

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos
Trópicos

KARLA PRISCILA BARROS DA SILVA

DIVERSIDADE E HETEROGENEIDADE ESPACIAL DA MEIOFAUNA: COM ÊNFASE EM
NEMATODA EM ECOSSISTEMAS RECIFAIS DE ALAGOAS-BRASIL

MACEIÓ
Março/ 2012

KARLA PRISCILA BARROS DA SILVA

**DIVERSIDADE E HETEROGENEIDADE ESPACIAL DA MEIOFAUNA: COM ÊNFASE EM
NEMATODA EM ECOSSISTEMAS RECIFAIS DE ALAGOAS-BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Conservação da Biodiversidade Tropical.

Orientadora: Dra. Taciana Kramer de Oliveira Pinto

MACEIÓ
Março/ 2012

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária: Fabiana Camargo dos Santos

S586d Silva, Karla Priscila Barros da.
Diversidade e heterogeneidade espacial da meiofauna : com ênfase em Nematoda em ecossistemas recifais de Alagoas - Brasil / Karla Priscila Barros da Silva. – 2012.
64f. : il.

Orientador: Taciana Kramer de Oliveira Pinto.
Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Maceió, 2012.

Inclui bibliografia.

1. Nematoda. 2. Recifes de coral. 3. Ecossistema recifal – Complexidade estrutural. 4. Métodos de amostragem. I. Título.

CDU: 595.13

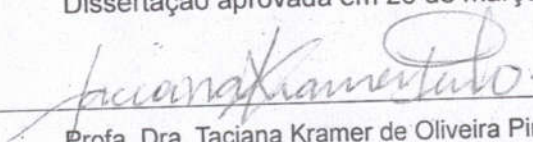
Folha de aprovação

Karla Priscila Barros da Silva

DIVERSIDADE DE HETEROGENEIDADE ESPACIAL DE NEMATODA DO ECOSSISTEMA RECIFAL DE PARIPUEIRA, AL – BRASIL.

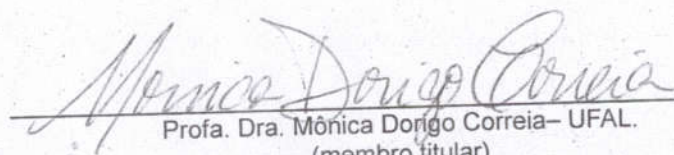
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Conservação da Biodiversidade Tropical.

Dissertação aprovada em 26 de março de 2012.

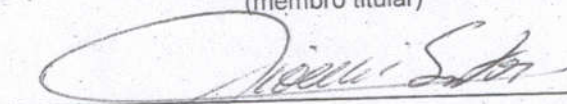


Profa. Dra. Taciana Kramer de Oliveira Pinto - UFAL

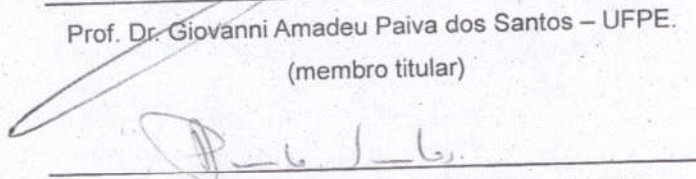
Orientador



Profa. Dra. Mônica Dorigo Correia – UFAL.
(membro titular)



Prof. Dr. Giovanni Amadeu Paiva dos Santos – UFPE.
(membro titular)



Prof. Dr. Paulo Jorge Parreira dos Santos – UFPE.
(membro titular)

MACEIÓ - AL

Março / 2012

*Dedico este trabalho aos meus pais,
Ana Lúcia Barros da Silva e Carlos
César Cândido da Silva, por lutarem
pelo meu futuro, investindo sempre
em meus estudos.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço sempre a Deus, por todas as conquistas que Ele me ofereceu e oferece, e por me tornar forte a cada desafio e obstáculo que a vida traz. Agradeço por ter me dado forças para enfrentar o momento mais difícil da minha vida.

À minha orientadora Dra. Taciana Kramer de Oliveira Pinto, por todos os ensinamentos, por me apresentar ao maravilhoso mundo da meiofauna, o amor pelo seu trabalho me contagiou e hoje eu me sinto realizada neste “mundo” que até ontem eu não conhecia. Agradeço por disponibilizar todos os materiais para que eu pudesse trabalhar em casa, por conta do meu acidente. Obrigada por me ajudar, me apoiar e confiar sempre em mim.

À Universidade Federal de Alagoas e ao Programa de Pós-graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos.

À coordenadora do Programa Dra. Nídia Noemi Fabr , por todo empenho em tornar este curso cada vez melhor e pela sua preocupação e ajuda durante o mestrado.

À FAPEAL e a CAPES pela concessão da bolsa do mestrado em Ciências Biológicas.

À secret ria da pós-graduação Mel nia Pedrosa, pela atenção e paciência em resolver todos os problemas durante o curso.

  professora Dra. Ana Cl dia Mendes Malhado e ao professor Dr. Richard James Ladle, pelos ensinamentos e pela valiosa ajuda quando escrevi meu artigo.

Ao professor Dr. Vandick da Silva Batista, pelo incentivo, aprendi ainda mais, que os desafios s  são para os fortes.

A todos os professores do programa de pós-graduação pelos valiosos ensinamentos deixados.

Aos membros da banca de defesa professora Dra. M nica Dorigo Correia, professor Dr. Giovanni Amadeu Paiva dos Santos e ao professor Dr. Paulo Jorge Parreira dos Santos, pela disponibilidade e pela valiosa contribuição.

À Gildete Bezerra, estagiária do Laboratório de Ecologia Bentônica /UFAL-Penedo, por me ajudar na triagem e montagem das lâminas permanentes.

Aos estagiários do Laboratório de Ecologia Bentônica, Marta Caroline, Rafael Carnaúba, Laryssa Tycyana, Wárly dos Santos, Fernanda Fróes, Washington Azevedo, pela ajuda nas coletas realizadas e por sempre me ajudarem quando precisava.

À minha mãe Ana Lúcia Barros da Silva, meu anjo no momento mais difícil da minha vida, ela foi e é a minha força. Meu pai Carlos César Cândido da Silva, meus irmãos Thiago César Barros da Silva e Bruno Rafael Barros da Silva e a minha linda bisavó Maria José Barros. Amo todos vocês.

Ao meu querido noivo e grande amigo José Jamerson Teles Chagas, pelo amor, incentivo e paciência e por sempre me socorrer quando eu entrava em desespero com os trabalhos, obrigada por sempre me ajudar, amo muito você.

Às minhas amigas, Larissa Lourenço de Moura Villa Nova, Joicy Marques, Viviane Ferreira da Silva, Renata Almeida Ferreira e Priscila Maria Pereira Araújo pelo apoio e incentivo.

*“Se eu cheguei até aqui foi porque me apoiei
nos ombros dos gigantes”.*

Isaac Newton

RESUMO

A meiofauna apresenta um papel muito importante no ecossistema recifal, auxiliando na produtividade primária local e servindo de alimento para peixes juvenis e pequenos crustáceos. Os estudos realizados para nematofauna e meiofauna em recifes de coral ainda são escassos e devido a isto ainda não existe uma metodologia padrão para o substrato consolidado. O presente trabalho se divide em dois capítulos que tiveram como objetivos, identificar a metodologia mais eficaz para coleta da meiofauna de substrato recifal (cap.I) e caracterizar a comunidade da nematofauna no ecossistema recifal de Paripueira.AL (cap.II). No ecossistema recifal de Pontal do Peba, as coletas foram realizadas em dois períodos, agosto de 2010 e agosto de 2011 em três áreas. Para as amostras de meiofauna foram testados 2 métodos de amostragem: bomba de sucção (com 3 tratamentos diferentes: I= 20s, II= 1' e III= 5' de sucção) e raspagem = IV. Foram observadas diferenças significativas na abundância dos grupos da meiofauna e na composição, abundância e diversidade dos gêneros de Nematoda. Porém, apenas o método IV obteve os maiores valores, indicando este método como sendo o mais eficiente para a amostragem da meiofauna. No ecossistema recifal de Paripueira, foram coletadas 10 amostras de meiofauna em duas áreas recifais e 10 amostras de poça do entorno dos recifes em dois momentos de coleta. Todas as amostras foram realizadas de forma aleatória. Foram ainda coletadas 10 amostras de água da coluna d'água no entorno dos recifes e das poças de maré nas duas áreas recifais. Para avaliar a complexidade estrutural do recife, o método das correntes foi realizado nas duas áreas, para estimar o índice de rugosidade. Foram identificados 75 gêneros de Nematoda no ecossistema recifal. Os dados foram analisados através de análises uni e multivariadas. As áreas recifais diferiram significativamente tanto em termos da nematofauna quanto em relação a complexidade do hábitat. Pode-se concluir que os recifes apresentam uma nematofauna típica e diferenciada do substrato incolosidado do entorno. A influência da exploração dos recifes pelo turismo pode ter se sobreposto à complexidade do hábitat como fator estruturador da comunidade de Nematoda.

Palavras-chave: Nematoda, Complexidade estrutural, Recifes de coral, Métodos de amostragem.

ABSTRACT

The meiofauna has an important role in reef ecosystems, helping in local primary production and serving as food for juvenile fish and small crustaceans. Studies conducted to nematofauna and meiofauna in the coral reefs are scarce and because of this there is still no sampling standard methodology. This paper is divided into two chapters that had the purpose of identifying the most effective methodology for sampling meiofauna of the hard bottom of the reefs (chap.I) and characterize the Nematoda community of the Paripueira reef ecosystem (chap.II). In the reefs of the Pontal do Pebabeach, samples were carried out in two periods, August 2010 and August 2011, in three areas. Two sampling methods were tested: suction pump (with three different times of suction: I = 20s = 1 II 'and III = 5') and scraping (IV). Significant differences were observed in the abundance of meiofauna groups and composition, abundance and diversity of Nematoda genera. Through the scraping method the highest values of this community descriptors were found, indicating this method as the most efficient for the sampling of meiofauna of reefs. In Paripueira reef ecosystem 10meiofauna samples in two reef areas and 10 samples from the tidal pools around the reefs in these two areaswere collected in two periods of sampling. All samples were taken randomly. Ten samples of water column surrounding reefs were also done for the two reef areas. To evaluate the structural complexity of the reef, the chain link method was carried out in the two areas, to estimate the rugosity index. We identified 75 genera of Nematoda in the reef ecosystems. Data were analyzed using univariate and multivariate analysis. The reef areas differ significantly in terms of nematofauna and related to habitat complexity. It can be concluded that reefs have a typical of the nematofauna. The influence of the exploitation of reefs for tourism may have overlapped the habitat complexity as a factor structuring the Nematoda community.

Key-words: Nematoda, Structural complexity, Coral an sandstone reefs, Sampling methods.

