 2009), disponibilidade de alimento (VANHOVE et al., 1999) e granulometria, sendo essa última destacada como uma das mais importantes por estar relacionada a dominância de determinados gêneros e famílias (FONSECA et al. 2014; URBAN-MALINGA et al., 2014; BEZERRA et al., 1997). Além disso, apresentam variações em seu padrão de distribuição a depender do período

climático (seco/chuvoso), sendo a precipitação o principal agente influenciador (INGOLE e PARULEKAR, 1998; VENEKEY et al., 2014; BAIA e VENEKEY, 2019).

O grupo Nematoda é sensível não só à variações naturais no ambiente, como também a diferentes tipos de impactos antropogênicos (MOORE e BETT, 1989), como à recreação, poluição e urbanização que são alguns dos principais estressores humanos nas praias (DEFEO et al., 2009; SCHLACHER et al., 2015). São consideradas praias urbanas aquelas próximas a conjuntos estruturais urbanos, como calçadões, prédios, amuradas, pistas de rolamento e equipamentos esportivos e de lazer, que compõem a paisagem juntamente à praia (CORIOLANO, 2007)

Esse tipo de praia é amplamente utilizada e ocupada pelas populações locais e também visitantes, sofrendo influência humana direta (COSTA et al., 2008). Alguns estudos demonstram que a simples presença de pessoas pode afetar a estrutura física e química do ambiente e, conseqüentemente, as comunidades bentônicas (MARTÍNEZ, et al., 2020; GHESKIERE et al., 2005; SKÓRCZEWSKI, et al., 2012; VELOSO et al., 2006; SÁNCHEZ-QUILES e TOVAR-SÁNCHEZ, 2015).

Descargas de esgoto também são uma perturbação comum em ambientes costeiros marinhos, sobretudo em países em desenvolvimento (MARIA et al., 2016) e demonstraram provocar mudanças significativas na estrutura da assembleia da meiofauna (FRASCHETTI et al., 2006; VIDA KOVIC, 1983; ANSARI et al., 1984; SANDULLI e DE NICOLA, 1991; DEMING et al., 2014; BERTOCCI et al., 2019). Nesse contexto, o presente estudo investigou a estrutura da nematofauna em uma praia urbana tropical impactada por efluentes de esgoto, para testar duas hipóteses de que: 1) a estrutura da comunidade da nematofauna sofre influência das características granulométricas e 2) que a composição da nematofauna na praia de Barra de Jangada apresenta diferenças temporais, considerando os grupos tróficos e estágios de maturação.

MÉTODOS

A área de estudo corresponde à praia de Barra de Jangada, que fica localizada no município de Jaboatão dos Guararapes, situado ao sul do estado de Pernambuco, na Região Metropolitana a praia está localizada, sofre ao longo dos anos com problemas como lançamentos de esgoto não tratado e ocupação urbana desordenada no pós-praia (MANSO et al., 1995).

A zona costeira de Pernambuco é classificada como sendo do tipo meso-maré dominada por ondas e com interferência constante de ventos alísios (GOIS, 2011). A praia

apresenta cobertura sedimentar composta por areia quartzosa com matéria calcária de origem orgânica, onde afloram linhas de recifes de arenito durante a baixa-mar (COELHO- SANTOS, 1993), os quais funcionam como uma proteção contra a ação das marés mais altas e fortes (BORBA, 1999) e está localizada próximo à desembocadura do estuário do rio Jaboatão.

Segundo o INMET (2015), o clima da região é caracterizado como uma zona intertropical ou tropical úmida, com altas temperaturas durante a maior parte do ano, e chuvas durante o outono e inverno (SUDENE, 1973 Apud LIMA et al., 2018). A vegetação predominante inclui perenifólia de restinga, manguezais, formações de praia e campos de várzea (BORBA, 1999).

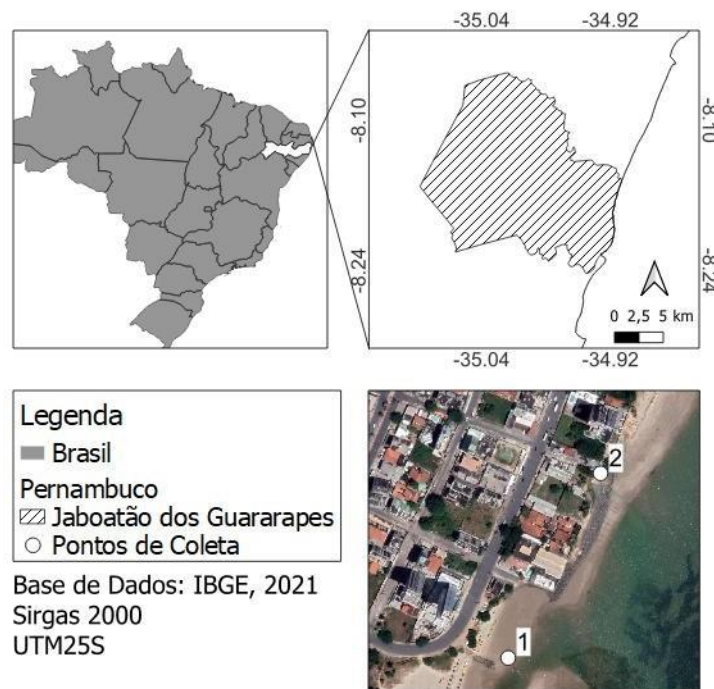


Figura 01: Mapa da área de estudo

As coletas foram realizadas em duas estações do ano em 2020 consideradas como períodos chuvoso (julho) e seco (setembro). Foram estabelecidos dois transectos perpendiculares à linha d'água e equidistantes em 100 metros (T1 e T2), seguindo o número de transectos descritos para estudos de monitoramento (GUELLER E CORBISIER, 2022) para minimizar o esforço amostral na pesquisa. As coletas foram realizadas na praia de Barra de Jangada/PE durante a maré baixa e em cada transecto foram demarcados quatro pontos de coleta, sendo eles: mediolitoral superior (MS), mediolitoral médio (MM), mediolitoral inferior (MI) e infralitoral raso (INFRA), sendo o último com 50 cm de profundidade. Destacamos que

o transecto 2 foi prospectado próximo a uma área com descarga de esgoto doméstico (Figura 02).



Figura 02: Pontos de coleta (1 e 2, figuras A e B, respectivamente) na praia de Barra de Jangada –PE (Fonte: Betânia Cristina Guilherme).

Em cada ponto foram coletadas três réplicas de sedimento utilizando um testemunhador cilíndrico de PVC tipo *-corer* com 9,6 cm de área interna, seguindo a metodologia de Hullings e Gray (1976), inserido nos primeiros 10cm de profundidade, para análise biosedimentológica. O material foi acondicionado em potes plásticos identificados e fixado com formol a 4% e adequadamente identificadas com etiqueta para posterior análise em laboratório. Para análises granulométricas, as coletas foram realizadas seguindo a mesma metodologia aplicada para as amostras biosedimentológicas, porém sem a adição da solução com formol.

Em laboratório, foi realizada a triagem da meiofauna seguindo a metodologia de Boisseau (1957) tendo o material elutriado manualmente e vertido para as peneiras geológicas sobrepostas, sendo a superior de 500 μ m e a inferior de 45 μ m, e a meiofauna retida entre elas foi levada ao estereomicroscópio para identificação em nível de grandes grupos zoológicos.

Para essa pesquisa foram retirados os 100 primeiros nematoides encontrados e no caso de amostras que apresentaram menos de 100 indivíduos, foram retirados todos que estavam presentes para identificação ao nível de gênero, os quais passaram por um processo de diafanização usando soluções com glicerol-etanol, de acordo com o método proposto por De Grisse (1969). Finalizada a etapa de diafanização, foram preparadas as lâminas permanentes com os indivíduos, seguindo uma adaptação da metodologia de Cobb (1917).

Após todo processo para montagem das lâminas, os indivíduos foram identificados através do uso do microscópio óptico em nível de gênero, utilizando-se as chaves pictóricas

parte III - Monhysterids de Warwick et al. (1998), Handbook of Zoology (2014), Guilini et al. (2017) (Sistema de informação on-line NeMys) e Abebe et al. (2006).

As análises granulométricas seguiram a metodologia de Suguio (1973), na qual as amostras passaram pelos processos de secagem, lavagem, para remoção de sais solúveis em água, e quarteação manual. Posteriormente, 50g de cada amostra foram levadas ao rotap para separação das partículas por tamanho, utilizando-se peneiras de 2.00 mm, 1.00 mm, 500 μ m, 250 μ m, 125 μ m e 63 μ m. Os resultados foram processados através do software GRADISTAT (Blott e Pye, 2001), o qual permite calcular parâmetros como assimetria, curtose e selecionamento dos grãos, seguindo o método de Folk e Ward (1957).

A análise dos dados incluiu cálculos de abundância relativa, densidade, índices de diversidade de Shannon-Wiener (1963), Índice de Simpson (3), riqueza total e classificação da estrutura trófica, a partir da tipologia bucal proposta por Wieser (1953) e estágios de desenvolvimento.

Para uma abordagem multivariada, foi aplicado o índice de similaridade de BrayCurtis (CLARKE E WARWICK, 1994) aos dados de números de indivíduos por gênero em cada réplica por ponto de coleta. A partir das matrizes de similaridades obtidas, foram realizadas análises de ordenação não métrica multidimensional (MDS). As diferenças entre meses, transectos e zonações foram avaliadas, quanto à significância, pelo uso do teste PERMANOVA (ANDERSON et al., 2008). A análise SIMPER foi aplicada para indicar quais gêneros mais contribuíram para as dissimilaridades expressas pelas análises multidimensionais (MDS). Para uma avaliação da relação entre a estrutura da comunidade e a granulometria, foi realizado o teste DistLM. Todas essas análises foram realizadas a partir do programa PRIMER 7.0 for Windows.

RESULTADOS

DADOS AMBIENTAIS

A precipitação foi de 203mm em julho (período chuvoso) e 70,8mm em setembro (período seco) (INMET, 2020).

Areia de grão fino moderadamente bem selecionada dominou o mediolitoral (Figuras 03 e 04), com exceção do médio superior do transecto 1 em julho e do mediolitoral médio do transecto 2 em setembro, que tiveram, respectivamente, grau de selecionamento bem selecionado e moderadamente selecionado (Figura 3). Já o infralitoral variou entre areia de grão médio, fino e muito fino (Figura 03), e entre mal selecionada, moderadamente selecionada e

moderadamente bem seleccionada (Figura 04).