LISTA DE FIGURAS

Evaluating the accuracy of sampling methods for reef meiofauna community structure studies

Figure 1: Environmental Protection Area of Piaçabuçú, AL, Brazil showing studied area.....5

Figure 2: Meiofauna groups mean density (ind.10cm⁻²) (±std) in all sampling methods (I=20s suction, II= 1' suction, III=5' suction (a) and IV=scraping (b)).....8

Figure 3: Multi Dimensional Scaling analysis applied to meiofauna groups abundance data all sampling methods (I=20s suction, II= 1' suction, III=5' suction and IV=scraping).....9

Figure 4: Mean density (ind.10cm⁻²) (±std) of the most representative Nematoda genera in all sampling methods (I=20s suction, II= 1' suction, III=5' suction (a) and IV=scraping (b)).....10

Figure 5: Mean Nematoda genera univariate indexes (±std) applied to Nematoda genera in all sampling methods (I=20s suction, II= 1' suction, III=5' suction and IV=scraping). (h= Shannon –Wiener's diversity and j=Pielou's eveness) (*=significant differences).....12

Figure 6: Multi Dimensional Scaling analysis applied to Nematoda genera abundance data in all sampling methods (I=20s suction, II= 1' suction, III=5' suction and IV=scraping).....13

Diversidade e Heterogeneidade Espacial de Nematoda no Ecossistemarecifal de Paripueira-AL

Figura 1: A: localização da área de estudo, B: áreas de coleta (A1=recife da Pedra Podre, A2=Recife de Santiago) no ecossistema recifal de Paripueira-AL.....25

Figura 2- Densidade média e desvio padrão dos gêneros mais representativos no ecossistema recifal de Paripueira-AL.....35

Figura 3- Densidade média e desvio padrão dos gêneros de Nematoda mais representativo da Área 1(recife da Pedra Podre) e Área 2 (recife de Santiago) de Paripueira-AL.....	37
Figura 4- NMDS dos gêneros de Nematoda nas duas áreas recifais (área 1= recife da Pedra Podre e área 2= recife de Santiago) de Paripueira-AL.....	38
Figura 5- Índices univariados (diversidade de Shannon = H e equitabilidade de Pielou = J) nas duas áreas recifais (área 1= recife Pedra Podre e área 2= recife de Santiago), no ecossistema recifal de Paripueira-AL.....	39
Figura 6- Valores médios do índice de rugosidade das áreas recifais (Área 1 – recife Pedra Podre e Área 2- recife de Santiago) de Paripueira-AL.....	40
Figura 7- Densidade dos gêneros de Nematoda mais abundantes (abundância relativa >5%) dos substratos de Poça e Recife, na Área 1 (A.1) e Área 2 (A.2), no ecossistema recifal de Paripueira-AL.....	41
Figura 8- Abundância relativa dos grupos tróficos (Wieser 1954) no substrato da poça e recife em todas as situações de coleta no ecossistema recifal de Paripueira-AL.....	44
Figura 9- NMDS dos gêneros de Nematoda nos dois tipos de substratos recife e poça no ecossistema recifal de Paripueira-AL.....	45

LISTA DE TABELAS

Evaluating the accuracy of sampling methods for reef meiofauna community structure studies

Table 1: Analysis of Similarity (ANOSIM) applied to meiofauna higher taxa density values in all sampling methods (I=20s suction, II= 1' suction, III=5' suction and IV=scraping).....9

Table 2: Analysis of Similarity (ANOSIM) applied to Nematoda genera density values in all sampling methods (I=20s suction, II= 1' suction, III=5' suction and IV=scraping).....12

Diversidade e Heterogeneidade Espacial de Nematoda no Ecossistema recifal de Paripueira-AL

Tabela 1- Valores médios dos parâmetros abióticos mensurados na Área 1 (recife da Pedra Podre) e Área 2 (recife de Santiago) do ecossistema recifal de Paripueira-Alagoas.....30

Tabela 2- Ocorrência dos gêneros de Nematoda exclusivos, registrados no substrato de poça e recife em todas as situações de coleta no ecossistema recifal de Paripueira-AL.....41

SUMÁRIO

Apresentação.....	1
1Evaluating The Accuracy of Sampling Methods for reef meiofauna community structure studies.....	2
1.1 Introduction.....	3
1.2 Material and methods.....	4
1.3 Results.....	7
1.4 Discussion.....	13
Acknowledgments	16
Referências.....	17
2Diversidade e Heterogeneidade Espacial de Nematoda no Ecossistema recifal de Paripueira-AL.....	20
2.1 Introdução.....	21
2.2 Materiais e Métodos.....	24
2.3 Resultados.....	29
2.4 Discussão.....	45
Apêndice.....	51
Referências	53

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação é composta por dois capítulos, redigidos no formato de artigo. O capítulo I, intitulado “Evaluating the accuracy of sampling methods for reef meiofauna community structure studies” foi redigido de acordo com as normas do periódico *Bulletin of Marine Science*, o qual foi submetido em 2011.

Este capítulo teve como objetivo testar duas metodologias de coletas para a meiofauna no recife, realizado na praia de Pontal do Peba - Piaçabuçu/AL.

O segundo capítulo segue as normas propostas pela coordenação do programa da pós-graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos. Intitulado: “Diversidade e heterogeneidade espacial de Nematoda no ecossistema recifal de Paripueira- AL” teve como objetivo caracterizar a nematofauna do ambiente recifal. Este capítulo será enviado para *Scientia Marina*.

EVALUATING THE ACCURACY OF SAMPLING METHODS FOR REEF MEIOFAUNA COMMUNITY STRUCTURE STUDIES

Karla Priscila Barros da Silva & Taciana Kramer Pinto

Abstract - Despite playing a potentially important role in ecosystem functioning the meiofauna are possibly the least studied animals associated with hard bottoms such as coral and sandstone reefs. A significant limitation in meiofauna research has been the lack of standardized sampling methods for species inhabiting hard surfaces. To address this problem the present study aims to assess the accuracy of 4 sampling methods proposed for the reef meiofauna community: a suction pump at 3 different suction treatments (I=20s, II=1' and III=5') and substrate scraping (IV). Significant differences were observed in abundance of the meiofauna groups, and composition and diversity of Nematoda genera. The highest values were always generated by substrate scraping (method IV). We conclude that scraping is a more accurate method of sampling (among the methods tested) and we recommend the adoption of this method for future hard bottom meiofauna studies.

Key-words: Nematoda, Coral and sandstone reefs; Scraping; Sampling techniques

1.1 Introduction

Meiofauna have been observed since the advent of microscopy at the end of 19th century. Remane (1933) was the first to use the term "interstitial fauna" and later, Mare in 1942, referred to these tiny metazoans as meiofauna. Meiofauna are a heterogeneous group of animals defined in terms of their size – they can pass through a 0.5 mm mesh sieve size but are retained on one of 0.044 mm (McIntyre and Holmes 1984). The meiofauna include about 30 phyla of invertebrates that inhabit sediments in aquatic environments. They are traditionally considered to have an interstitial behavior in soft sediments, although burrowers and epifaunal forms are also common. Raes and Vanreusel (2006) recently coined the term "meioepifauna" to refer to meiofauna which live upon well-defined surfaces such as coral reefs.

In spite of a reasonably large number of meiofauna studies in different kinds of aquatic environments and at almost all latitudes, few have been carried out on hard substrates such as coral or sandstone reefs. Rare exceptions include an investigation of the meiofauna associated with sediments composed from coral fragments (Raes and Vanreusel 2006, De Troch et al. 2008, Gheerardyn et al. 2008, Gheerardyn et al. 2009), several studies of soft sediments inside reef tidal pools (Maranhão et al. 2000, Netto et al. 2003), investigations on sewage impact on a rocky system (Fraschetti *et al.* 2006), research on artificial substrata (Fonseca-Genevois *et al.* 2006, Gobin & Warwick 2006) and scattered attempts to clarify meiofauna community patterns associated with the hard surfaces of the reefs (Logan et al. 2008).

Meiofauna may influence primary production rates through grazing, contribute to the breakdown of particulate organic matter, provide detritus and energy to higher trophic levels (Coull 1988) and serve as food for juvenile fishes and macroinvertebrates (Logan *et al.* 2008). They therefore play an important role in the energy dynamics of benthic ecosystems. Elucidating meiofauna community structure may therefore be fundamental to furthering our understanding of the functioning and conservation of reef systems.

The scarcity of research has probably contributed to a lack of standardization of sampling methods which, in turn, is holding back comparative analysis. For example, with respect to meiofauna from hard substrates several different methods

have been used: Danovaro and Fraschetti (2002) developed a corer with a lateral window into which a spatula could be inserted and used to scrap hard surfaces. In contrast, Atilla et al. (2003) used a suction sampler modified from Taylore et al. (1995) to suck the meiofauna up from an artificial substrate (a wooden pier). The latter authors commented that suction was effective enough to remove macroinvertebrates encrusted on the substrate surface and suggest that the method might be effectively used for meiofauna. However, they also highlighted the need for additional studies to better assess the accuracy and efficiency of the different methods.

Scraping is a destructive method where all the material, vegetal and animal, is removed from the reef surface. Using a suction method to remove only the research target animals is therefore much more desirable. Furthermore, samples from suction are typically smaller and easier to process. It is important to investigate the efficiency of the sampling method in addition to sampling effort and design because all these factors may influence the assessment of diversity and abundance of the benthic fauna. In this context the present work aims to evaluate the relative effectiveness of four sampling methods (three different suction treatments and scraping) for studying the structure of a hard bottom meiofauna community.

1.2 Material and Methods

Study site

The State of Alagoas, northeastern Brazil, has 230 km of coast which contain a range of aquatic environments including mangroves and coral reefs. The reef environment is both social and economically relevant to the region because it supports several activities related to tourism and fishing sectors.

Correia (2011) characterized Alagoas' reefs and divided them in three zones: North Coast, Central Coast and South Coast. The present work was carried out at South Coast in *Pontal do Peba* Beach inside the Environmental Protected Area of Piaçabuçu, which was created in 1983 (Marra 1989) (Fig. 01). The South Coast is mainly composed by sandstone reefs, although coral reefs can be present (Correia 2011).

The sandstone reefs were formed during the Quaternary period as a result of carbonate or iron oxide sedimentation arising from the reaction of freshwater

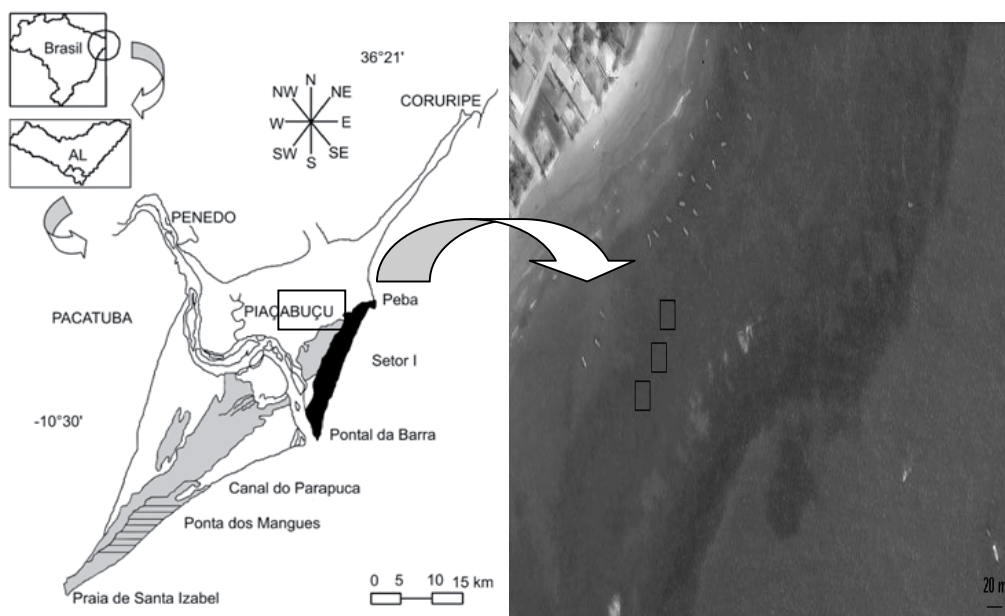
and silica from sedimentary reefs (Barbosa, 1985, Correia 2011). In general these formations are situated parallel to the beach line and can extend for many kilometers along the coast (Fig. 01).

The southern limit of this Coast is the mouth of the São Francisco River, which has an average annual flow of $2700\text{m}^3/\text{s}$. The contribution of freshwater and suspended material of this river leads to reduced salinity and increased water turbidity in surrounding coastal regions, especially during the wet season when a higher volume of rain is observed. These abiotic characteristics lead to a reef environment dominated by a limited number of coral species: *Siderastrea stellata*, *Favia gravida* e *Mussismilia hispida* (Correia 2011). The vegetal coverage of the reef is composed of sparse algal turfs mainly represented by *Ulva lactuca* - The latter species occurring in only in some periods of the year. Motile macrobenthic invertebrates (e.g. *Aplysia* sp., *Echinometra lucunter* and specimens of the taxa Holoturoidea and Paguridae) are commonly registered in low abundances.

Reefs are environments that often present a high physical complexity due substrate's features such as the holes and burrows of benthic organisms. Soft sediments of the surrounding habitats, like tidal pools, are re-suspended to the water column by local hydrodynamics and may be trapped in these physical features of the reef. Thus, despite reef environments being considered as hard substrata, unconsolidated sediments are often present.

The chain link method (Luckhurst and Luckhurst 1978, Ferreira et al 2001) was applied to characterize the reefs studied in relation to habitat heterogeneity. This method consists of placing a 1m length chain over the reef, filling the entire surface contour of the reef. A ratio of distance along the reef surface contour to linear horizontal distance gives an index of rugosity. Using this method it was possible to verify a mean index of rugosity of 0.87.

Figure 01: Environmental Protection Area of Piaçabuçu, AL, Brazil showing studied area.



Fonte: Google maps.