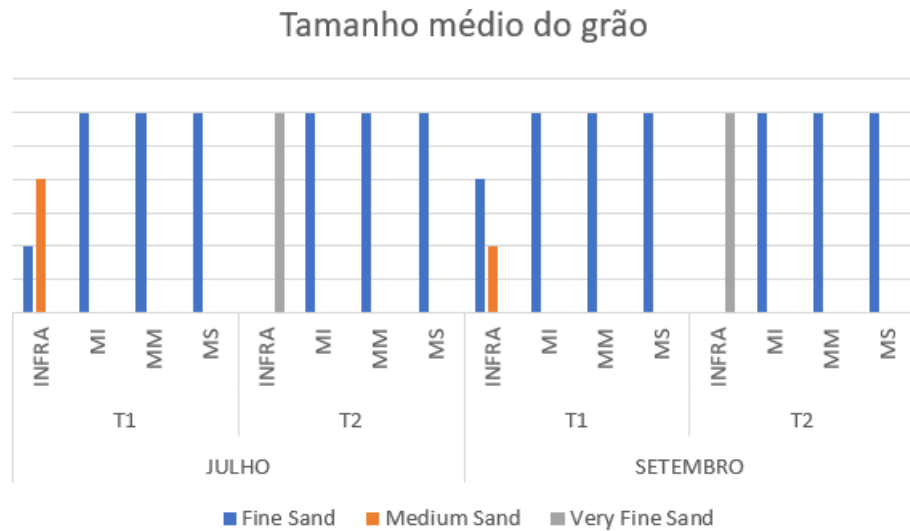


Figura 03: Tamanho médio do grão na praia de Barra de Jangada, Pernambuco, Brasil por ponto de coleta (INFRA, MI, MM, MS) nos dois trasectos (1 e 2) e nos dois períodos (chuvoso e seco).

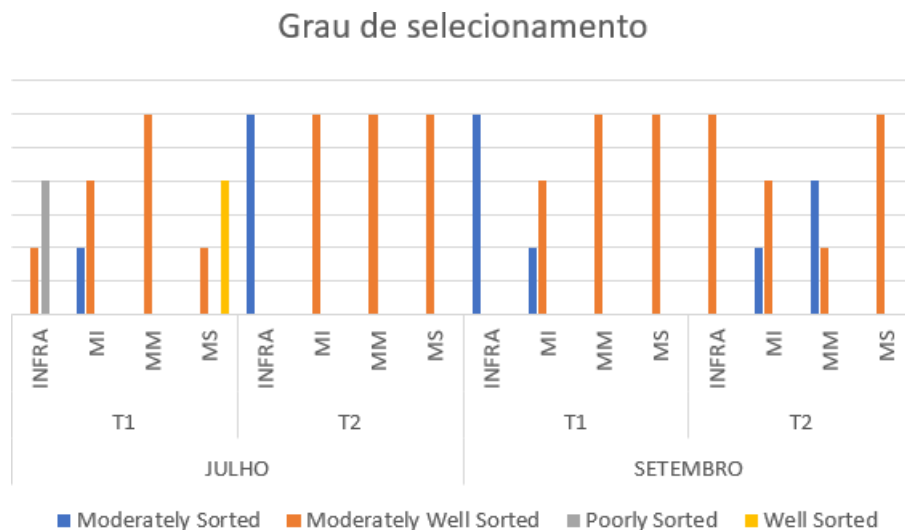


Figura 04: Grau de seleccionamento dos grãos do sedimento na praia de Barra de Jangada, Pernambuco, Brasil por ponto de coleta (INFRA, MI, MM, MS) nos dois trasectos (1 e 2) e nos dois períodos (chuvoso e seco).

Quando analisados utilizando a PERMANOVA não houve diferença significativa na granulometria entre meses, transectos e zonações ($p=0,3657$).

NEMATODA / ESTRUTURA DA COMUNIDADE

A comunidade de Nematoda foi composta por duas (02) classes (Chromadorea e

Enoplea), no período chuvoso foi composto por 14 famílias (Axonolaimidae, Camacolaimidae, Ceramonematidae, Chromadoridae, Comesomatidae, Cyatholaimidae, Desmodoridae, Ironidae, Microlaimidae, Selachinematidae, Thoracostomopsidae, Trefusiidae, Tripyloididae, Xyalidae), correspondentes a seis (06) ordens.

No período seco foi composto por 19 famílias (Anoplostomatidae, Axonolaimidae, Camacolaimidae, Ceramonematidae, Chromadoridae, Comesomatidae, Cyatholaimidae, Desmodoridae, Desmoscolecidae, Linhomoeidae, Microlaimidae, Oncholaimidae, Richtersiidae, Selachinematidae, Sphaerolaimidae, Thoracostomopsidae, Trefusiidae, Tripyloididae, Xyalidae), pertencentes a sete (07) ordens.

As famílias mais ricas foram, em ordem decrescente, Xyalidae (08 gêneros), Axonolaimidae e Chromadoridae (04 gêneros, respectivamente), Cyatholaimidae e Selachinematidae (03 gêneros), Camacolaimidae, Ceramonematidae, Desmodoridae, Linhomoeidae e Microlaimida (02 gêneros, respectivamente) e as demais famílias apresentaram apenas um (01) gênero, dentre elas: Anoplostomatidae, Comesomatidae, Desmoscolecidae, Ironidae, Oncholaimidae, Richtersiidae, Sphaerolaimidae, Thoracostomopsidae, Trefusiidae, Tripyloididae.

As mais abundantes foram Xyalidae, em seguida Thoracostomopsidae, Cyatholaimidae, Selachinematidae, Axonolaimidae, Chromadoridae e Microlaimidae. Apesar de ser uma das famílias mais abundantes, Thoracostomopsidae teve uma baixa riqueza, sua abundância se deve ao gênero *Mesacanthion* que dominou o mediolitoral superior no transecto 01 (T1) durante o mês de julho (Figura 4).

Ao todo foram encontrados 42 gêneros, sendo os mais abundantes *Promonhystera*, *Theristus*, *Mesacanthion*, *Paracanthonchus* e *Pseudosteineria*, que juntos representaram mais de 90% da composição de Nematoda. Os dez gêneros mais abundantes durante o mês de julho foram *Bolbolaimus*, *Hypodontolaimus*, *Mesacanthion*, *Odontophora*, *Paracanthonchus*, *Promonhystera*, *Pseudosteineria*, *Rhynchonema*, *Theristus* e *Xyala*, sendo *Theristus* o único presente em todas as zonações (Figura 05), além de ter sido o gênero dominante no mediolitoral médio de ambos os meses e transectos. Já em setembro, os gêneros com maior abundância foram *Chaetonema*, *Chromadorella*, *Latronema*, *Mesacanthion*, *Odontophora*, *Paracanthonchus*, *Promonhystera*, *Pseudosteineria*, *Theristus* e *Xyala*, e novamente, *Theristus* teve representantes em todas as zonações (Figura 06).

Em relação às zonações, o gênero *Promonhystera* foi o mais abundante no infralitoral do mês de julho, já em setembro o mais representativo foi *Paracanthonchus*, no transecto 1, e *Pseudosteineria*, no transecto 2. No mediolitoral inferior do período chuvoso o gênero mais

abundante foi *Promonhystera*, no transecto 1, e *Theristus*, no transecto 2, e no período seco a mesma zonação teve *Paracanthionchus* e *Promonhystera* como os mais representativos no transecto 1 e 2, respectivamente.

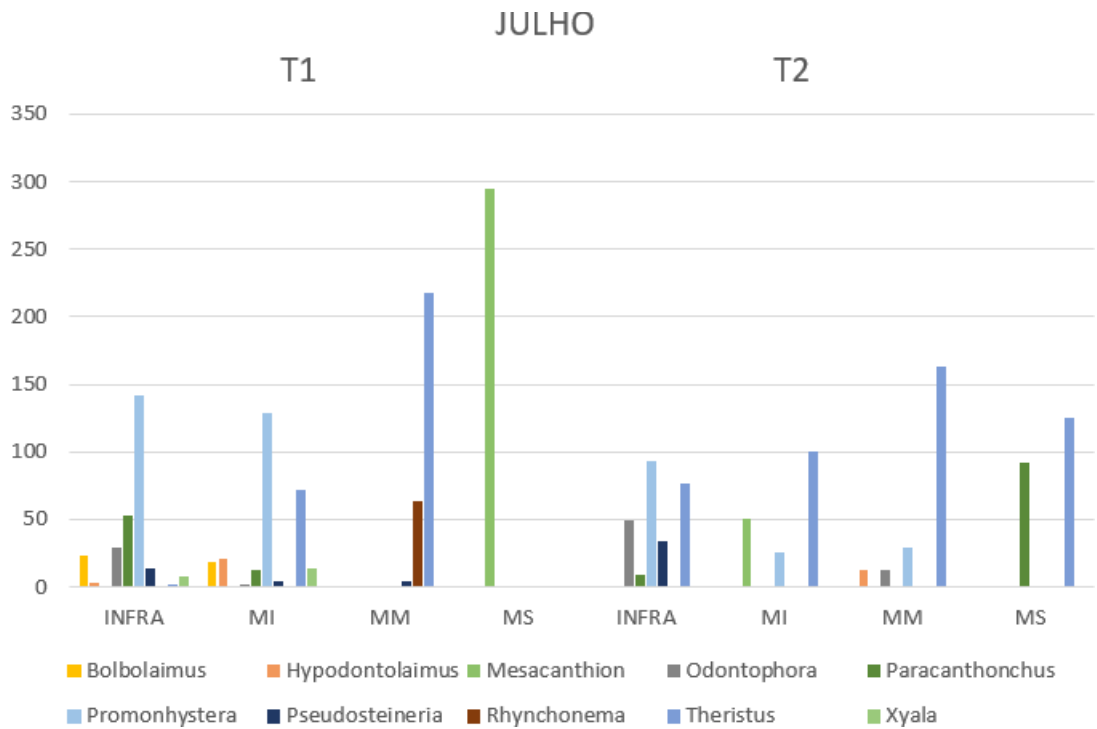


Figura 05: Abundância dos principais gêneros encontrados na praia de Barra de Jangada, Pernambuco, Brasil durante o mês de julho (período chuvoso) nos quatro pontos de coleta (INFRA, MI, MM, MS) dos dois transectos (1 e 2).