Meiofaunal Sampling

Sampling was carried out in August 2010 and August 2011, in a reef at *Pontal do Peba Beach* ($10^{\circ}21'23.45''S$ and $36^{\circ}17'40.89''W$) (Fig. 01) in three areas (one in 2010 and two in 2011) of $400m^2$ and about 50m from each other. In August 2011, meiofauna was sampled using 4 different sampling methods: (I) 20 seconds suction, (II) 1 minute suction, (III) 5 minutes suction and (IV) scraping. In each area four replicates for each method were taken randomly during low tide by throwing a $20 \times 20cm$ quadrat above the reef crest. For methods I, II and III an electrical water pump of 12v and flow of 62,5 ml/s was used.

The material within the quadrat was sucked through a pipe with a fork-like tip - a shape which favors sediment re-suspension and consequently fauna removal. The collected material was placed on a sieve with a mesh size of 0.045 mm and transferred to plastic containers. For method IV all the material (including vegetal material) within the quadrat was removed with a scoop, transferred to plastic containers and fixed with 4% seawater-buffered formalin. In the laboratory the scraping samples were washed in tap water through sieves with mesh sizes of 0.5 and 0.045 mm. During this process plant material was carefully sifted to avoid animal loss. Samples from treatments I, II and III were also washed with the two

aforementioned sieves. The material retained by the 0.045 mm sieve was retained for analysis. Meiofaunal higher taxa were enumerated and a hundred nematodes were picked out (when available) from each replicate, and mounted on permanent slides (following De Grisse 1969), and identified to genus level according to Warwick *et al.* (1998). In the first period of sampling, August 2010, only 3 replicates for methods I, II and IV were collected and nematode genera were only identified for methods II and IV.

Data Analysis

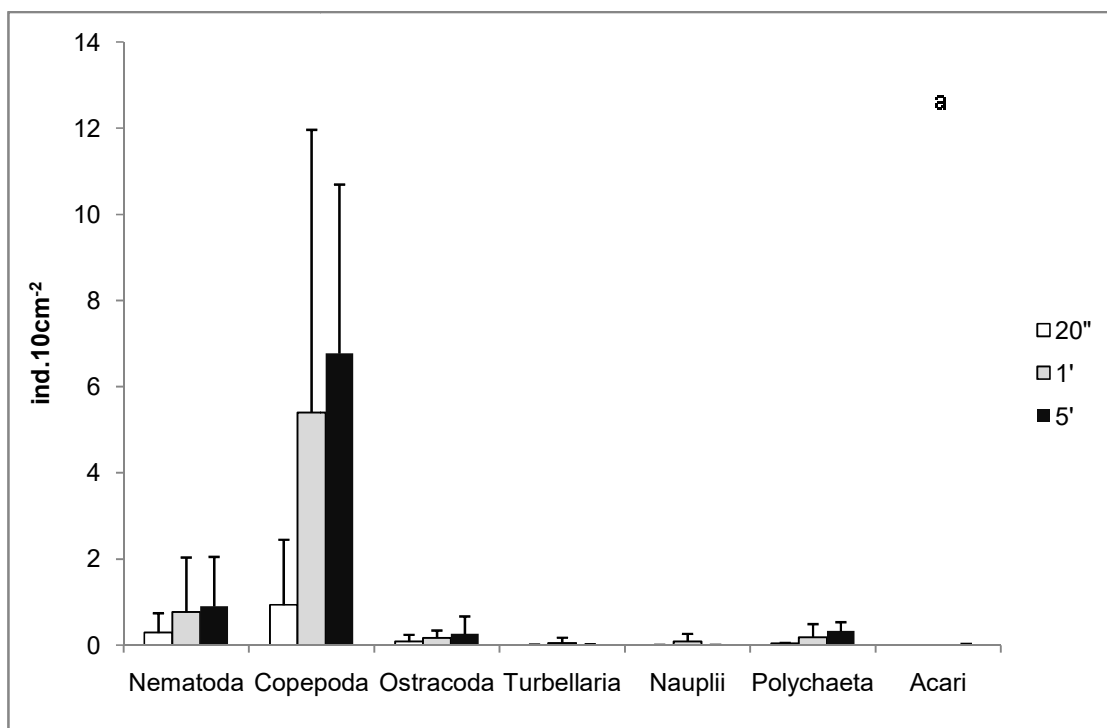
Univariate and multivariate analysis were applied to the absolute abundance of meiofauna taxa and nematode genera. Density was calculated in ind.10cm⁻². A multifactorial ANOVA was used to test for differences in the univariate diversity and richness indices used: Shannon-Wiener diversity ($\log_e$), the species richness and the Pielou evenness. These indices were calculated using the software PRIMER. Levene's and Shapiro-Wilk's tests were used to verify parametric ANOVA requirements. The independent variables considered in the ANOVA were: periods of sampling, reefs and methods. Analysis of variance was carried out using Statistica v. 5.0 software. A multidimensional scaling ordination (MDS) was applied (following Clarke and Warwick, 1994) to meiofauna and nematode genera abundance data to verify patterns of dissimilarity of the community structure in different samples.

A Permutational multivariate analysis of variance – PERMANOVA (Anderson 2001, McArdle and Anderson 2001) was applied to nematode genera abundance data to identify differences in community structure generated by the different sampling methods. In order to run this routine, it was necessary to exclude the first period of sampling because the analysis does not allow an unbalanced sampling design. The former analysis was performed with the PRIMER v. 5.0 software package for which the Bray-Curtis similarity index was used. A significance level of $p < 0.05$ was used in all statistical tests. Analysis was carried out using non-transformed data in order to detect changes in community structure without being unduly influenced by either dominant or rare species (Pinto *et al.* 2006).

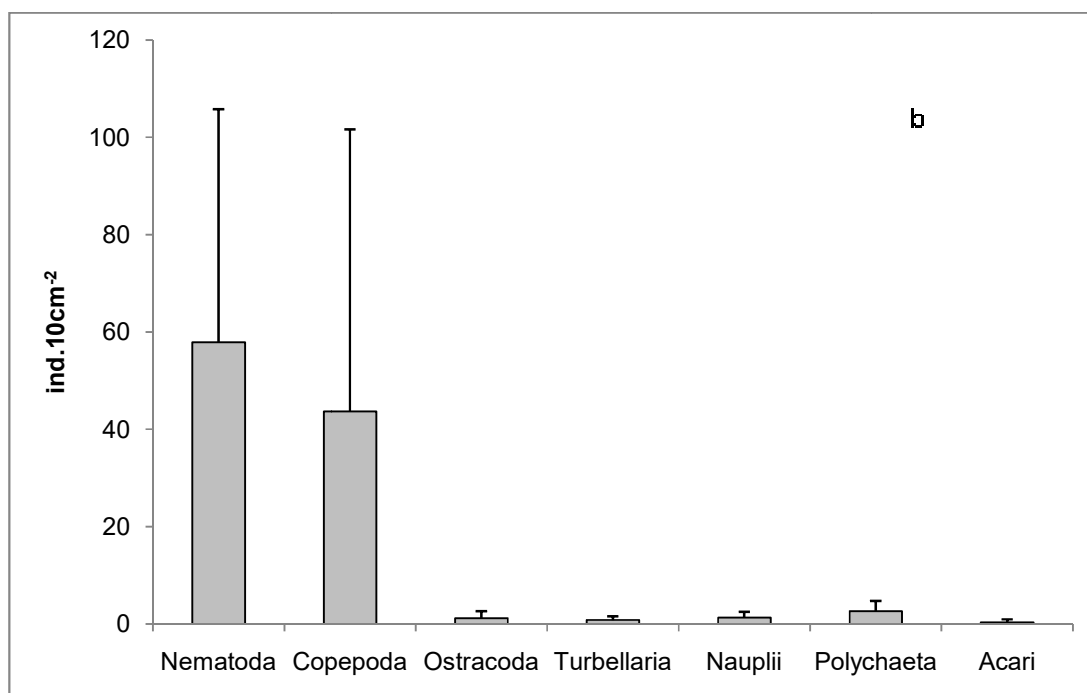
1.3 Results

The meiofauna comprised seven higher taxonomic groups: Nematoda, Copepoda, Ostracoda, Turbellaria, Acari, Crustacea in nauplius larval stage, and both adult and juvenile Polychaeta. All of these taxa were registered in samples taken with all four methods, except for Acari which were only found in method III (5') samples. The dominant taxa for methods I, II and III were the same: Copepoda, followed by Nematoda. However density values increased with increasing suction time. In scraping samples (IV) nematodes were dominant followed by copepods, with density values for total meiofauna ten times greater compared to the three suction methods (Fig. 02).

Figure 02: Meiofauna groups mean density (ind.10cm⁻²) ($\pm$ std) in all sampling methods (I=20s suction, II= 1' suction, III=5' suction (a) and IV=scraping (b)).



Fonte: Autora desta dissertação, 2012.

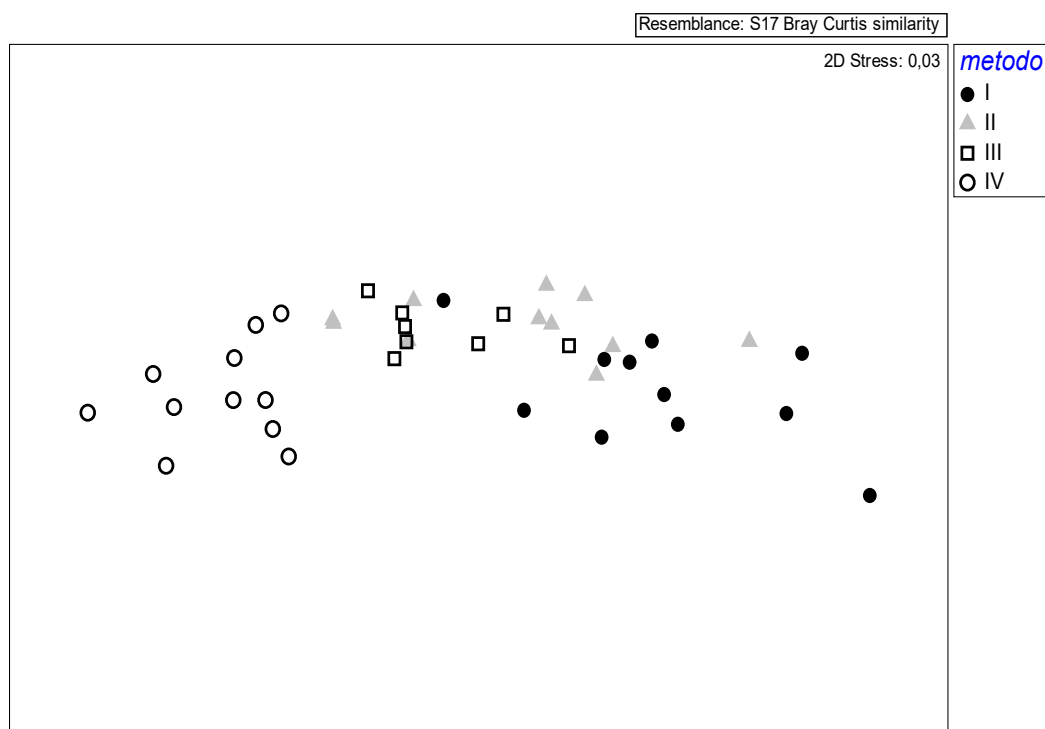


Fonte: Autora desta dissertação, 2012.

Significant differences in meiofauna taxa among methods were identified by PERMANOVA, independent of the reef area sampled. *Aa posteriori* pairwise test identified these differences as between method IV and the suction methods (I to III), and also between method I and III (tab. 01). These patterns can be clearly observed in the MDS bidimensional graphics (Fig. 03).

All individual nematodes in samples from the methods I, II and III were identified (having less than 100 individuals). Method IV generated much higher nematode abundance and only the first 100 in each sample were identified.

Figure 03: Multi Dimensional Scaling analysis applied to meiofauna groups abundance data all sampling methods (I=20s suction, II= 1' suction, III=5' suction and IV=scraping).



Fonte: Autora desta dissertação, 2012.

Table 01: Analysis of Similarity (ANOSIM) applied to meiofauna higher taxa density values in all sampling methods (I=20s suction, II= 1' suction, III=5' suction and IV=scraping).