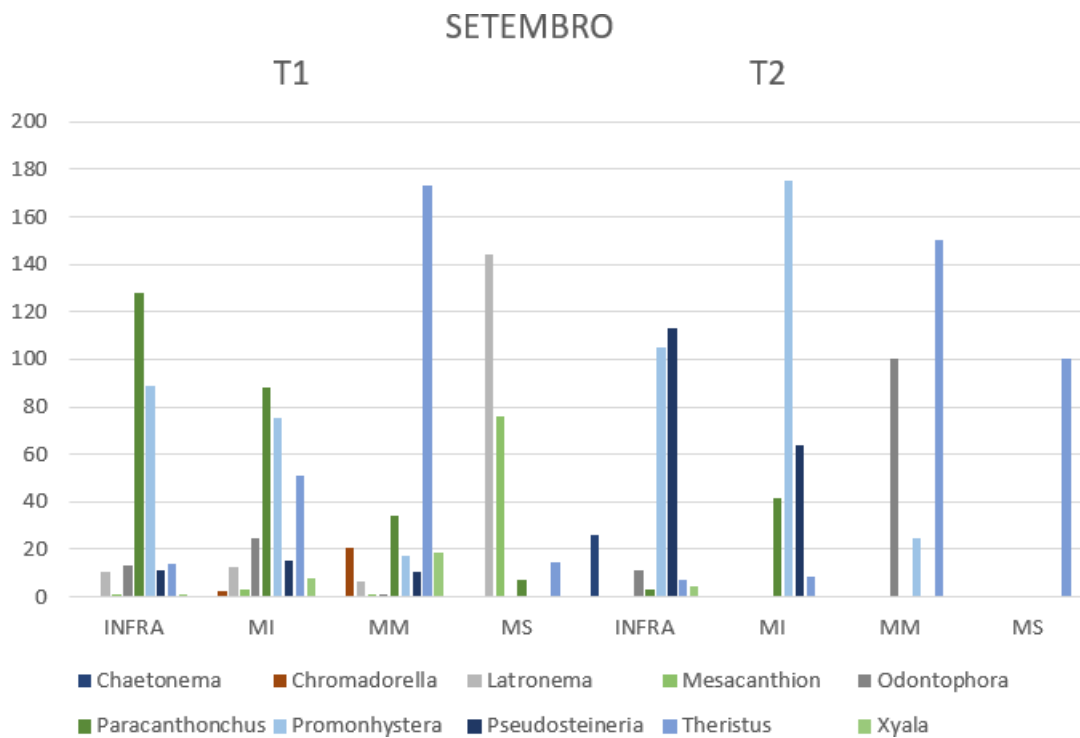


Figura 06: Abundância dos principais gêneros encontrados na praia de Barra de Jangada, Pernambuco, Brasil durante o mês de setembro (período seco) nos quatro pontos de coleta (INFRA, MI, MM, MS) dos dois transectos (1 e 2).

A média das densidades variou de 56,48 ind.10cm², no período seco, à 57,43 ind.10cm², no período chuvoso (Figura 07). Em ambos os períodos o transecto T1 apresentou uma maior densidade do que o transecto T2, próximo ao lançamento de esgoto (Figura 08).

Durante o mês de julho, o infralitoral teve as maiores densidades, porém no transecto T1, o mediolitoral inferior e superior tiveram densidades próximas da mais alta, já no T2, a segunda maior densidade, representada no mediolitoral médio, foi metade da densidade do infralitoral (Figura 09). No mês de setembro as menores densidades dos dois transectos foi observada no mediolitoral superior, as maiores densidades do transecto T1 foram expressas no infraliteoral e mediolitoral inferior, e no transecto T2 observamos que o infralitoral teve a maior densidade (Figura 09).

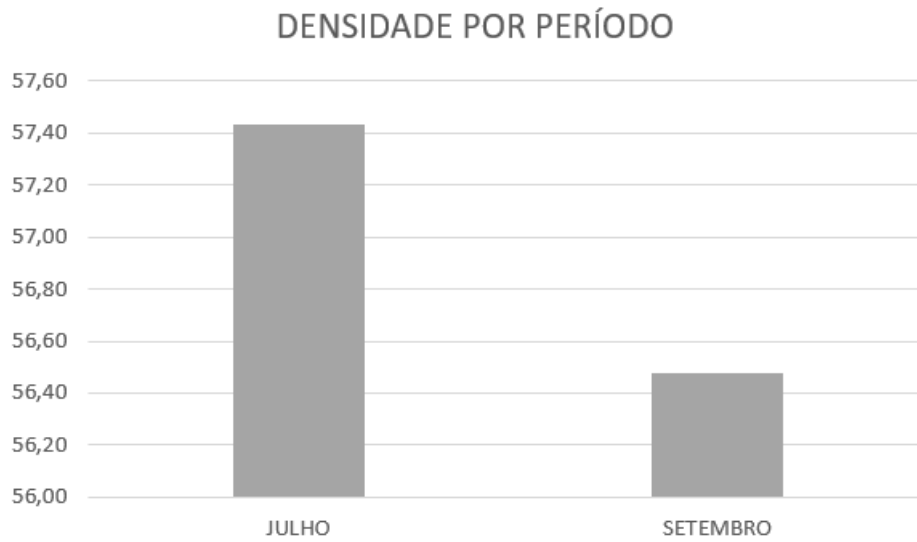


Figura 07: Média da densidade da nematofauna na praia de Barra de Jangada, Pernambuco, Brasil nos dois períodos de coleta: julho (período chuvoso) e setembro (período seco).

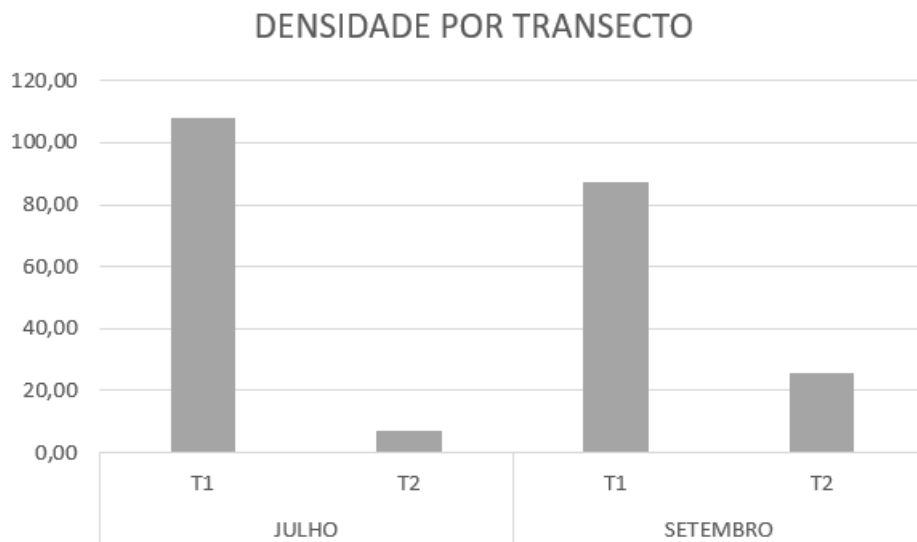


Figura 08: Média da densidade da nematofauna na praia de Barra de Jangada, Pernambuco, Brasil durante os meses de julho (período chuvoso) e setembro (período seco) nos dois trasectos (1 e 2).

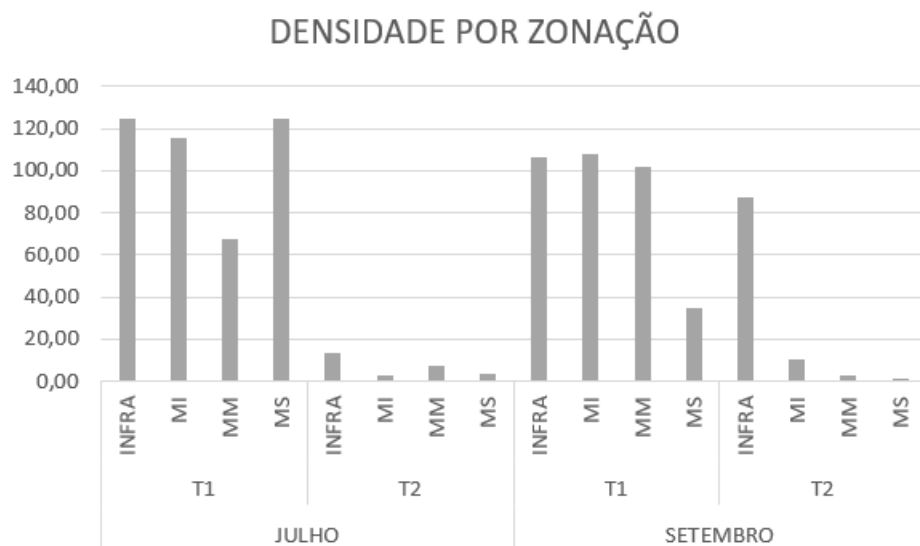


Figura 09: Densidade da nematofauna na praia de Barra de Jangada, Pernambuco, Brasil durante o mês de julho (período chuvoso) nos quatro pontos de coleta (INFRA, MI, MM, MS) dos dois transectos (1 e 2) durante os dois períodos (chuvoso e seco).

A riqueza nos períodos secos e chuvoso foi similar (33 e 30 gêneros, respectivamente). No T1 registramos que 12 gêneros foram exclusivos do mês de setembro, são eles: *Ascolaimus*, *Ceramonema*, *Chaetonema*, *Desmolaimus*, *Linhomoeus*, *Megalamphis*, *Odontophoroides*, *Richtersia*, *Spirinia*, *Synonchium*, *Tricoma* e *Viscosia*. No período chuvoso foram 9 gêneros que registramos exclusivamente no mês de julho: *Axonolaimus*, *Dasynemoides*, *Diodontolaimus*, *Molgolaimus*, *Omicronema*, *Paracyatholaimus*, *Prochromadorella*, *Synonchiella* e *Trissonchulus*.

O índice de Shannon ($H'(\log_e)$) variou de 0 a 2,495 e foi observada uma menor diversidade no transecto 2, próximo à descarga de esgoto (Figura 10). Comparando as zonações, o mediolitoral superior foi menos diverso em ambos os transectos e meses (Figura 10). O Índice de Simpson ($1-\Lambda$) também reflete essa baixa diversidade, com valores próximos de 1 em boa parte das amostras (Figura 10).

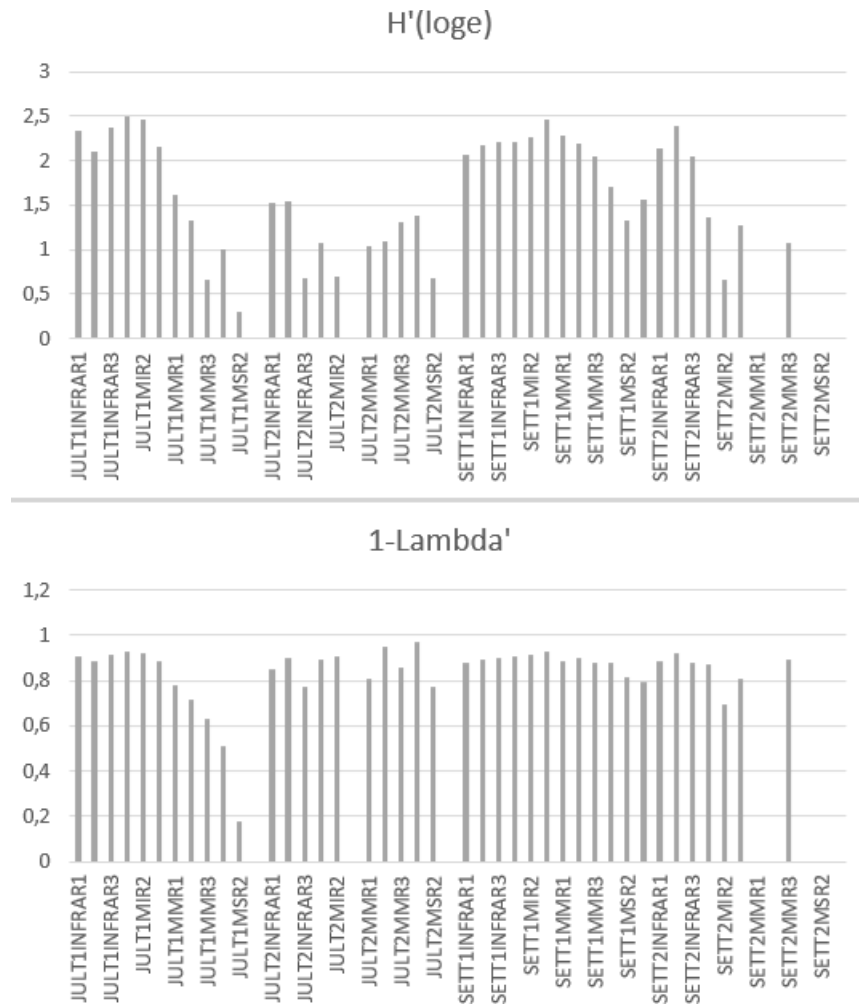


Figura 10: Gráfico comparativo referente aos índices de Shannon ($H'(\log_e)$) e Simpson ($1-\Lambda'$) analisando a diversidade em cada amostra coletada na praia de Barra de Jangada, Pernambuco, Brasil.

A PERMANOVA indicou diferenças significativas nas comunidades entre meses, transectos e zonações (Tabela 01).

Tabela 01. Resultados da análise permutacional de variância (PERMANOVA) testando diferenças na estrutura da nematofauna na praia de Barra de Jangada, Pernambuco, Brasil, considerando como fatores período de coleta (seco-chuvoso), transectos (1 e 2) e zonação (MS, MM, MI e IF), bem como suas interações. **SS** = soma dos quadrados; **MS** = média dos quadrados; **F** = parâmetro do teste; **P** = probabilidade associada; **P(MC)** = probabilidade do teste de Monte Carlo. Considerado significativo se $p < 0,05$.

Source	Df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uniques
Me	1	4359,5	4359,5	3,6751	0,0086	9948
Tr	1	22432	22432	20,277	0,0001	9941
Zo	3	35154	11718	11,628	0,0003	7334
MexTr	1	4425,5	4425,5	3,4739	0,0284	9953
MexZo	3	11002	3667,2	3,0915	0,0032	9926
TrxZo	3	21155	7051,7	6,3745	0,0001	9912
MexTrxZo	3	14329	4776,4	3,7493	0,0018	9940
Res	8	10191	1273,9			
Total	47	1,4945E5				

Entre períodos a ordenação multidimensional não-métrica (nMDS) não mostrou uma separação clara (Figura 11), mas entre transectos as diferenças são facilmente observadas (Figura 12). Embora entre as zonações haja uma mistura, ainda é possível observar uma certa separação, principalmente, do mediolitoral superior (Figura 13), o que está de acordo com a análise do SIMPER, onde as maiores dissimilaridades foram encontradas entre MS e INFRA (90,26%), MS e MI (86,64%) e entre MS e MM (83,06%).

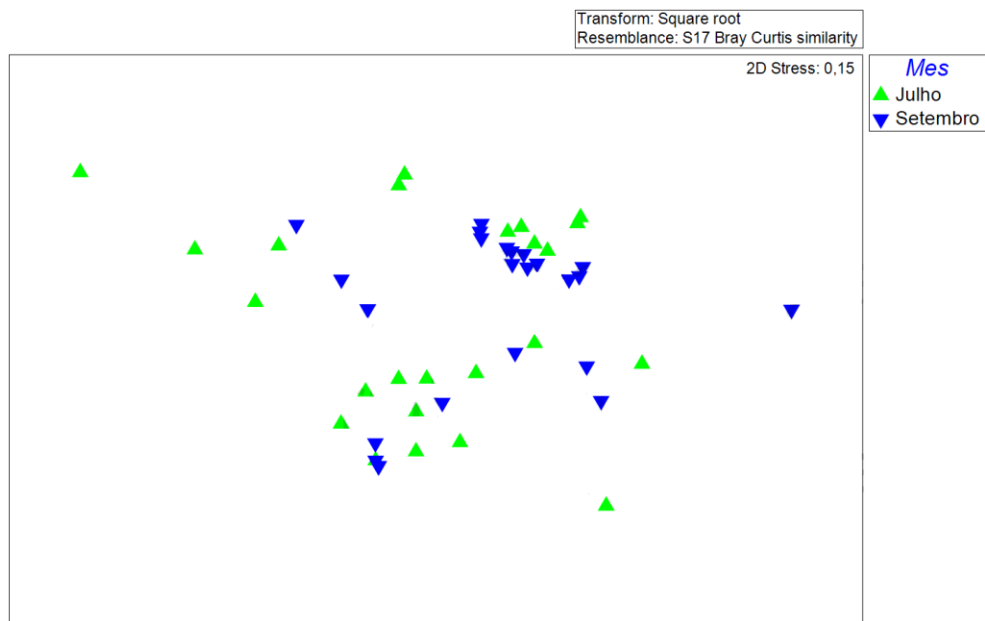


Figura 11: Resultados da análise de ordenação multidimensional não-métrica (nMDS) para as amostras biológicas quanto aos períodos chuvoso (julho) e seco (setembro).

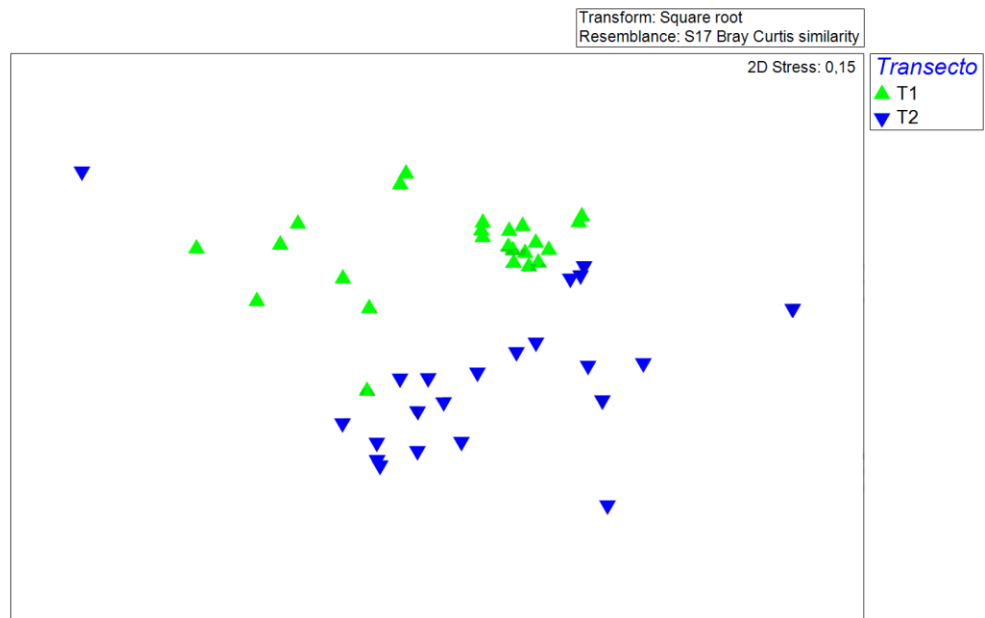


Figura 12: Resultados da análise de ordenação multidimensional não-métrica (nMDS) para as amostras biológicas quanto aos trasectos (1 e 2).

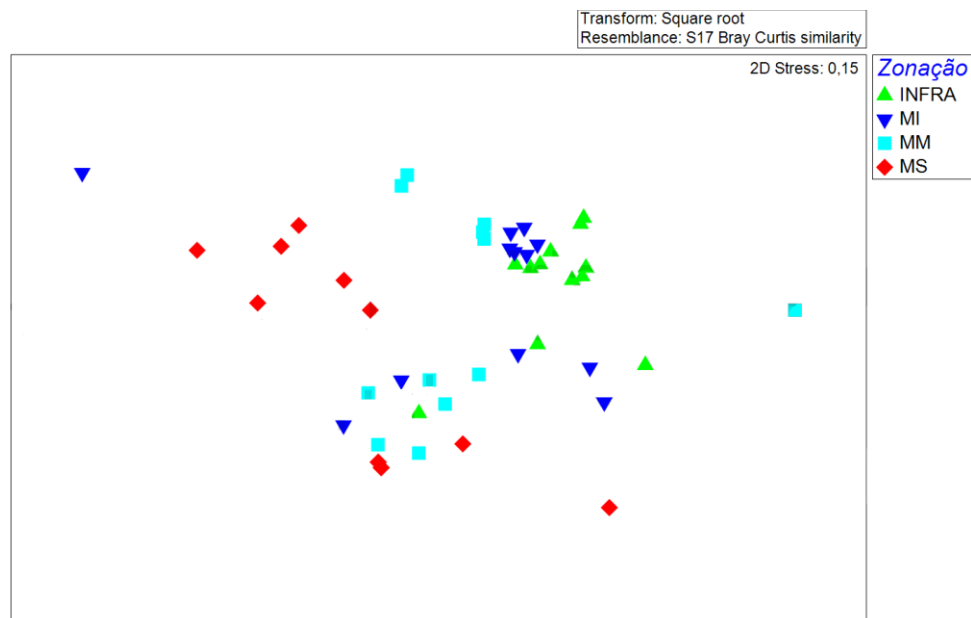


Figura 13: Resultados da análise de ordenação multidimensional não-métrica (nMDS) para as amostras biológicas quanto às zonações (INFRA, MI, MM, MS).