	R	P
I-IV	0.983	0.001
II-IV	0.869	0.001
III-IV	0.927	0.002

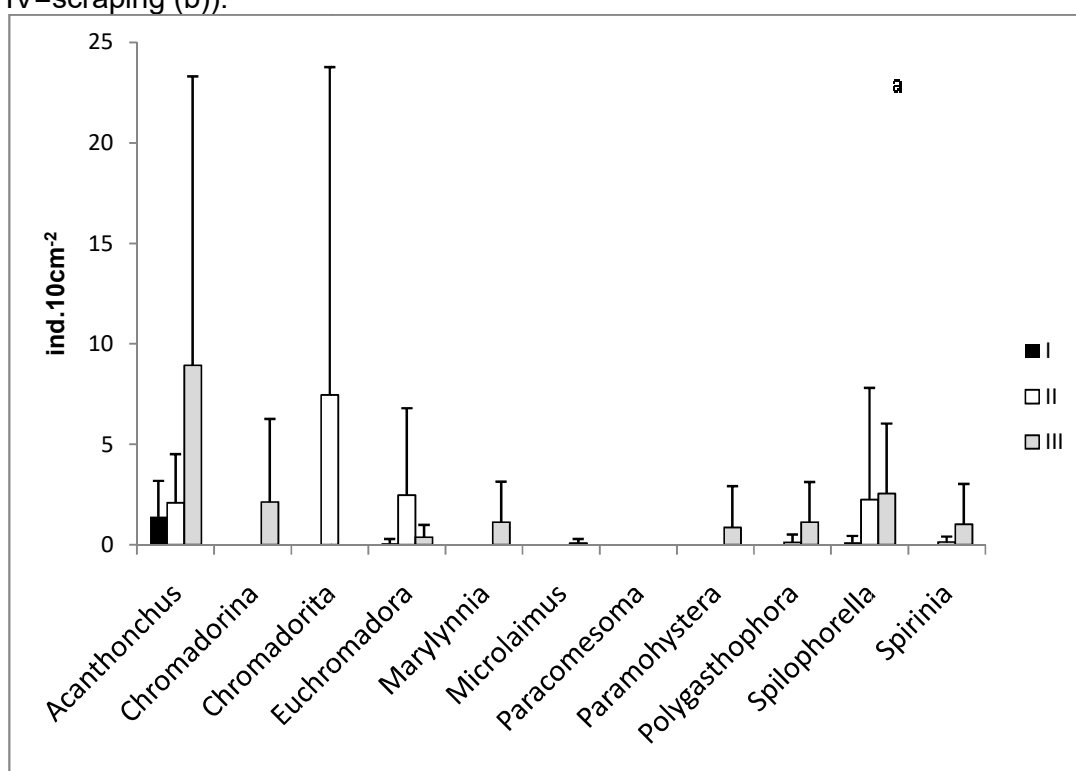
Fonte: Autora desta dissertação, 2012.

In total 52 Nematoda genera were registered (table 02): 47 sampled through method IV with 19 genera exclusive to that method; 5 through method I with 1 genus

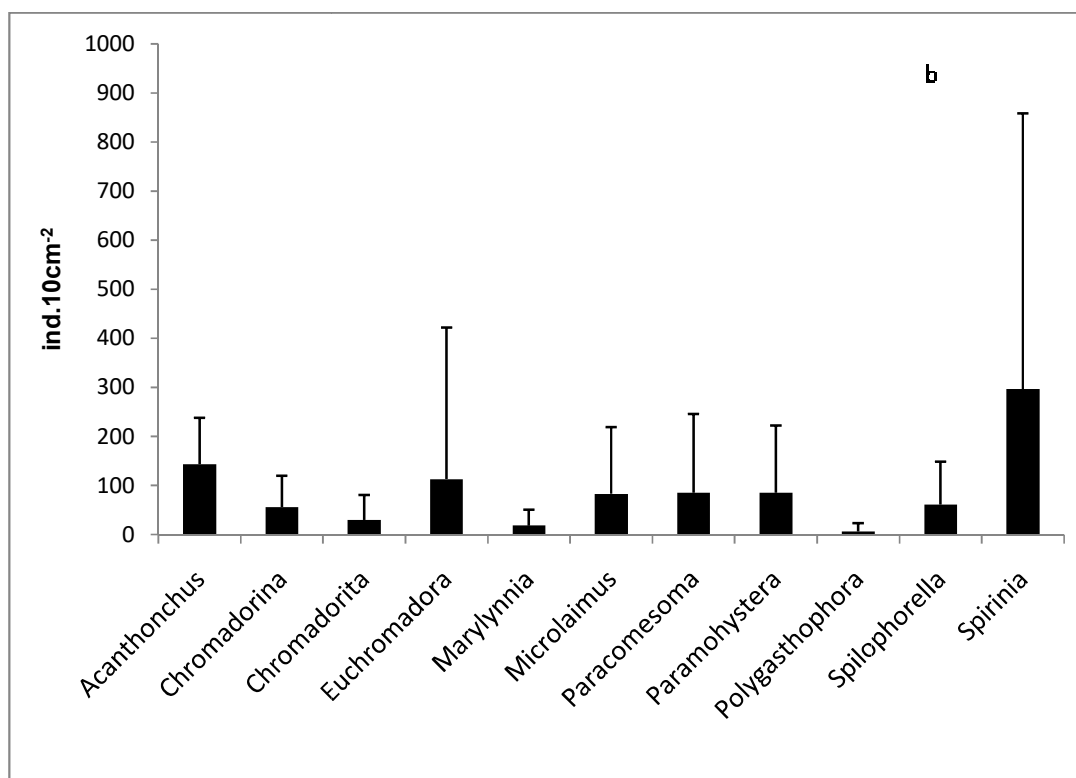
exclusive, *Scaptrella*; 18 through method II without no exclusive genera, and; 21 through method III with 1 genus exclusive.

Density values were more than 30 times higher in the scraping samples than in suction samples. The dominant genus also differed among methods. *Acanthonchus* dominated in I and III, *Chromadorita* in II and *Spirinia* in IV - although *Acanthonchus* was the second most abundant in this method (Fig. 04).

Figure 04: Mean density (ind.10cm⁻²) ($\pm$ std) of the most representative Nematoda genera in all sampling methods (I=20s suction, II= 1' suction, III=5' suction (a) and IV=scraping (b)).



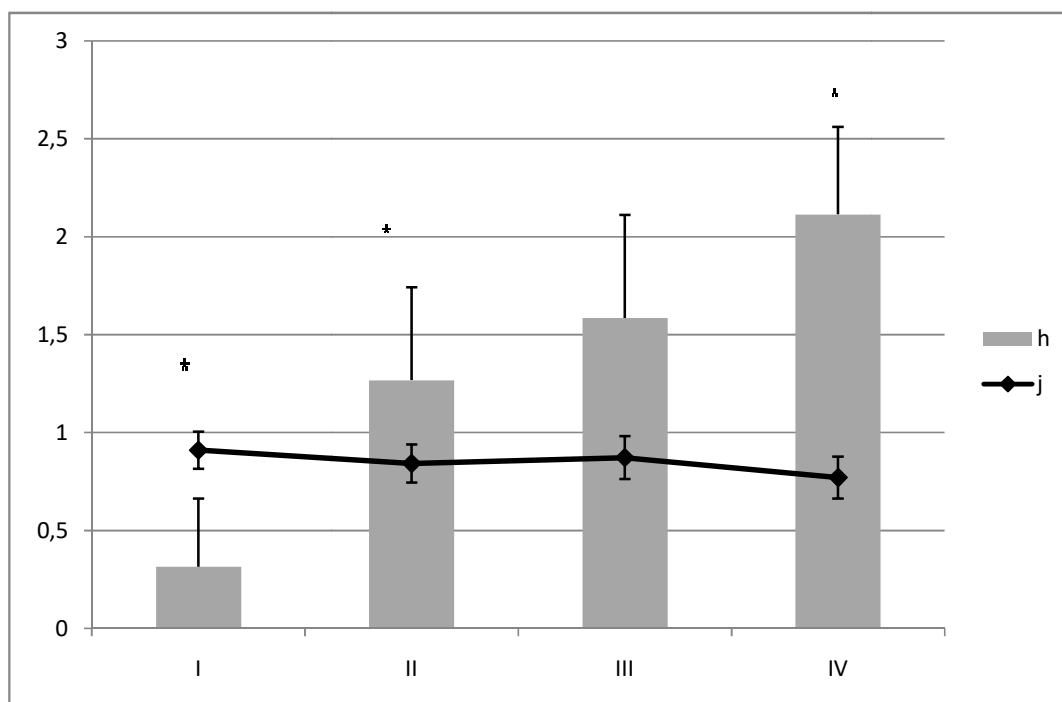
Fonte: Autora desta dissertação, 2012.



Fonte: Autora desta dissertação, 2012.

In addition to differences related to number and abundance of genera recorded, univariate indices of diversity and evenness were also different among methods (FFig. 06). A Multifactorial ANOVA, using methods, reef areas and sampling periods as factors, revealed significant differences for both indices related to methods ($F=35.25$; $p=0.000$ and $F=3.08$; $p=0.048$, for diversity and evenness respectively). Results were not significant for reef, sampling periods or for the intercept. Tukey *post-hoc* comparison test identified significant differences between the scraping method and the suction methods for H' ($p=0.0001$, $p=0.001$ and $p=0.04$ to I, II and III against IV, respectively), and between method IV and II for J' (0.007).

Figure 05: Mean Nematoda genera univariate indexes ($\pm$ std) applied to Nematoda genera in all sampling methods (I=20s suction, II= 1' suction, III=5' suction and IV=scraping). (h= Shannon –Wiener's diversity and j=Pielou's evenness) (*=significant differences).



Fonte: Autora desta dissertação, 2012.

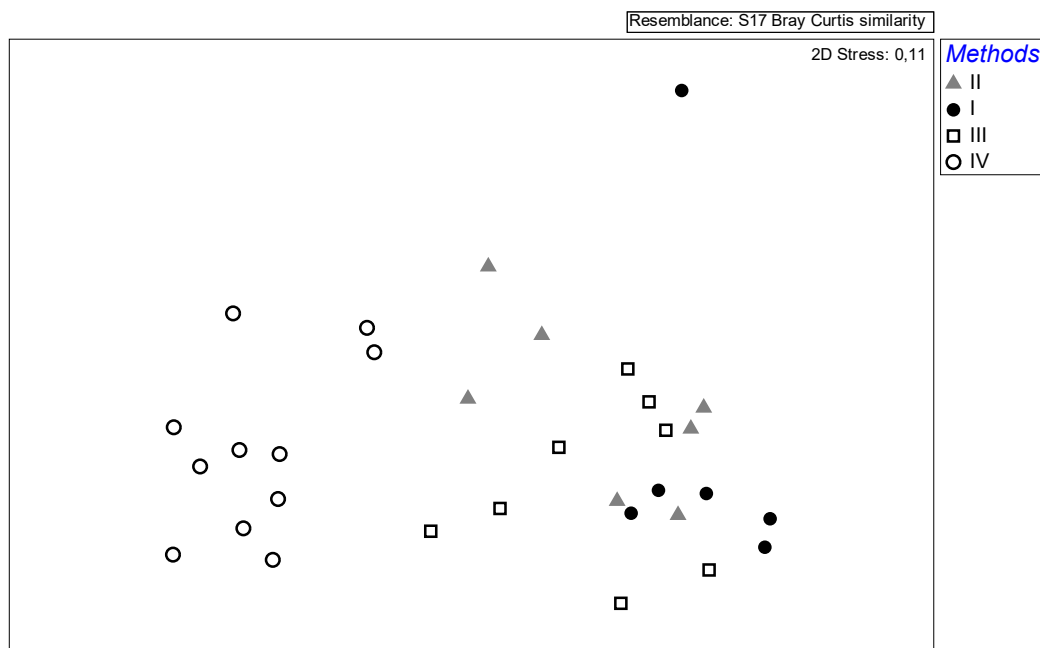
Multi Dimensional Scaling (MDS) applied to non-transformed nematode genera abundance data showed dissimilarity among method IV and other methods (Fig. 06). These differences were highly significant (table 04) for methods (F=2.31; $p=0.0003$), but not for the reef or the intercept. The pairwise *a posteriori* comparison was significant only for method IV and the other methods (table 02).

Table 02: Analysis of Similarity (ANOSIM) applied to Nematoda genera density values in all sampling methods (I=20s suction, II= 1' suction, III=5' suction and IV=scraping).

	R	<i>p</i>
I-IV	0.777	0.001
II-IV	0.848	0.002
III-IV	0.580	0.001

Fonte: Autora desta dissertação, 2012.

Figure 06: Multi Dimensional Scaling analysis applied to Nematoda genera abundance data in all sampling methods (I=20s suction, II= 1' suction, III=5' suction and IV=scraping).