De acordo com o resultado registrados através do SIMPER, os grupos que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os meses foram *Promonhystera* (14,09%), *Theristus* (12,90%), *Mesacanthion* (10,17%), *Paracanthochus* (9,88%), *Pseudosteineria* (7,32%), *Latronema* (6,34%), *Odontophora* (5,51%), *Xyala* (3,21%) e *Bolbolaimus* (3,20%). Entre transectos, foram os gêneros *Mesacanthion* (12,84%), *Theristus* (12,81%), *Promonhystera* (12,46%), *Paracanthochus* (10,20%), *Latronema* (6,93), *Pseudosteineria* (5,93%), *Odontophora* (4,63%), *Bolbolaimus* (3,98%) e *Xyala* (3,95%).

O DistLM indicou que o tamanho médio do grão e o grau de selecionamento são variáveis significativas na composição da comunidade, e explicam 36% da mesma.

ANÁLISE BIOLÓGICA FUNCIONAL

Tanto no período seco, quanto no chuvoso, dentre os grupos tróficos, o grupo 1B (comedores de depósito não-seletivos) foi o mais abundante nos dois transectos, com exceção de algumas zonações, como é o caso do mediolitoral superior no transecto T1, em ambos os meses, e do mediolitoral superior no T2, no período chuvoso. Em contrapartida, o grupo 1A (comedores de depósito seletivos) foi o menos representativo em todas as amostras (Figura 14).

Em quase todas as zonações, o grupo 2A (comedores de epistrato) se mostrou como o segundo mais abundante, diferindo apenas no mediolitoral médio do T2 em julho, no infralitoral do T2 em setembro, os quais tiveram o grupo 2B (predadores e onívoros) como segundo mais abundante, e no mediolitoral superior do T1 em ambos os períodos, com o grupo 1B em segundo

lugar (Figura 14).

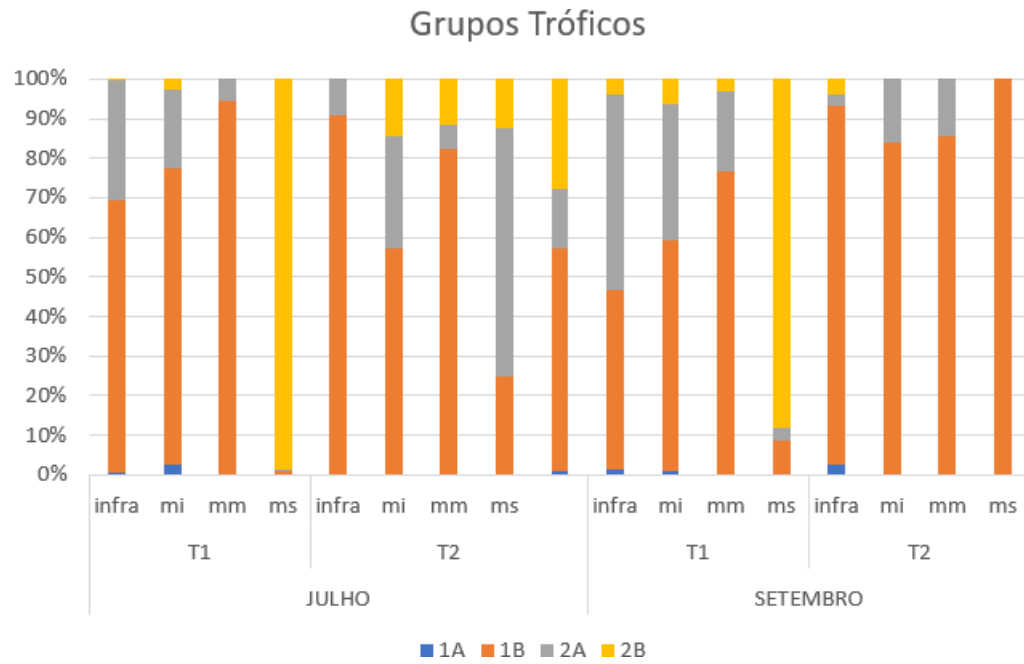


Figura 14: Gráfico de abundância relativa dos grupos tróficos (1A, 1B, 2A, 2B) considerando as zonações (MS, MM, MI e INFRA), os transectos (1 e 2) e os períodos, sendo julho referente ao período chuvoso e setembro referente ao período seco.

O resultado da PERMANOVA indicou diferenças significativas nos grupos tróficos entre meses, transectos e zonações (Tabela 2).

Tabela 02. Resultados da análise permutacional de variância (PERMANOVA) testando diferenças nos grupos tróficos da nematofauna na praia de Barra de Jangada, Pernambuco, Brasil, considerando como fatores período de coleta (seco-chuvoso), transectos (1 e 2) e zonação (MS, MM, MI e INFRA), bem como suas interações. **SS** = soma dos quadrados; **MS** = média dos quadrados; **F** = parâmetro do teste; **P** = probabilidade associada; **P(MC)** = probabilidade do teste de Monte Carlo. Considerado significativo se $p < 0,05$.

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(per m)	Uniques perm s
Me	1	1112,5	1112,5	4,2112	0,0475	9959
Tr	1	26624	26624	33,331	0,0003	9931
Zo	3	19248	6415,9	11,041	0,0013	7333
MexTr	1	4940,3	4940,3	13,376	0,0018	9953
MexZo	3	7320,7	2440,2	9,2369	0,0001	9943
TrxZo	3	13827	4608,9	5,77	0,0014	9958
MexTrxZo	3	8739,6	2913,2	7,8873	0,0004	9952
Res	8	2954,8	369,35			
Total	47	97918				

Quanto aos estágios de maturação, os juvenis estiveram em maior abundância nos dois períodos. Em julho vemos uma quantidade de fêmeas não grávidas e machos semelhante, já em setembro os machos se sobrepõem às fêmeas não grávidas, ao passo que o número de fêmeas grávidas sobe nesse período (Figura 15).

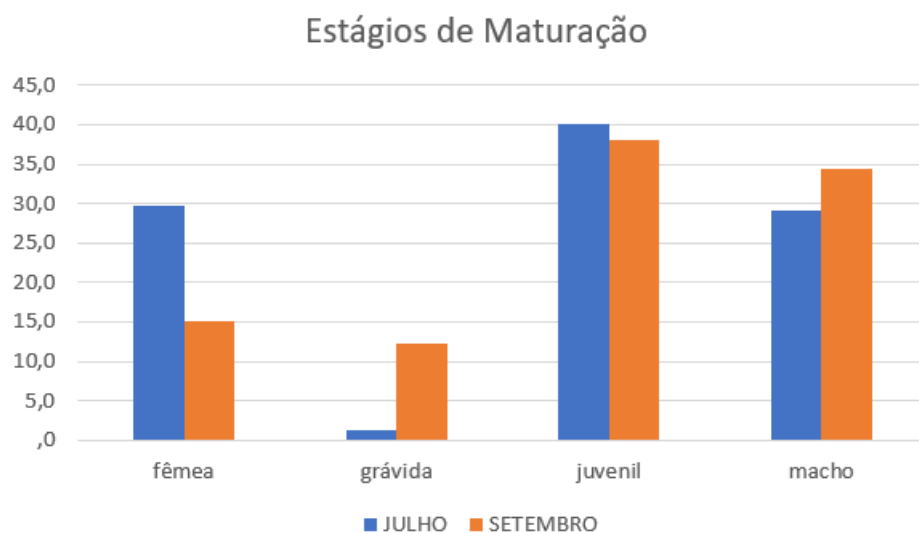


Figura 15: Gráfico de abundância relativa dos estágios de maturação (fêmea não grávida, fêmea grávida, juvenil e macho) em cada período de coleta, sendo julho referente ao período chuvoso e setembro referente ao período seco.

A PERMANOVA corroborou com a hipótese de que há diferença significativa nos estágios de maturação entre os meses, transectos e zonações (Tabela 03).

Tabela 03. Resultados da análise permutacional de variância (PERMANOVA) testando diferenças nos estágios de maturação da nematofauna na praia de Barra de Jangada, Pernambuco, Brasil, considerando como fatores período de coleta (seco-chuvoso), transectos (1 e 2) e zonação (MS, MM, MI e INFRA), bem como suas interações. **SS** = soma dos quadrados; **MS** = média dos quadrados; **F** = parâmetro do teste; **P** = probabilidade associada; **P(MC)** = probabilidade do teste de Monte Carlo. Considerado significativo se $p < 0,05$.

Source	Df	SS	MS	Pseudo-F	P(per m)	Uniques perm s
Me	1	7906,5	7906,5	10,741	0,0012	9944
Tr	1	2679,6	2679,6	35,04	0,0002	9943
Zo	3	6397,2	2132,4	3,2049	0,0105	7324
MexTr	1	3800,9	3800,9	5,0863	0,0179	9955
MexZo	3	6699,2	2233,1	3,0337	0,0157	9944
TrxZo	3	5818,6	1939,5	2,5363	0,0357	9937
MexTrxZo	3	72,30	2410	3,225	0,0126	9945
Res	8	5978,3	747,29			
Total	47	8795,6				

DISCUSSÃO

A granulometria mostrou a predominância de areia fina, de acordo com Giere (2009), o tamanho médio do grão é um dos fatores mais determinantes quanto às condições espaciais e estruturais para a fauna bentônica, levando ao domínio de alguns grupos de Nematoda (GHESKIERE ET AL., 2004; URBAN- MALINGA ET AL., 2004; HOURSTON ET AL., 2005; MORENO et al., 2006; MARIA ET AL., 2008; DELGADO et al., 2009).

Outro fator observado no estudo foi o grau de seleção do sedimento, esse está diretamente relacionado ao regime hidrodinâmico e sua severidade, já que é a ação das ondas e marés que molda os grãos do sedimento (MCLACHLAN e TURNER, 1994; URBAN- MALINGA et al., 2004).

Em Barra de Jangada, a predominância foi de sedimento moderadamente bem selecionado, quanto mais mal selecionado, o sedimento oferece mais espaços e nichos para a meiofauna (URBAN- MALINGA et al., 2004), porém gêneros que compõem o grupo alimentar 2B, ou seja, predadores, podem prosperar melhor em sedimentos muito bem selecionados a moderadamente bem selecionados (SANTOS et al., 2019), enquanto gêneros oportunistas podem colonizar com sucesso uma faixa mais ampla de classificação, já que por serem comedores de depósito não seletivos, conseguem sobreviver em diversos tipos de ambientes (BONGERS e FERRIS, 1991; WILSON e KHAKOULI- DUARTE, 2009; MARTINS et al., 2015).

A granulometria apresentou ser um parâmetro abiótico com significativa influência sobre a composição da comunidade, assim como constatou Gheskiere et al. (2004); Vanaverbeke et al., 2011; Maria et al., 2012; Urban-Malinga et al., 2014 e Santos et al. (2019), ou seja, a primeira hipótese foi aceita, as características granulométricas influenciam a estrutura da comunidade da nematofauna. Porém, em um estudo que relacionou os parâmetros granulométricos à riqueza de espécies de Nematoda, Fonseca et al. (2014) não encontrou relação positiva nem negativa entre os dois.

O tamanho médio do grão e o grau de selecionamento tem influência na heterogeneidade do sedimento e, conseqüentemente, afeta a quantidade de nichos ecológicos disponíveis (ABSALÃO et al., 2006). Contudo, em praias arenosas, existem outros fatores que também podem alterar a composição e distribuição de nematoides, como quantidade de matéria orgânica, temperatura e oxigênio disponível (GIERE, 2009; STEYAERT et al., 2007).

A família com maior abundância foi Xyalidae, que normalmente é abundante em sedimentos formados por areia fina (GOURBAULT; WARWICK, 1994; NICHOLAS;

HODDA, 1999; MORENO ET AL., 2006). Ao todo, neste estudo, foram encontrados 42 gêneros, número que está abaixo do que foi encontrado em alguns trabalhos em regiões costeiras, mas acima do que foi encontrados em outros (Tabela 04). As características do ambiente podem fazer com que ocorram variações no número de gêneros presentes em praias arenosas (URBAN-MALING e MOENS, 2006), mas além disso os estudos apresentaram esforço amostral variado, o que também leva à diferenças no número de gêneros encontrados.

Tabela 04: Estudos com Nematoda em regiões costeiras e suas respectivas riquezas de gênero.

Autor	Ano	Localização	Número de gêneros
Gingold et al.	2010	Gulf of California	96
Araújo	2013	Rio Grande do Norte	77
Maranhão	2003	Pernambuco	73
Sousa	2013	Paraíba	73
Baia e Venekey	2019	Amazonas	72
Venekey et al.	2007	Pernambuco	71
Gheskiere et al.	2004	De Panne	65
Fonseca-Genevois et al.	2004	Rio de Janeiro	62
Maria et al.	2008	Rio de Janeiro	62
Maria et al.	2013	De Panne	60
Venekey et al.	2014	Pernambuco	57
Nascimento	2014	Paraíba	48
Melo et al.	2013	Amazonas	47
Moreno et al.	2006	Itália	16
Martins et al.	2015	Santa Catarina	24
Silva	2020	Paraíba	39

O gênero *Theristus* foi o único presente em todas as amostras e além dele ser um gênero oportunista, apresenta algumas adaptações que ajudam na locomoção entre os grãos, como glândulas adesivas caudais presentes em algumas espécies (ADAMS e TYLER, 1980), fatores que podem ter favorecido sua presença nas diferentes zonações.

A densidade de organismos variou pouco entre um mês e outro. Geralmente, a densidade sofre influência do tamanho médio do grão, quanto mais fino o grão, maior a densidade da meiofauna e dos Nematoda (BEZERRA et al, 1997; PINTO e SANTOS, 2006), embora seja importante ressaltar que essa é uma afirmação válida apenas para organismos intersticiais infaunais, ou seja, aqueles que vivem em sedimentos com maiores proporções de areia fina a média (~125-1000 µm).

O mediolitoral superior foi o que apresentou uma diferença mais expressiva na

densidade entre os períodos, isso devido ao gênero *Mesacanthion* que no T1 do período chuvoso foi abundante e dominou a zonação citada. Esse gênero faz parte da família Thoracostomopsidae, que de acordo com Greenslade e Nicholas (1990), são encontrados tanto na área entremarés como sublitoral, são grandes predadores com comprimento relativamente longo, e dependendo da espécie, sua abundância pode variar sazonalmente.

O transecto T1 teve maiores valores de densidade quando comparado ao T2, sendo que esse último está localizado próximo a uma descarga de esgoto doméstico. Esse resultado difere de outros que sugerem que o número de nematoides aumenta nesses locais graças à sua capacidade de explorar uma gama de recursos alimentares, inclusive liberados pelo esgoto (VIDAKOVIC, 1983; ARTHINGTON et al., 1986; SANDULLI e DE NICOLA-GIUDICI, 1990; BONGERS et al., 1991; BONGERS e FERRIS, 1999; RIERA et al., 2013), mas está de acordo com Frascetti et al. (2006) e Ferreira et al. (2015) que observaram uma redução na abundância e na diversidade.

Em direção ao mediolitoral superior a riqueza tendeu a diminuir, possivelmente essa diminuição ocorreu pela maior exposição dessa região durante a maré baixa, levando à dessecação, com isso somente gêneros mais tolerantes permanecem (BAIA e VENEKEY, 2019). Em geral, praias arenosas possuem valores de diversidade menores quando comparadas a outros ambientes (VENEKEY, 2007), o índice de Shannon mostrou uma menor diversidade no transecto T2, que por estar em uma área mais impactada, consideramos que gêneros mais sensíveis não tenham conseguido colonizar essa região da praia, já que a liberação de esgoto pode levar ao acúmulo excessivo de partículas e carbono orgânico dissolvido no sedimento (SCHRATZBERGER e WARWICK, 1998).

Através da PERMANOVA foi confirmado que há diferenças significativas na composição de Nematoda entre o período seco e chuvoso, embora a análise de ordenação não métrica (nMDS) tenha apresentado uma mistura de amostras entre os períodos. Isso significa que o período climático é um agente estruturante para a nematofauna da praia de Barra de Jangada.

Em relação à variação espacial, entre os transectos, o nMDS mostrou duas associações no gráfico, que possivelmente estão relacionadas à exposição à descarga de esgoto, no entanto, outros fatores ambientais não analisados no presente estudo podem ter influenciado os padrões de estrutura da assembleia da nematofauna, sendo assim, é necessária uma interpretação cuidadosa para evitar equívocos em futuros estudos de monitoramento.

Dentre os grupos tróficos, o grupo 1B (detritívoros não seletivos) dominou a praia estudada. Wieser (1953) afirmou que fundos arenosos normalmente apresentam predominância

do grupo 2A (herbívoros), o que não aconteceu na praia de Barra de Jangada. Heip et al. (1985) observaram que em sedimentos menores há a dominância de detritívoros, como *Theristus* e *Daptonema* (ambos pertencentes à família Xyalidae), além de outros estudos que mostram a dominância dessa família em sedimentos finos à médios (GHESKIERE et al., 2004; HOURSTON et al., 2005; MORENO et al., 2006; BAIA e VENEKEY, 2019).

Segundo Venekey et al. (2014), os tipos alimentares têm relação direta com a distribuição dos Nematoda em praias. Em sedimentos com alto nível de contaminação por metais pesados, mascarando os efeitos de distúrbios físicos, há um aumento de gêneros detritívoros não seletivos e redução de herbívoros (SCHRATZBERGER et al., 2009). Além disso, os organismos que se alimentam de depósitos são beneficiados pelo aporte de matéria orgânica proveniente de rios (MONTAGNA e KALKE, 1992; SNELGROVE e BUTMAN, 1994), o que pode ter acontecido nesse caso, já que a praia fica localizada próximo à desembocadura de um estuário.

O estágio juvenil foi o mais abundante, representando 40% dos indivíduos de julho e 38% de setembro, enquanto machos e fêmeas foram, respectivamente, 29% em julho e 34% em setembro, e 30% em julho e 27% em setembro. A dominância de juvenis já foi observada em estuário (WARWICK e PRICE, 1979; SILVA, 2003; ARAÚJO, 2013), e outros pesquisadores também encontraram essa distribuição em praias (VENEKEY, 2007; ARAÚJO, 2013; NASCIMENTO, 2014; SOUSA, 2016; SANTOS, 2016; SILVA, 2020).

Foram encontradas diferenças temporais entre os estágios de maturação e entre os grupos tróficos, confirmando a segunda hipótese do trabalho. Rodrigues (2002) afirmou que a temperatura é um possível regulador da estrutura da comunidade da meiofauna e nematofauna, ainda que as variações em regiões tropicais sejam pequenas, e Smol et al. (1981) concluíram que a temperatura comanda o ciclo de gerações da nematofauna, porém não foi analisado esse parâmetro ambiental em nossas coletas. Castro (2003), associou esse efeito da temperatura ao pico de fêmeas grávidas durante o período de chuva, ao contrário do que encontramos, que foi um aumento de fêmeas grávidas no mês de setembro, período seco.

Se tratando da estrutura trófica, o grupo 1B foi o mais abundante em ambos os meses, porém no mês seco houve um aumento do grupo 2A sobre o grupo 2B, enquanto no mês de chuva, 2B se sobrepôs à 2A. Essa variação está relacionada ao gênero *Mesacanthion* (2B), que esteve presente em grande número no médio litoral superior durante o período chuvoso, levando tal grupo trófico a ocupar o lugar de segundo mais abundante nesse mês. Diferentemente, Venekey et al. (2011) encontraram o gênero em maior densidade no período seco, embora seja importante entender que os autores trabalharam apenas com uma espécie, e em nosso estudo

identificamos os organismos até o nível de gênero. Os mesmos autores afirmam que as espécies de nematoides podem responder de diversas formas às variações sazonais, mesmo em locais onde as oscilações climáticas não são bem definidas ao longo do ano.

Ainda que o número de trabalhos meio e nematofaunísticos venham aumentando, o tamanho diminuto dos organismos ainda é uma barreira no estudo do grupo, fazendo com que a comunidade científica e pessoas em geral tenham pouco acesso às informações sobre eles (NASCIMENTO, 2014). Monitorar as mudanças na biodiversidade é necessário e essas devem ser consideradas na criação e aplicação de políticas ambientais (LUBCHENCO, 1998).

CONCLUSÃO

O presente trabalho estudou a biodiversidade de uma praia arenosa urbana no Brasil, contribuindo para o conhecimento da nematofauna em praias arenosas tropicais. Observamos que a comunidade nematofaunística apresentou diferenças significativas entre o período seco e o período chuvoso, considerando tanto a composição taxonômica, quanto os grupos tróficos e estágios de desenvolvimento. Além disso, ficou evidente que a granulometria foi um fator estruturante na comunidade, sendo assim, as duas hipóteses testadas foram aceitas.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

P.S.B.: Metodologia; Análise estatística; Redação – rascunho original; Redação – revisão e edição;

M.G.S.F.: Metodologia; Análise estatística; Redação – revisão e edição;

B.C.G.: Captação de recursos; Supervisão; Redação – revisão e edição.