1.4 Discussion

The results clearly indicate that scraping (method IV) is more effective than the suction pump methods (independent of sampling duration) to estimate meiofauna and nematofauna community structure descriptors in reefs. Significant differences were registered for univariate indexes, such as diversity and evenness, as well as for multivariate aspects of the community. These differences are always related to differences between the scraping and suction methods, the former method resulting in a higher number of both individuals and genera and also higher diversity of higher taxa.

These interesting findings can be interpreted in the context of the ecology of reef meiofauna. Significantly, even though meiofauna are often considered as soft sediment dwellers, several studies have recorded these animals on different kinds of hard substrata such as reefs (Logan *et al.* 2006), algae (Peters *et al.* 2007) and artificial structures (Atilla e Fleeger 2000). Some researchers have suggested that meiofauna from surrounding soft sediments are able to passively disperse through

the water column and colonize reef substrata (Fonseca-Genevois *et al.* 2006, Boeckner *et al.* 2009). However, some taxa, such as the Nematoda, are well adapted to these environments and comprise a typical community with exclusive genera. Nevertheless, the question of how nematodes establish and maintain populations in these substrata remains unclear (Silva *et al.* unpublished data, Fonseca-Genevois *et al.* 2006). Some authors suggest that nematodes are actually related to the interstitial environment generated by sediment grains trapped in the reef due to its high structural complexity (Raes and Vanereusel 2005). This is partially supported by the work of Fonseca-Genevois *et al.* (2006) who registered various nematode genera colonizing an artificial substrate made by smooth aluminum plates suspended in the water column with very low or null physical complexity and without sediment grains. The authors suggest that some species, such as *Oncholaimus*, are able to fix on hard surfaces through specialized morphological features such as caudal glands.

In the present study the scraping method was more efficient for sampling Nematoda than suction. This result is probably related to behavioral traits and the inability of the pump to collect individuals that are buried in sediments trapped in reef features. While Copepoda are able to live in water-sediment like epibenthic animals, nematodes are more interstitial (Giere 2010) and, hence, may be more difficult to sample by suction even with the use of a fork-tip.

Different suction duration also influenced meiofauna higher taxa density, where less sampling time leads to a decreasing effectiveness and underestimated density. However, extending the sampling time is unlikely to eventually lead to a similar effectiveness to the scraping method. By calculating the total number of animals collected in each suction sample per second it can be seen that there is no relationship between time and number of individuals collected, where method II (1') shows a higher mean ratio: 0.76 individuals per second (ind/s). The lowest time used here gave an intermediate mean ratio: 0.19 ind/s and the highest time in method III (5') generated the lowest ratio 0.17 ind/s. In any case, *in situ* observations suggest that more than 5 minutes of suction is not feasible due to detritus and algae that clog the pump and decrease the sampling effectiveness.

The scraping method resulted in 19 more genera of nematodes compared to the suction methods. Densities of nematodes in scraping samples were also always higher, independent of sampling period and reef region. Kenelly and Underwood (1985) were the first to test suction equipment in order to quantitatively collect

invertebrates from hard substrates. The authors considered the equipment generally efficient in assessing abundance of macroinvertebrates, but did not test it explicitly for animals in the meiofauna size range. Moreover, the authors did not recommend the method for substrates with high structural complexity.

It is possible that the physical complexity of the substratum could influence the species diversity. Different ways of measure this factor have been proposed, among which, the rugosity index is the most commonly used (Friedlander and Parrish 1998, Wilding et al 2007). In the present paper the index was used with the aim of investigating the effectiveness of the methods at different levels of structural complexity. Unfortunately, this was not possible since the rugosity was similar in both reefs studied.

Logan *et al.* (2008) used a suction pump, similar to the one used here, to evaluate meiofauna community structure on an Australian coral reef. They chose a ten minutes suction time interval, two times higher than the highest time used in the present paper. The authors recorded Copepoda and Nematoda as dominant taxa, and total meiofauna density values that range from 40 to 290 ind.10cm⁻². The maximum value recorded here in the five minutes suction interval was 105.92 ind.10cm⁻². The fact that the maximum values obtained by scraping were also lower than those reported by Logan et al. (2008) (132.01 ind.10cm⁻²), may lead one to believe that neither suction nor scraping can provide accurate estimates of abundance of meiofauna groups in Pontal do Peba reefs. However, such differences in density may not be related to sampling method at all, but may be the result of natural variations among regions and reefs which can be caused by wave action, temperature, depth, habitat complexity, macroinvertebrates and algae coverage - all of which can directly influence meiofauna community. In any case, Logan et al. (2008) did not compare the efficiency of the alternative sampling methods.

The relevance of sampling methods in conservation and biodiversity studies can be crudely assessed by their relative efficiency, e.g. their ability to collect a higher number of animals per sample in the same superficial area. The species/area relationship and the sampling effort are aspects known to influence results in terms of number of individuals in samples, commonly leading to underestimated results, due to both heterogeneity of species composition within an area and over the extension of an area (Azovsky 2011). In the present study, density values of meiofauna were statistically higher using the scraping methodology than through the suction pump

method. Moreover, scraping sampled 19 (nematode) genera that were not collected by the suction method and, therefore, seems to provide more reliable estimates of meiofauna community composition and abundance. The dominance of genera also differed between methods. Whereas *Spirinia* dominated in samples collected by scraping, the genera *Chromadorita* and *Acanthonchus* were the dominant taxa obtained through the suction methods. The genus *Spirinia* is registered to almost all kinds of coastal ecosystems including tidal pools inside sandstone reefs in northeastern Brazil (Castro *et al.* 2006), and according to Coles (1987) this genus is common in fine sediments and often found in *Zoostera* roots. The fact that this genus was dominant in scraping (but not in suction treatments) may be related to aspects of its behavior and morphology. *Spirinia* frequently burrow more deeply into soft sediments (Maranhão 2003) and are probably able to attach to the hard surfaces. There are no records in the literature to sustain this suggestion for *Spirinia*, but a similar behavior was recorded in *Oncholaimus* which was able to colonize a suspended smooth surface, attached by its tail, probably through secreting adhesive mucus through caudal glands (Fonseca-Genevois *et al.* 2006). This plausible explanation may also justify the lower nematode densities in suction treatments. The animals dwelling the reefs probably use similar attachment strategies and are therefore more difficult to be collected through non-destructive sampling methods such as suction.

It is clear that poor choice of sampling methods could lead to a misinterpretation of community patterns of both meiofauna and Nematoda. Research, management and conservation of reefs requires information about faunal variability at varying temporal and spatial scales in order to reveal patterns of distribution and abundance of benthic animals. This is fundamental to better understand community processes and to monitor and conserve these heavily utilized environments (Long *et al.* 2004).

The methodological challenges discussed above have undoubtedly discouraged studies of hard bottom meiofauna communities. The results reported here clearly demonstrate that the scraping method is the most effective way of sampling this specialized and functionally important ecological community. We hope that this knowledge will stimulate further meiofauna studies.

Acknowledgments

We want to thank the Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Alagoas, FAPEAL for the scholarship offered to KPB SILVA and also the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq to a scholarship and a fellowship offered for RF Ferreira and TK Pinto, respectively. We also want to thank Romero Advincula da Rocha, Ana Cláudia M. Malhado and Richard J. Ladle for reviewing and editing the text.

References

- Atila N, Wetzel MA, Fleeger JW. 2003. Abundance and colonization potential of artificial hard substrate-associated meiofauna. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 287: 273– 287.
- Azovsky AI. 2011. Species-area and species-sampling effort relationships: disentangling the effects. *Ecography* 34: 18-30.
- Clarke KR, Warwick RM. 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth, Natural Environmental Research Council.
- Correia M D. 2011. Scleractinian corals (Cnidaria: Anthozoa) from reef ecosystems on the Alagoas coast, Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 91: 659–668.
- Coull BC. 1988. Ecology of the marine meiofauna. In: Higgins R P & Thiel H (eds.). Introduction to the study of Meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., Chap. 3: 18-38
- Danovaro R, Fraschetti S. 2002. Meiofaunal vertical zonation on hard-bottoms: comparison with soft-bottom meiofauna. *Marine Ecology Progress Series*. 230: 159–169.
- De Grisse AT. 1969. Redescription ou modification de quelques techniques utilisées dans l'étude des nematodes phytoparasitaires. *Mededelingen Rijksfakulteit Landbouwwetenschappen*. 34: 351-369.
- De Troch M, Raes M, Muthumbi A, Gheerardyn H, Vanreusel A. 2008. Spatial diversity of nematode and copepod genera of the coral degradation zone along the Kenyan coast, including a test for the use of higher-taxon surrogacy. *African Journal of Marine Science*. 30: 25-33.
- Ferreira CEL, Gonçalves JEA, Coutinho R. 2001. Community structure of fishes and habitat complexity on a tropical rocky shore. *Environ. Biology of Fishes* 61: 353–369.
- Fonseca-Genevois V da, Somerfield P J, Neves M H B, Coutinho R, Moens T, 2006. Colonization and early succession on artificial hard substrata by meiofauna. *Marine Biology* v. 148: 1039–1050
- Fraschetti S, Gambi C, Giangrande A, Musco L, Terlizzi A, Danovaro R. 2006. Structural and functional response of meiofauna rocky assemblages to sewage pollution. *Marine Pollution Bulletin* 52, 540:548.

Gheerardyn H, De Troch M, Vincx M, Vanreusel A. 2009. Harpacticoida (Crustacea: Copepoda) associated with cold-water coral substrates in the Porcupine Seabight (NE Atlantic): species composition, diversity and reflections on the origin of the fauna. *Scientia Marina* 73(4): 747-760.

Gheerardyn H, De Troch M, Ndaro SGM, Raes M, Vincx M, Vanreusel A. 2008. Community structure and microhabitat preferences of harpacticoid copepods in a tropical reef lagoon (Zanzibar Island, Tanzania). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 88: 747-758.

Giere O. 2009. *Meiobenthology: The microscopic motile fauna of aquatic sediments*. 2nd ed. Springer-Verlag, Berlin.

Holme NA, McIntyre AD. 1984. *Methods for the study of marine benthos*. Victoria, Blackwell Scientific Publications.

Kennelly SJ, Underwood AJ. 1985. Sampling of small invertebrates on natural hard substrata in a sublittoral kelp forest. *Journal of experimental marine biology and ecology*. 89: 55-67.

Logan D, Townsend KA, Townsend K, Tibbetts IR. 2008. Meiofauna sediment relations in leeward slope turf algae of Heron Island reef. *Hydrobiologia*. 610: 269–276.

Luckhurst BE, Luckhurst K. 1978. Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities. *Marine Biology* 49:317–323.

Maranhão GMB, Fonseca-Genevois V, Passavante JZO. 2000. Meiofauna da Área Recifal da Bahia de Tamandaré (Pernambuco, Brasil). *Trabalhos Oceanográficos*. 28: 47-59.

Mare MF. 1942. A study of marine benthic community with special reference to the microorganisms. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. v.25, p.517-554

Marra RJC. 1989. *Educação Ambiental Preliminar a uma Unidade de Conservação. O caso da APA de Piaçabuçu/Estação Ecológica Praia do Peba/AL*. IBAMA, Brasília.

Netto S A, Gallucci F. 2003. Meiofauna and macrofauna communities in a mangrove from the Island of Santa Catarina, South Brazil. *Hydrobiologia*, v. 505, p. 159-170.

Raes M, Vanreusel A. 2006. Microhabitat type determines the composition of nematode communities associated with sediment-clogged cold-water coral framework in the Porcupine Seabight (NE Atlantic). *Deep Sea Res.* 53: 1880–1894.

Taylor RB, Blackburn RI, Evans JH. 1995. A portable battery-powered suction device for the quantitative sampling of small benthic invertebrates. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 194: 1 –7.

Warwick RM, Platt HM, Somerfield PJ. 1998. Free-living marine nematodes. Part III: British Monhysterids. *Synopsis of the British fauna* (New series) no 53. Shrewsbury, Field Studies Council.