REFERÊNCIAS

ABEBE, Eyuaem; ANDRÁSSY, István; TRAUNSPURGER, Walter. **Freshwater Nematodes: Ecology and Taxonomy**. Oxfordshire, UK: CABI Publishing, 2006.

ABSALÃO, R. S.; MOREIRA, J.; TRONCOSO, J. S. Common environmental descriptors of two benthic amphiatlantic mollusc assemblages. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 54, p. 65-73, 2006.

ADAMS, P.J.M.; TYLER, S. Hopping locomotion in a nematode: Functional anatomy of the caudal gland apparatus of *Theristus caudasaliens* sp. n. **Journal of Morphology**, v. 164, n. 3, p. 265-285, 1980.

ANDERSON, M.J, GORLEY, R.N, CLARKE K.R. PERMANOVA + for PRIMER: guide to software and statistical methods. PRIMER-E, Plymouth, UK, 2008.

ANSARI, A. Z. *et al.* Effect of domestic sewage on sand beach meiofauna at Goa, India. **Hydrobiologia**, v. 111, n. 3, p. 229-233, 1984.

APPELTANS, W. *et al.* The magnitude of global marine species diversity. **Current biology**, v. 22, n. 23, p. 2189-2202, 2012.

ARAÚJO, L. C. S. de et al. Estrutura da comunidade da nematofauna de três ambientes costeiros na região de Pirangi do Sul-RN. 2013.

ARTHINGTON, A. H.; YEATES, G. W.; CONRICK, D. L. Nematodes, including a new record of *Tobrilus diversipapillatus* in Australia, as potential indicators of sewage effluent pollution. **Marine and Freshwater Research**, v. 37, n. 2, p. 159-166, 1986.

BAIA, E.; VENEKEY, V. Distribution patterns of meiofauna on a tropical macrotidal sandy beach, with special focus on nematodes (Caixa d'Água, Amazon Coast, Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 67, 2019.

BARNES, R.; RUPERT, E.; FOX, R. S. **Zoologia dos Invertebrados-Uma Abordagem Funcional- Evolutiva**. São Paulo: ROCA, p. 1083-1118, 2005.

BERTOCCI, I. *et al.* Multiple human pressures in coastal habitats: variation of meiofaunal assemblages associated with sewage discharge in a post-industrial area. **Science of the Total Environment**, v. 655, p. 1218-1231, 2019.

BEZERRA, T. N. C. *et al.* Influência da granulometria na distribuição e adaptação da meiofauna na praia arenosa do Istmo de Olinda-PE. **Oecologia Brasiliensis**, v. 3, n. 1, 1997.

BLOTT S. J., PYE K. Gradistat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. **Earth Surf Proc Land**, v. 26, p. 1237–1248, 2001.

BOADEN, P. J. S. The interstitial fauna of some North Wales beaches. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 43, n. 1, p. 79-96, 1963.

BOISSEAU, J. P. Technique pour l'étude quantitative de la faune interstitielle des sables. **Comptes Rendus Du Congrès Des Sociétés Savantes de Paris et Des Départements**, p. 117-119, 1957.

BONGERS, T.; ALKEMADE, R.; YEATES, G. W. Interpretation of disturbance-induced maturity decrease in marine nematode assemblages by means of the Maturity Index. **Marine Ecology Progress Series**, p. 135- 142, 1991.

BONGERS, T.; FERRIS, H. Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 14, n. 6, p. 224-228, 1999.

BORBA, A.L.S. **Estudos Sedimentológicos, Morfodinâmicos e da Vulnerabilidade das praias da Piedade, Candeias e Barra das Jangadas -Município do Jaboatão dos Guararapes -PE**. 1999. 132 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1999.

BOUWMAN, L. A. A survey of nematodes from the Sem estuary. Part II. Species assemblages and associations. **Zoological Journal of Systematics**. v.110, p. 345-376, 1983.

CASTRO, F. J. V. **Variação temporal da meiofauna e da nematofauna em uma área mediolitorânea da Baía do Pina (Pernambuco, Brasil)**. 2003. 114p. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. Similarity-based testing for community pattern: the two-way layout with no replication. **Marine biology**, v. 118, n. 1, p. 167-176, 1994.

COBB, N. A. The Mononchs (*Mononchus* Bastian, 1865), a genus of freeliving predatory nematodes. **Soil Sci.**, v. 1, p. 431-486, 1917.

COSTA, M. *et al.* Verticalização da praia da Boa Viagem (Recife, Pernambuco) e suas consequências socioambientais. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 8, n. 2, p. 233-245, 2008.

COULL, B. C. The ecology of the marine meiofauna. In: HIGGINS, R. P. & THIEL, h. eds. **Introduction to the Study of Meiofauna**. Washington, Smithsonian Institute. p. 18-38, 1988.

DAVIES, J. L. **Geographical Variation in Coastal Development**. 2nd ed. Harlow. Longman, 1980.

DEFEO, O. *et al.* Threats to sandy beach ecosystems: a review. **Estuarine, coastal and shelf science**, v. 81, n. 1, p. 1 – 12, 2009.

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

DELGADO, J. D. *et al.* Distribution and abundance of meiofauna in intertidal sand substrata around Iceland. **Aquatic Ecology**, v. 43, n. 2, p. 221-233, 2009.

DE MELO, T. P. G.; VENEKEY, V.; ROSA FILHO, J. S. Marine nematoda from Ajuruteua beach, Amazon coast, Brazil. **Atlântica (Rio Grande)**, v. 35, n. 1, p. 67-70, 2013.

DE-MING, H. *et al.* Effects of sewage discharge on abundance and biomass of meiofauna. **Yingyong Shengtai Xuebao**, v. 25, n. 10, 2014.

FERREIRA, R. C. *et al.* Responses of estuarine nematodes to an increase in nutrient supply: an in situ continuous addition experiment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 90, n. 1-2, p. 115-120, 2015.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos River bar [Texas]; a study in the significance of grain size parameters. **Journal of sedimentary research**, v. 27, n. 1, p. 3-26, 1957.

FONSECA, G. *et al.* Testing for nematode–granulometry relationships. **Marine Biodiversity**, v. 44, n. 3, p. 435–443, 2014.

FRASCHETTI, S. *et al.* Structural and functional response of meiofauna rocky assemblages to sewage pollution. **Marine Pollution Bulletin**, v. 52, n. 5, p. 540-548, 2006.

GHESKIERE, T. *et al.* Horizontal zonation patterns and feeding structure of marine nematode

assemblages on a macrotidal, ultra-dissipative sandy beach (De Panne, Belgium). **Journal of Sea Research**, v. 52, n. 3, p. 211-226, 2004.

GHESKIERE, T. *et al.* Meiofauna as descriptor of tourism-induced changes at sandy beaches. **Mar. Environ. Res.**, v. 60, p. 245–265, 2005.

GIERE, O., **Meiobenthology: The Microscopic Motile Fauna of Aquatic Sediments**. 2^a ed. Berlin. Springer-Verlag, 2009.

GINGOLD, R. *et al.* The role of habitat heterogeneity in structuring the community of intertidal free-living marine nematodes. **Marine Biology**, v. 157, n. 8, p. 1741-1753, 2010.

GOIS, L. A. Avaliação das opções de Proteção Costeira: Praia de Boa Viagem, Recife – PE e Praia de Bairro Novo, Olinda – PE. **Olinda: Livro Rápido**, v. 1, p. 184, 2011.

GOURBAULT, N.; WARWICK, R. M. Is the determination of meiobenthic diversity affected by the sampling method in sandy beaches?. **Marine Ecology**, v. 15, n. 3-4, p. 267-279, 1994.

GREENSLADE, P.; NICHOLAS, W. L. Some Thoracostomopsidae (Nematoda: Enoplida) from Australia, including descriptions of two new genera and diagnostic keys. **Invertebrate Systematics**, v. 4, n. 5, p. 1031- 1052, 1990.

GUILINI, K. *et al.* NeMys: World Database of Free-Living Marine Nematodes. 2017. Accessed at <http://nemys.ugent.be/aphia.php?p=taxdetails&id=799>.

HEIP, C. *et al.* The ecology of marine nematodes. **Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.** 23, p. 399 - 489, 1985.

HOLOVACHOV, O.; SCHMIDT-RHAESA, A. **Handbook of Zoology**. Gastrotricha, Cycloneuralia, Gnathifera. Volume 2: Nematoda. 2014.

HOURSTON, M. *et al.* To what extent are the characteristics of nematode assemblages in nearshore sediments on the west Australian coast related to habitat type, season and zone?. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 64, n. 4, p. 601-612, 2005.

HULINGS, N. C.; GRAY, J. S. Physical factors controlling abundance of meiofauna on tidal and atidal beaches. **Marine Biology**, v. 34, n. 1, p. 77-83, 1976.

INGOLE, B. S.; PARULEKAR, A. H. Role of salinity in structuring the intertidal meiofauna of a tropical estuarine beach: field evidence. **Indian Journal of Marine Science**, v. 27, p. 356 – 361, 1998.

LIMA, P. F. T. T. *et al.* Estudos Sedimentológicos das praias dos municípios de Recife e Jaboatão dos Guararapes–Pernambuco (Sedimentological studies of the beaches of the municipalities of Recife and Jaboatão dos Guararapes-Pernambuco). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 7, p. 2287-2314, 2018.

LUBCHENCO, J. Entering the century of the environment: a new social contract for science. **Science**, v. 279, n. 5350, p. 491-497, 1998.