Authors Addresses

Silva, KPB <karlapriscila_barros@hotmail.com>, Ferreira, RC <rafaelcaranuba@hotmail.com> and Pinto, TK <tacianakp@gmail.com>: Unidade de Ensino Penedo, Campus Arapiraca, Universidade Federal de Alagoas, Av. Beira Rio s/n, Centro, Penedo, AL, Brazil, 57200-000

**DIVERSIDADE E HETEROGENEIDADE ESPACIAL DE NEMATODA NO
ECOSSISTEMA RECIFAL DE PARIPUEIRA-AL.**

Karla Priscila Barros da Silva & Taciana Kramer Pinto

2.1 Introdução

Os Nematoda compõem o grupo mais representativo da meiofauna, em termos de abundância e frequência de ocorrência na grande maioria dos ecossistemas aquáticos (Giere 2009). Ecologicamente, apresenta alta diversidade de espécies, alto grau de adaptação para a vida nos espaços intersticiais e diversas formas de alimentação (Bouwman 1983). De acordo com os caracteres morfológicos relacionados com o hábito alimentar, ocupa diferentes posições na cadeia trófica do bentos. Muitas espécies alimentam-se de bactérias, microalgas, detritos e possivelmente matéria orgânica, além de um grande número ter hábito predador, ingerindo outros Nematoda, Oligochaeta, Polychaeta e demais táxons da meiofauna (Platt & Warwick 1983, Heip *et al.* 1985).

Apesar de ser tradicionalmente considerado um animal intersticial de preferência por substratos finos inconsolidados, a colonização em diferentes ambientes e substratos têm sido observada para os Nematoda (Raes e Vanreusel 2005). Estes diferentes substratos incluem aqueles colonizados por algas epífitas (Peters *et al.* 2007), recifes de coral (Logan *et al.* 2008) e substratos artificiais suspensos (Atilla e Fleeger 2000, Mirto e Danovaro 2004, Atilla *et al.* 2003, Fonseca-Genevois *et al.* 2006). Estes últimos demonstram a habilidade dos Nematoda em colonizar facilmente quaisquer tipos de substratos migrando inclusive para a coluna d'água (Boeckener *et al.* 2009).

A nematofauna registrada em recifes de coral está dividida entre aquelas espécies que ocorrem em sedimentos inconsolidados associados a este ambiente como regiões adjacentes que recebem detritos e fragmentos provenientes dos recifes, e poças de maré compostas por substratos carbonáticos e arenosos de diferentes granulometrias; e as que se encontram associadas a substratos duros (Netto *et al.* 2003), as quais Raes e Vanreusel (2005) definiram como meio-infauna e meio-epifauna, respectivamente.

A diversidade da nematofauna se relaciona a vários fatores, tais como a heterogeneidade do habitat, perturbações ambientais e predação. Os animais que se encontram em pequena escala espacial interagem uns com os outros, para concorrer de forma similar aos recursos. Para reduzir a competição entre as espécies, eles vão utilizar diferentes partes do gradiente espacial, podendo resultar em um incremento na diversidade. Esse nível de diversidade tem sido definido como

dentro do habitat ou diversidade alfa. Por outro lado a extensão da mudança ou sobreposição na composição de espécies ao longo de um gradiente ambiental numa paisagem é definida como variação entre habitats ou diversidade beta (Huston 1994, Gaston 1996, Gray 1997, De Trochet *et al.* 2001). Investigações enfocando a diversidade e relações desta com a complexidade do habitat para a nematofauna ainda são incipientes (Gingold *et al.* 2010).

Os Nematoda são animais adequados para estudar padrões de diversidade em diferentes ambientes (Heip *et al.* 1982, Raffaelli & Hawkins 1996, Mclachlan & Brown 2006), estão distribuídos desde as praias até grandes profundidades oceânicas e em todas as latitudes (Vincx 1990), Bouwman (1983) aponta razões para explicar o sucesso adaptativo e a dominância dos Nematoda, como a tolerância do grupo a grande variedade de estresses ambientais. Haedrich (1975) relaciona diversidade de espécies com qualidade ambiental. Heip & Decraemer (1974) afirmaram que a diversidade é um importante parâmetro usado na descrição de uma comunidade.

O interesse de pesquisadores pelo estudo dos Nematoda marinhos de vida livre vem aumentando devido às chaves pictóricas, que facilitaram a identificação desses animais (Heip *et al.* 1985, Platt & Warwick 1980).

Na década de 50 os trabalhos de Gerlach (1954, 1956a, b, 1957a, b) deram início aos estudos sobre a biodiversidade dos Nematoda no Brasil.

Os trabalhos realizados em ambientes recifais foram realizados por Netto *et al.* (1999) que estudaram a macrofauna e meiofauna no Atol das Rocas, Maranhão *et al.* (2000) investigaram os grandes grupos da meiofauna de uma área recifal da Baía de Tamandaré-PE, Sarmiento *et al.* (2011) estudaram o efeito do pisoteio, devido ao turismo, na comunidade da meiofauna de fital em duas áreas nos recifes de Porto de Galinha-PE.

Apesar desta reconhecida importância dos Nematoda nos ecossistemas marinhos, existem dificuldades para o estudo deste grupo, pois são animais que possuem geralmente apenas alguns milímetros de comprimento, e os seus estudos ecológicos e taxonômicos são ainda mais escassos quando se refere a substratos consolidados (Heip *et al.* 1982, Viglielmo 1991)

Venekey *et al.* (2010) afirmam que, ainda existe uma grande dificuldade nos estudos, ressaltando que no Brasil até muito recentemente não havia especialistas trabalhando com o grupo, sendo o primeiro registro de Nematoda marinhos, uma

lista de apenas três espécies realizada no litoral do estado da Bahia (região Nordeste) por Cobb (1920).

A escassez de estudos a respeito deste grupo em ambientes recifais representa, potencialmente, um dos grandes desafios para o conhecimento da biodiversidade marinha o que torna necessário um grande esforço da comunidade científica para incrementar trabalhos com este enfoque.

Para minimizar esta lacuna no conhecimento, este trabalho teve como objetivo caracterizar a estrutura da comunidade de Nematoda e as relações desta com a complexidade do habitat em duas áreas recifais de Paripueira, litoral central de Alagoas. Como objetivos específicos, optou-se em verificar similaridades entre a composição da nematofauna do substrato consolidado e inconsolidado nas duas áreas recifais, investigar as relações da diversidade com a complexidade do hábitat e fornecer uma lista dos gêneros de Nematoda no ecossistema recifal. Tendo como hipóteses, que o recife apresenta uma comunidade da nematofauna típica e diferenciada daquela das poças, e que a complexidade do hábitat influencia positivamente na diversidade dos gêneros de Nematoda.

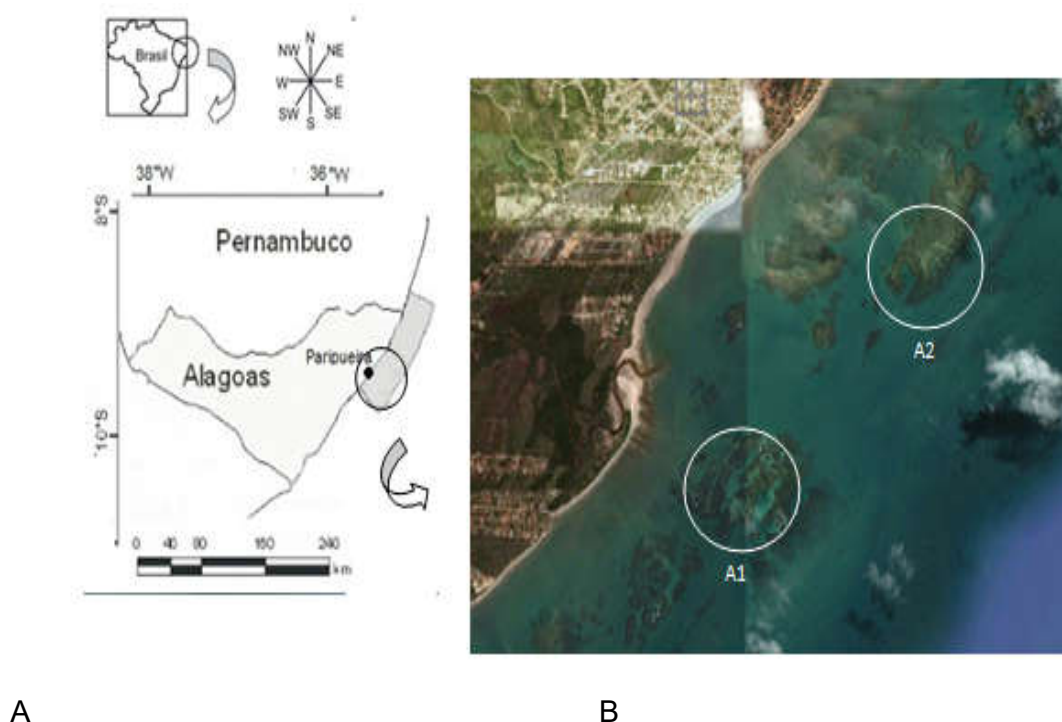
2.2 Materiais e Métodos

Área de estudo

A zona costeira do litoral do Estado de Alagoas possui 230 km de extensão, onde os recifes de coral compõem o ecossistema de maior relevância ecológica e sócio-econômica. No estado destaca-se a Área de Preservação Ambiental (APA) Costa dos Corais, localizada no litoral norte de Maceió a partir do rio Meirim até Tamandaré, sendo esta APA fonte de recursos significantes no estado, onde são desenvolvidas atividades de pesca, recreação e turismo (Correia & Sorvieskosk 2009).

A área de estudo está inserida na APA Costa dos Corais e situa-se no município de Paripueira, estado de Alagoas entre as coordenadas de 9° 28' 0S e 35° 32' 60 W (fig. 1). O litoral do município de Paripueira é conhecido por ter uma das maiores concentrações de recifes de corais de Alagoas. A atividade turística e a pesca é uma das principais atividades de subsistência na região oferecendo serviços relacionados ao ambiente marinho tais como passeios de barco, mergulhos e visitas às piscinas naturais, formadas nas marés baixas a 2 quilômetros da costa.

Figura 1: A: localização da área de estudo e B: áreas de coleta (A1=recife da Pedra Podre, A2=Recife de Santiago) no ecossistema recifal de Paripueira-AL.



Fonte: Google maps, 2011.

Procedimentos em campo

Foram realizadas duas coletas em duas áreas recifais de Paripueira, denominadas de área recifal1 (A.1) e área recifal 2 (A.2) (fig. 1). A.1 conhecida como “recife da Pedra Podre” é um ponto turístico e recebe visitas rotineiras de barcos de turismo para observação, lazer e mergulho, sendo a A.2 chamada “recife de Santiago” é utilizada para pesca pelos pescadores locais.

Em cada uma das duas áreas foram realizadas 10 amostras de meiofauna na região da crista do recife e 10 amostras de sedimento das poças de marédo entorno e dentro do recife. Todas as amostras foram realizadas de forma aleatória. Foram ainda coletadas 10 amostras de água da coluna d’água no entorno dos recifes e das poças de maré nas duas áreas recifais com auxílio de uma garrafa coletora do tipo Van Dornde 1L. As coletas foram realizadas em outubro de 2010 e fevereiro de 2011, sempre em marés de sizígia durante a baixa-mar, estando os recifes emersos no momento de coleta.

As amostras de nematofauna foram coletadas com o auxílio de um quadrat de 20x20cm, lançado de forma aleatória sobre a crista do recife e todo o material delimitado pelo quadrat foi raspado com uma colher, sendo retirado o material vegetal e sedimentar.

As amostras das poças de maré foram realizadas com o auxílio de um corer de PVC de 10 cm de diâmetro interno sendo inserido nos 10 primeiros centímetros do sedimento. Todas as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados e fixadas com formol salino a 4%. Todo o material coletado foi posteriormente levado para o Laboratório de Ecologia Bentônica da Unidade de Ensino Penedo, Campus Arapiraca, Universidade Federal de Alagoas, para lavagem, contagem e identificação dos Nematoda.

Uma sonda multiparâmetro de marca Hanna, modelo: HI 9828 foi utilizada para medição e registro de parâmetros abióticos da água em cada área, tais como: temperatura (°C), salinidade, pH, condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e oxigênio dissolvido (mg/l).

Para avaliar a complexidade do habitat recifal foi utilizado o parâmetro rugosidade que foi medido através do método das correntes (Luckhurst e Luckhurst 1978) o qual consiste em utilizar uma corrente de 1m de comprimento que foi colocada sobre o recife preenchendo todos os espaços das depressões da crista do recife. O espaço linear coberto pela corrente após preencher todas as depressões foi medido e utilizado para gerar um índice de rugosidade $r = \text{MC}/\text{ML}$, onde MC=medida do comprimento da corrente e ML=medida da distância linear percorrida pela corrente. Este procedimento foi realizado por 10 vezes em cada área recifal, nas mesmas áreas de amostragem da nematofauna, sempre lançando a corrente paralelamente à linha de costa. Um valor de r médio foi obtido. Este procedimento foi realizado na segunda coleta em fevereiro de 2011.

Procedimentos em Laboratório

Os animais coletados foram separados do sedimento através de elutriação manual sob água corrente onde o sobrenadante foi vertido através de um jogo de peneiras de 0,5 e 0,044 mm de abertura de malha. O material retido na peneira de menor abertura foi transferido para placa de petri e posteriormente para placa de Dolffus, para triagem, identificação e quantificação do Filo Nematoda, com auxílio de microscópio estereoscópico. Os Nematoda encontrados foram retirados da amostra para montagem de lâminas permanentes e identificação até nível taxonômico de

gênero, com auxílio de microscópio óptico com objetiva de imersão de 100 X

Para a montagem de lâminas permanentes de Nematoda, estes passaram por um processo de diafanização (De Grisse 1969) que consistiu em: mínimo de 12 horas e máximo de 24 horas em estufa a 50°C, em blocos escavados de vidro contendo uma solução de 99% formol (4%) + 1% de glicerina (solução 1), colocados em dissecador contendo álcool. Feito isso, retirou-se os blocos escavados do dissecador mantendo-os na estufa e a solução foi trocada para uma solução de 95% etanol (95%) + 5% de glicerina (solução 2) que foi trocada de 2 em 2 horas por 3 vezes. Duas horas após a última troca foi colocada uma nova solução na amostra (solução 3) contendo 50% etanol (95%) + 50% de glicerina e as amostras foram retiradas da estufa estando prontas para a montagem das lâminas permanentes. Para a montagem das lâminas foi utilizada metodologia proposta por Cobb (1917).

Para identificação dos Nematoda foram utilizadas bibliografias pertinentes (Platt e Warwick 1983, 1988 e Warwick *et al.* 1998), e classificados de acordo com os grupos tróficos propostos por Wieser (1954) dividindo os Nematoda em quatro grupos de acordo com a estrutura bucal, cujas diferenças morfológicas estão ligadas a diferentes estratégias de alimentação: comedores seletivos de depósitos (Grupo 1A), comedores não seletivos de depósitos (Grupo 2B), comedores de epistrato, ou raspadores (Grupo 2A) e predadores e onívoros (Grupo 2B).

Análise estatística

Os dados biológicos obtidos foram trabalhados por meio da aplicação de análises uni e multivariadas. Foi calculada a densidade dos indivíduos em ind.10cm⁻². Através da rotina DIVERSE do pacote estatístico PRIMER® (Plymouth Routine in Marine Ecology Research) v 5.2.4. Foram calculados índices univariados tais como diversidade de Shannon (H'), equitabilidade de Pielou (J') e riqueza de espécies. Para comparação destes índices nas áreas recifais foi aplicada uma ANOVA 2-way (Análise de Variância) programa Statistica v 8.0, tendo como fatores áreas recifais e momentos de coleta. Foram aplicados aos dados de densidade dos gêneros, uma análise de ordenação do tipo Escalonamento Multi Dimensional não métrico (NMDS). A análise de BIOENV foi realizada para identificar a correlação

entre a composição da nematofauna recifal com o índice de rugosidade no segundo momento de coleta.

Com o objetivo de identificar diferenças significativas na estrutura da comunidade de Nematoda entre as duas áreas recifais e entre os dois tipos de substratos (poça e recife), foi aplicada aos dados de densidade dos gêneros a análise de similaridade – ANOSIM. O índice de similaridade de Bray-Curtis foi utilizado para construir a matriz de similaridade utilizada em todas as análises. O teste-t foi realizado para testar diferenças entre os índices de rugosidade das áreas recifais, utilizando o programa Statistica v 8.0. Um nível de significância de $p < 0,05$ foi utilizado em todos os testes.

Para avaliar a diversidade alfa da comunidade da nematofauna foi utilizado o índice de Shannon-Wiener (H'), que atribui maior peso a espécies raras (Magurran 1988). A magnitude da diversidade alfa está relacionada com a riqueza ou número de espécies por unidade de área e com a distribuição dos indivíduos nas espécies. A diversidade beta foi avaliada pelo índice de Whittaker (b), que mede a mudança na taxa de substituição na composição de espécies de um local para outro (Whittaker 1960). Este índice varia de 0, quando duas amostras não apresentam nenhuma diferença na composição de espécies e 1, quando esta diferença é máxima, sendo calculado pela fórmula: $\beta = (c/a) - 1$, onde: c = total de espécies nas parcelas amostradas; a = média do número de espécies das parcelas amostradas. A diversidade beta foi calculada através do programa PAST (Paleontological Statistics) v.2.0.

2.3 Resultados

Parâmetros abióticos

Os parâmetros abióticos foram realizados para caracterizar o ecossistema recifal de Paripueira. Os valores médios de condutividade e salinidade foram iguais nas duas áreas recifais (tab. 1). O pH foi considerado pouco ácido (tab. 1).

Tabela 1- Valores médios dos parâmetros abióticos mensurados na Área 1 (recife da Pedra Podre) e Área 2 (recife de Santiago) no ecossistema recifal de Paripueira- Alagoas.

	pH	Temperatura (°C)	Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Salinidade	Oxigênio (mg/l)
Área 1	6,6 $\pm$ 1,5	29,7 $\pm$ 2,2	48,9 $\pm$ 4	31,7 $\pm$ 2,8	7,5 $\pm$ 3
Área 2	6,9 $\pm$ 1	30,7 $\pm$ 2,4	48,7 $\pm$ 4	31,3 $\pm$ 3	6,2 $\pm$ 1,3

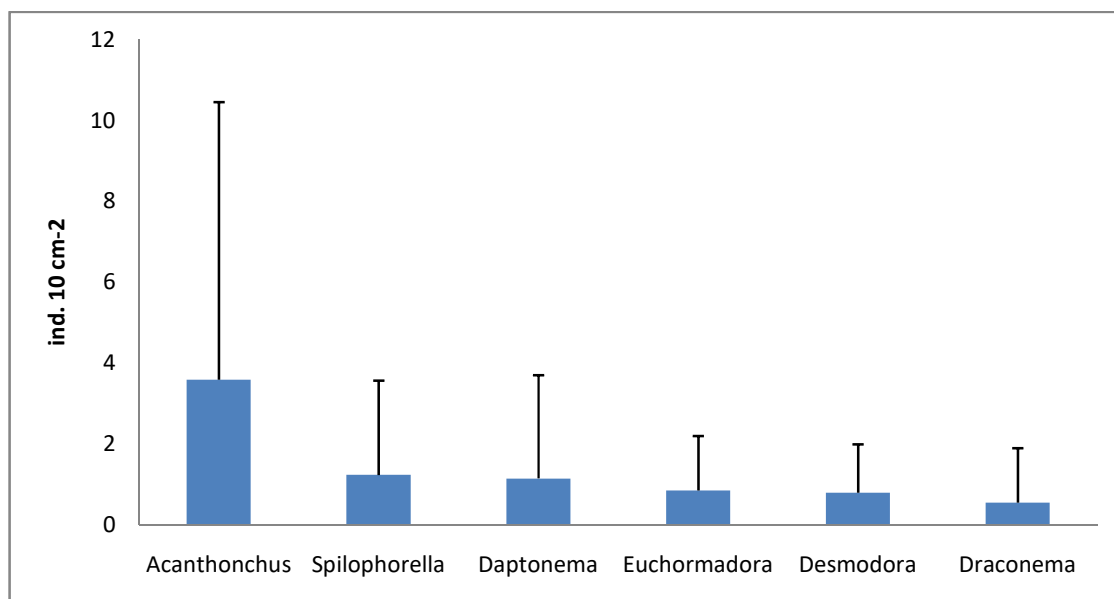
Fonte: Autora desta dissertação, 2012.

Caracterização da Nematofauna no ambiente recifal

Foram registrados 75 gêneros de Nematoda no ecossistema recifal de Paripueira em todas as situações de coleta (Apêndice). A nematofauna esteve composta por oito ordens: Enoplida com 4 famílias e 8 gêneros, Dorylaimia com 3 famílias e 4 gêneros, Chromadorida com 4 famílias e 24 gêneros, Desmodorida com 5 famílias e 14 gêneros, Desmoscolecida com 1 família e 1 gênero, Monhysterida com 2 famílias e 8 gêneros, Araeolaimida com 2 famílias e 11 gêneros e Plectida com 3 famílias e 5 gêneros. A família Chromadoridae foi a mais representativa com 15 gêneros, seguida por Comesomatidae com 8 gêneros, Xyalidae com 6, Cyatholaimidae e Desmodoridae com 5 gêneros.

Acanthonchus foi o gênero dominante chegando a representar 24% da comunidade, seguido por *Daptonema* com 9%, *Desmodora* e *Euchromadora* com 8%, *Spilophorella* 7% e *Draconema* com 6%. Os demais gêneros contribuíram com menos de 3% dos indivíduos nas amostras. Os maiores valores de densidade foram registradas para os gêneros *Acanthonchus* ($3,59 \pm 6,86$ ind. 10 cm^{-2}), *Spilophorella* ($1,23 \pm 2,33$ ind. 10 cm^{-2}) e *Daptonema* ($1,14 \pm 2,6$ ind. 10 cm^{-2}) (fig. 2).

Figura 2- Densidade média e desvio padrão dos gêneros mais representativos do ecossistema recifal de Paripueira-AL.



Fonte: Autora desta dissertação, 2012.

A diversidade (H' de Shannon) e a equitatividade (J' de Pielou) dos gêneros de Nematoda no ecossistema recifal, variaram de 0,56 a 2,6 e 0,4 a 0,85 respectivamente.

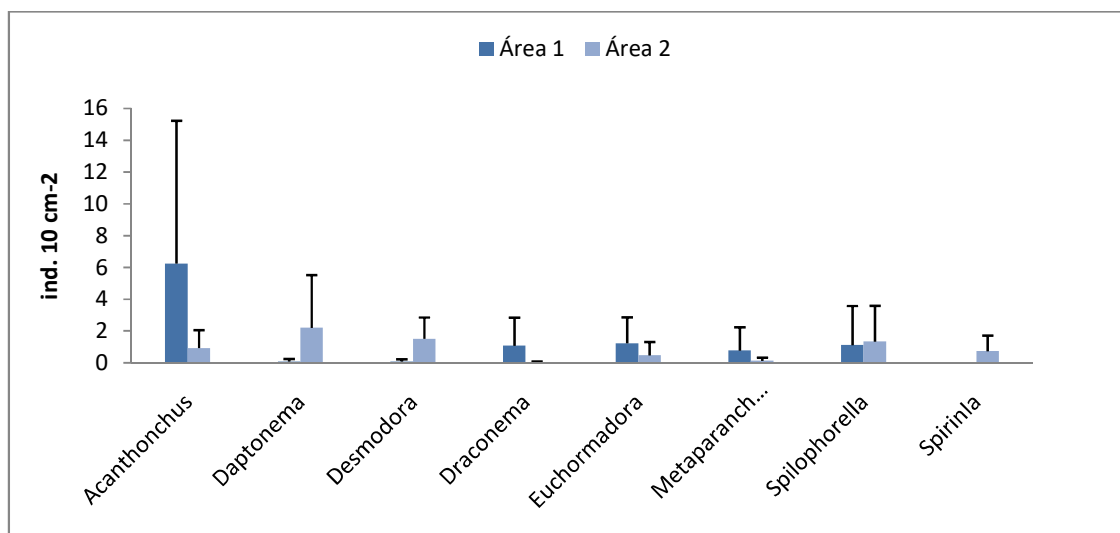
Heterogeneidade Espacial da Nematofauna

Na A.1 o gênero mais abundante foi *Acanthonchus* representando 40,6% dos Nematoda nas amostras, seguido por *Euchromadora* 12%, *Draconema* 11,8%, *Spilophorella* 6,8% e *Metaparancholaimus* 5%. As maiores densidades nesta área foram registradas para *Acanthonchus* ($6,24 \pm 8,97$ ind. 10 cm^{-2}), *Euchromadora* ($1,23 \pm 1,63$ ind. 10 cm^{-2}), *Spilophorella* ($1,11 \pm 2,46$ ind. 10 cm^{-2}) e *Draconema* ($1,08 \pm 1,76$ ind. 10 cm^{-2}), respectivamente (fig. 3).