- MANACHINI, B. **Biodiversity of Nematoda assemblages in the Antarctic Sea bed**. 1997. Tese de Doutorado. MSc thesis, Ghent University, 1997.
- MANSO, V.A.V. *et al.* Estudo da Erosão Marinha na Praia da Boa Viagem. Convênio EMLURB/FADE/LGGM/UFPE: Relatório técnico. 106p. Recife, 1995.
- MANSO, V. A. V. *et al.* Morfologia e Sedimentologia da Plataforma Continental Interna entre as Praias Porto de Galinhas e Campos – Litoral Sul de Pernambuco, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 30, n. 2, p. 17 – 25, 2003.
- MARANHÃO, G. M. B. Distribuição espaço-temporal da meiofauna e da nematofauna no ecossistema recifal de Porto de Galinhas, Ipojuca, Pernambuco, Brasil. 2003.
- MARE, M. F. A study of a marine benthic community with special reference to the micro-organisms. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 25, n. 3, p. 517-554, 1942.
- MARIA, T.F. *et al.* Nematodes from sandy beaches of Guanabara bay, Rio de Janeiro, Brazil. **BIOCIENCIAS** (PORTO ALEGRE), v. 16, n. 2, p. 92-103, 2008.
- MARIA, Tatiana F. *et al.* Sandy beaches: state of the art of nematode ecology. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 88, p. 1635-1653, 2016.
- MARIA, T. F. *et al.* The importance of biological interactions for the vertical distribution of nematodes in a temperate ultra-dissipative sandy beach. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 97, p. 114-126, 2012.
- MARIA, T. F. *et al.* 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**, v. 85, p. 257-270, 2013.
- MARTINS, M. de O., A., T. C. M. de *et al.* Vertical distribution of meiofauna on reflective sandy beaches. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 63, n.4 , p. 469–480, 2015.
- MARTÍNEZ, A. *et al.* Human access impacts biodiversity of microscopic animals in sandy beaches. **Communications Biology**, v. 3, n. 1, p. 1 – 9, 2020.
- MCLACHLAN, A. Sandy beach ecology—a review. **Sandy beaches as ecosystems**, p. 321-380, 1983.
- MCLACHLAN, A.; DEFEO, O. The Ecology of Sandy Shores. **Academic Press**, 2018.
- MCLACHLAN, A. *et al.* Characterising sandy beaches into major types and states: Implications for ecologists and managers. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 215, p. 152-160, 2018.
- MCLACHLAN, A.; TURNER, I. The interstitial environment of sandy beaches. **Marine**

Ecology, v. 15, n. 3-4, p.177-212, 1994.

MOENS, T. et al. Linking estuarine nematodes to their suspected food. A case study from Westerchelde estuary (South-west Netherlands). **Journal of Marine Biology Association of United Kingdom**, v. 79, p. 1017 – 1027, 1999.

MONTAGNA, P. A.; KALKE, R. D. The effect of freshwater inflow on meiofaunal and macrofaunal populations in the Guadalupe and Nueces estuaries, Texas. **Estuaries**, v. 15, n. 3, p. 307-326, 1992.

MOORE, C. G.; BETT, B. J. The use of meiofauna in marine pollution impact assessment. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 96, n. 3, p. 263-280, 1989.

MORENO, M. et al. Across shore variability and trophodynamic features of meiofauna in a microtidal beach of the NW Mediterranean. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 66, n. 3-4, p. 357-367, 2006.

NASCIMENTO, J. F. N. A. do et al. Estrutura populacional da nematofauna nas proximidades do Hotel Tropical Tambaú, praia de Tambaú, João Pessoa-PB. 2014.

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

PINTO, T. K. O.; SANTOS, P. J. P. Estrutura da comunidade de meiofauna de praia arenosa numa região tropical do Brasil. **Atlântica (Rio Grande)**, v. 28, n. 2, p. 117-127, 2006.

RIERA, R. et al. Influence of the combined disposal of sewage and brine on meiofauna. **Ciencias marinas**, v. 39, n. 1, p. 15-27, 2013.

RODRIGUES, A. C. L. **Variação espacial da meiofauna com ênfase à nematofauna na Bacia do Pina, Pernambuco, Brasil**. 2002. 92 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Departamento de Zoologia – UFPE, 2002.

SÁNCHEZ-QUILES, D.; TOVAR-SÁNCHEZ, A. Are sunscreens a new environmental risk associated with coastal tourism? **Environ. Int.**, v. 83, p.158–170, 2015.

SANDULLI, R.; DE NICOLA-GIUDICI, M. Pollution effects on the structure of meiofaunal communities in the Bay of Naples. **Marine Pollution Bulletin**, v. 21, n. 3, p. 144-153, 1990.

SANDULLI, R.; DE NICOLA-GIUDICI, M. Responses of meiobenthic communities along a gradient of sewage pollution. **Marine Pollution Bulletin**, v. 22, n. 9, p. 463-467, 1991.

SANTOS, A.G. COMPARAÇÕES DAS COMUNIDADES NEMATOFANÍSTICAS DE TRÊS AMBIENTES COSTEIROS DO NORDESTE BRASILEIRO POR MEIO DE RESOLUÇÕES TAXONÔMICAS. 222 folhas. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Campina Grande, Cuité-PB, 2016.

SANTOS, G. H. C.; CARDOSO, R. S.; MARIA, T. F. Bioindicators or sediment relationships: Evaluating ecological responses from sandy beach nematodes. **Estuarine, Coastal and Shelf**

Science, v. 224, p. 217- 227, 2019.

SCHLACHER, T. A. *et al.* Golden opportunities: a horizon scan to expand sandy beach ecology. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 157, p. 1-6, 2015.

SCHMIDT-RHAESA, A.; **Handbook of Zoology, Gastrotricha, Cycloneuralia and Gnathifera**. Volume 2: Nematoda. Cambridge: CABI Publishing, p. 373–398, 2014.

SCHRATZBERGER, M.; WARWICK, R. M. Effects of the intensity and frequency of organic enrichment on two estuarine nematode communities. *Marine Ecology Progress Series*, v. 164, p. 83-94, 1998.

SCHRATZBERGER, M. *et al.* The impact of seabed disturbance on nematode communities: linking field and laboratory observations. *Marine Biology*, v. 156, n. 4, p. 709-724, 2009.

SCHROEDER, F.; PETERS, L.; TRAUNSPURGER, W. Nematodes in the periphyton of lakes: Variations in diversity, species composition, age structure, and sex ratio. *International Review of Hydrobiology*, v. 98, n.6, p. 322-333, 2013.

SHANNON, C.E.; W. Wiener. **The Mathematical Theory of Communication**. University of Illinois Press, Urbana, USA, 1963.

SHORT, A. D.; WRIGHT, L. D. Physical variability of sandy beaches. In: *Sandy beaches as ecosystems*. Springer, Dordrecht, p. 133-144, 1983.

SILVA, M.C. **Seasonal variation of the meiofauna in the Santa Cruz estuary in Brazil and their importance as prey for fishes**. 2003. 56 f. Thesis of International Nematology Course - Universiteit Gent, 2003.

SILVA, J. E. O. da *et al.* Nematofauna da Praia Formosa, município de Cabedelo-Paraíba-Brasil. 2020.

SKÓRCZEWSKI, P. *et al.* Abundance and distribution of fecal indicator bacteria in recreational beach sand in the southern Baltic Sea. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr*, v. 47, p. 503–512, 2012.

SMOL, N.; HEIP, C.; GOVAERT, M. The life cycle of *Oncholaimus oxyuris* (Nematoda) in its habitat. *Annales de la société Royale Zoologique de Belgique*, v. 110, p. 87 – 103, 1981.

SNELGROVE, P.V.R.; BUTMAN, C.A. Animal-sediment relationships revisited: Cause versus effect. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev*, v. 32, p. 111–177, 1994.

SOUSA, E. B. de *et al.* **Comparação da comunidade da meiofauna com ênfase no grupo nematoda de praias da Paraíba: Cabo Branco, Tambaú, Manáira e Bessa**. 2013.

SOUSA, E. B. de *et al.* **Taxonomia e ecologia de nematoda de quatro praias urbanas do litoral da Paraíba**. 2016.

STEYAERT, M. *et al.* Responses of intertidal nematodes to short-term anoxic events.

Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, v. 345, p. 175–184, 2007.

SUCIU, M. C. **Crustáceos como bioindicadores de impactos urbanos em praias arenosas do estado do Rio de Janeiro**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ, 2017.

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

URBAN-MALINGA, B. et al. Composition and distribution of meiofauna, including nematode genera, in two contrasting Arctic beaches. **Polar Biology**, v. 27, n. 8, p. 447-457, 2004.

URBAN-MALINGA, B. *et al.* Species-specific effect of macrobenthic assemblages on meiobenthos and nematode community structure in shallow sandy sediments. **Marine biology**, v. 161, n. 1, p. 195-212, 2014.

URBAN-MALINGA, B; MOENS, T. Fate of organic matter in Arctic intertidal sediments: Is utilisation by meiofauna important. **Journal of Sea Research**. p.239-248, 2006.

VANAVERBEKE, J. et al. Sediment-related distribution patterns of nematodes and macrofauna: Two sides of the benthic coin?. **Marine Environmental Research**, v. 71, n. 1, p. 31-40, 2011.

VANHOVE, S. *et al.* Comparative study of the nematode communities on the southeastern Weddell Sea shelf and slope (Antarctica). **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 181, p. 237 – 256, 1999.

VELOSO, V. G. *et al.* Comparison between the macroinfauna of urbanized and protected beaches in Rio de Janeiro State, Brazil. **Biol. Conserv**, v. 127, p. 510–515, 2006.

VENEKEY, V. Atualização do conhecimento taxonômico dos Nematoda na costa brasileira e sua ecologia na praia de Tamandaré-PE (Brasil). 2007.

VENEKEY, V.; FONSÊCA-GENEVOIS, V. G. da; SANTOS, P. J. P. dos. Influence of the tidal and rainfall cycles on the population structure and density of *Mesacanthion hirsutum* Gerlach (Nematoda, Thoracostomopsidae) on a tropical sandy beach (Tamandaré Bay, Pernambuco, Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 59, p. 253-258, 2011.

VENEKEY, V. *et al.* Effect of environmental factors on intertidal Nematoda in a tropical sandy beach (Tamandare Bay, Pernambuco, Brazil). **Journal of Coastal Research**, v. 30, n. 4, p. 785-794, 2014.

VIDAKOVIĆ, J. The influence of raw domestic sewage on density and distribution of meiofauna. **Marine Pollution Bulletin**, v. 14, n. 3, p. 84-88, 1983.

WARWICK, R. M.; PLATT, H. M.; SOMERFIELD, P. J. **Freeliving marine nematodes: part III. Monhysterida. Synopses of the British Fauna no. 53**. Field studies council, 1998.

WARWICK, R. M.; PRICE, R. Ecological and metabolic studies on free-living nematodes from an estuarine mud-flat. **Estuarine and coastal marine science**, v. 9, n. 3, p. 257-271, 1979.

WIESER, W. The effect of grain size on the distribution of small invertebrates inhabiting the beaches of Puget Sound. **Limnology and Oceanography**, v. 4, p. 181-194, 1959.

WIESER, W. et al. Sexual dimorphism of the Enchelidiidae (free-living marine nematodes) as a taxonomic problem. **Zoologischer Anzeiger**, v. 150, n. 7/8, p. 152-170, 1953.

WILSON, M. J.; KHAKOULI-DUARTE, T. (Ed.). Nematodes as environmental indicators. **CABI**, 2009.