Na A.2 *Daptonema* foi o gênero dominante representando 18% dos Nematoda nas amostras, seguido por *Desmodora* que apresentou abundância relativa de 16%, *Acanthonchus*, *Spilophorella* e *Spirinia*, todos com 7%. Os gêneros *Daptonema* ($2,2138 \pm 3,31$ ind. 10 cm^{-2}), *Desmodora* ($1,5116 \pm 1,34$ ind. 10 cm^{-2}) e *Spilophorella*

($1,3469 \pm 2,25$ ind. 10 cm^{-2}) foram os que apresentaram os maiores valores de densidade nesta área (fig. 3).

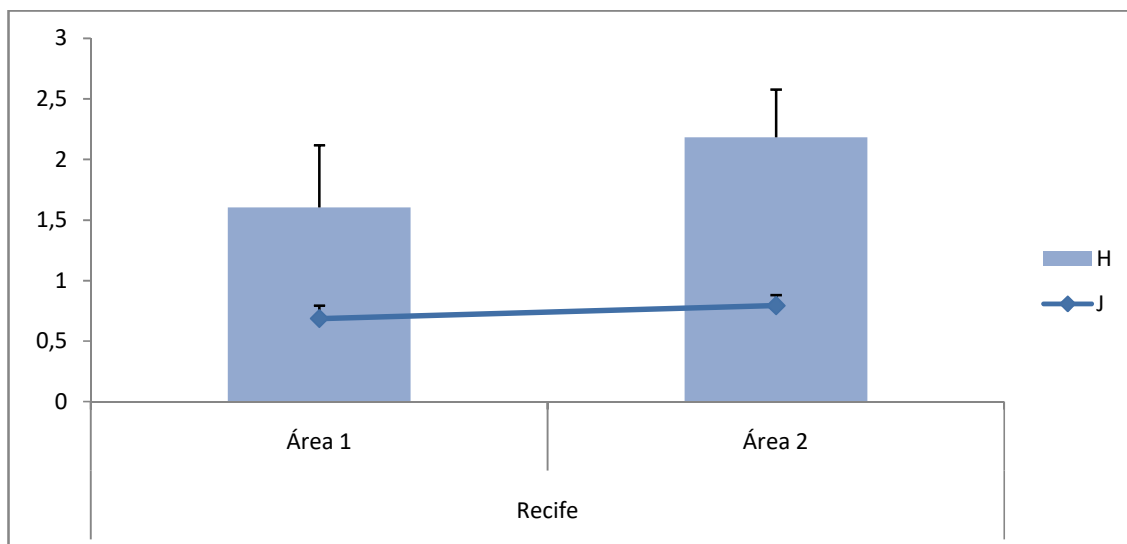
Figura 3- Densidade média e desvio padrão dos gêneros de Nematodada Área 1(recife Pedra Podre) e Área 2 (recife de Santiago) dos recifes de Paripueira-AL.



Fonte: Autora desta dissertação, 2012.

Os índices de diversidade de Shannon e equitatividade de Pielou também diferiram entre as áreas, sendo estes maiores na A.2, com $2,18 \pm 0,51$ e $0,79 \pm 0,1$, respectivamente (fig.4). Ao testar os índices univariados através de uma ANOVA, foi possível detectar diferenças significativas para a diversidade entre as áreas ($F=25,39$ e $p < 0,001$) e momentos de coletas ($F=17,82$ e $p < 0,001$), e para equitatividade entre as áreas ($F=16,6$ e $p < 0,001$) e momentos de coletas ($F= 15,27$ e $p < 0,001$). A diversidade beta entre as duas áreas foi de 0,43.

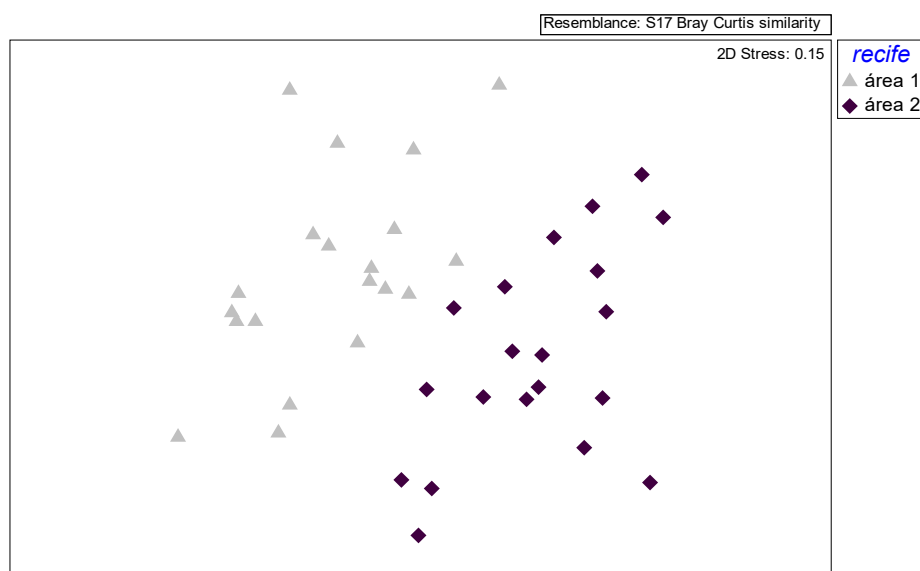
Figura 4- Índices univariados das duas áreas recifais (área 1= recife da Pedra Podre e área 2= recife de Santiago), do ecossistema recifal de Paripueira-AL.



Fonte: Autora desta dissertação, 2012.

Através do resultado da análise de escalonamento multidimensional aplicada aos valores de densidade dos gêneros de Nematoda, das amostras de recife, percebe-se uma elevada dissimilaridade entre as duas áreas recifais (fig.5). Ao testar estas diferenças através do ANOSIM one-way o resultado obtido foi significativo ($R_{\text{global}} = 0,56$ $p = 0,1$).

Figura 5- NMDS dos gêneros de Nematoda nas duas áreas recifais (área 1= recife da Pedra Podre e área 2= recife de Santiago) de Paripueira-AL

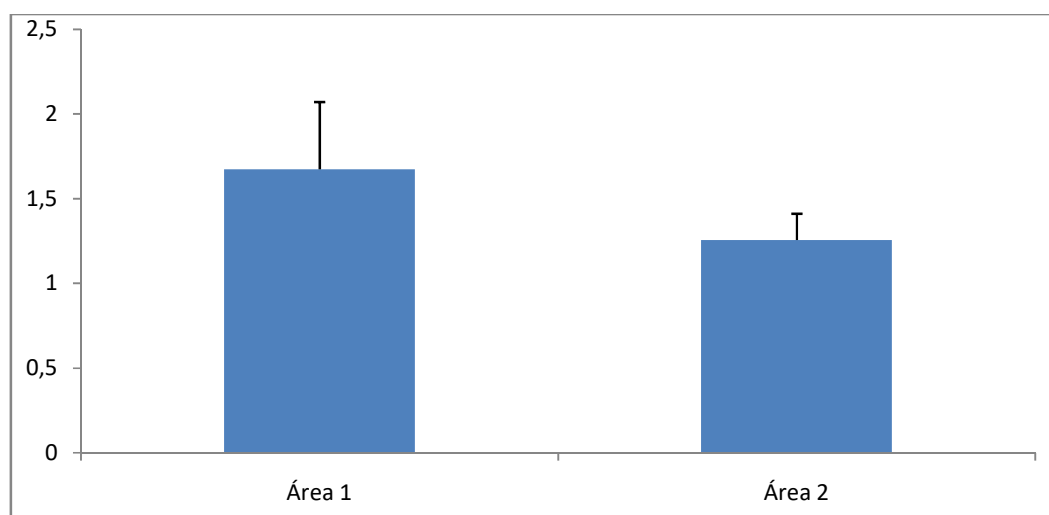


Fonte: Autora desta dissertação, 2012.

Os valores médios do índice de rugosidade das áreas recifais (1 e 2) foram de $1,67 \pm 0,39$ e $1,25 \pm 0,15$, respectivamente (fig.6). O teste-t aplicado a estes valores para as duas áreas evidenciou diferenças significativas para este parâmetro ($t=3,58$ $p= 0,006$).

Através da análise BIOENV aplicada à matriz de dados biológicos e índice de rugosidade, foi obtido um índice de correlação de 0,082.

Figura 6- Valores médios do índice de rugosidade das áreas recifais (Área 1 – recife Pedra Podre e Área 2- recife de Santiago) da praia de Paripueira-AL.



Fonte: Autora desta dissertação, 2012.

Nas amostras de coluna d'água foram registrados apenas 3 gêneros: *Acanthonchus* registrado na A.1, *Spirobolbolaimus* e *Theristus* registrados na A.2.

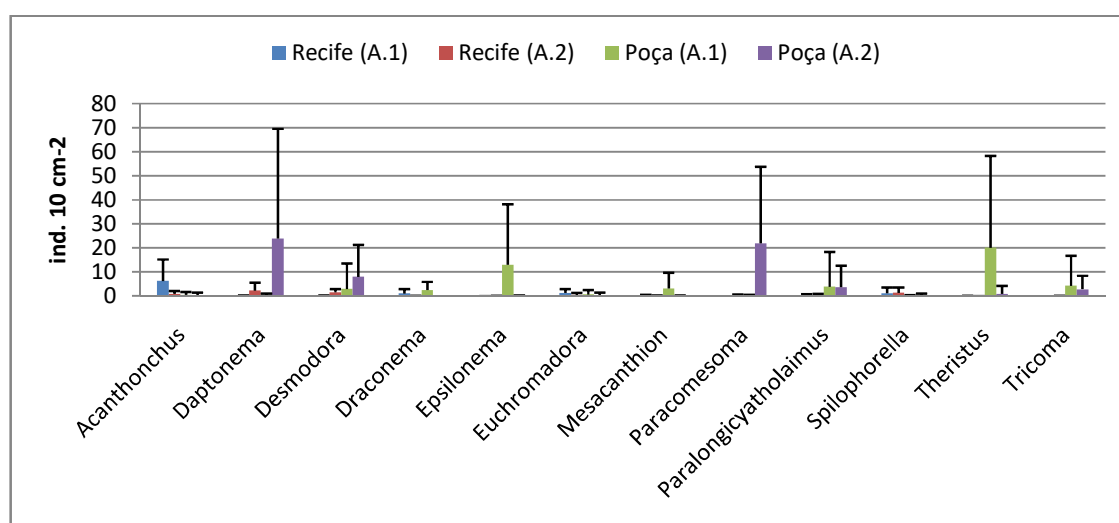
Caracterização da nematofauna das poças de maré

Nas amostras de poças de maré no entorno das duas áreas recifais, foram registrados 80 gêneros. Destes, os mais representativos em todas as situações de coleta, foram *Theristus* com abundância relativa de 20%, seguido por *Daptonema* com 10%, *Desmodora*, *Epsilonema* e *Paracomesoma* com 8%. Os valores de

densidade dos gêneros nas poças foram sempre mais elevados do que o registrado para as áreas recifais. Os gêneros que apresentaram maiores densidades foram *Daptonema* ($12,11 \pm 34,03 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$), *Paracomesoma* ($11,02 \pm 24,78 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$) e *Theristus* ($10,49 \pm 28,48 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$). Nas poças do entorno do recife da A.1 os gêneros com maiores valores de densidade foram: *Theristus* ($20,06 \pm 38,24 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$), *Epsilonema* ($12,95 \pm 25,28 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$), *Tricoma* ($4,24 \pm 12,49 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$) e *Mesacanthion* ($3,11 \pm 6,55 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$). Na A.2 os gêneros que apresentaram os maiores valores de densidade foram *Daptonema* ($23,93 \pm 45,63 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$), *Paracomesoma* ($21,95 \pm 31,77 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$), *Desmodora* ($7,99 \pm 13,27 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$) e *Paralongicyatholaimus* ($3,71 \pm 8,89 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$) (fig.8).

Na figura 7 podem ser observados os valores de densidade dos gêneros mais representativos (abundância relativa >5%) nas poças em comparação com a densidade encontrada para os recifes das duas áreas.

Figura 7- Densidade e desvio padrão dos gêneros de Nematoda (abundância relativa >5%) dos substratos de Poça e Recife, na Área 1 (A.1) e Área 2 (A.2), do ecossistema recifal de Paripueira-AL.



Fonte: Autora desta dissertação, 2012.

Dentre os 80 gêneros registrados nas poças, 38 foram exclusivos deste habitat e para o substrato do recife, dos 75 gêneros registrados 35 foram exclusivos (tab.2).

Tabela 2- Ocorrência dos gêneros de Nematoda exclusivos, registrados no substrato de poça e recife em todas as situações de coleta no ecossistema recifal de Paripueira-AL.

Gêneros	Substratos	
	Inconsolidado	Consolidado

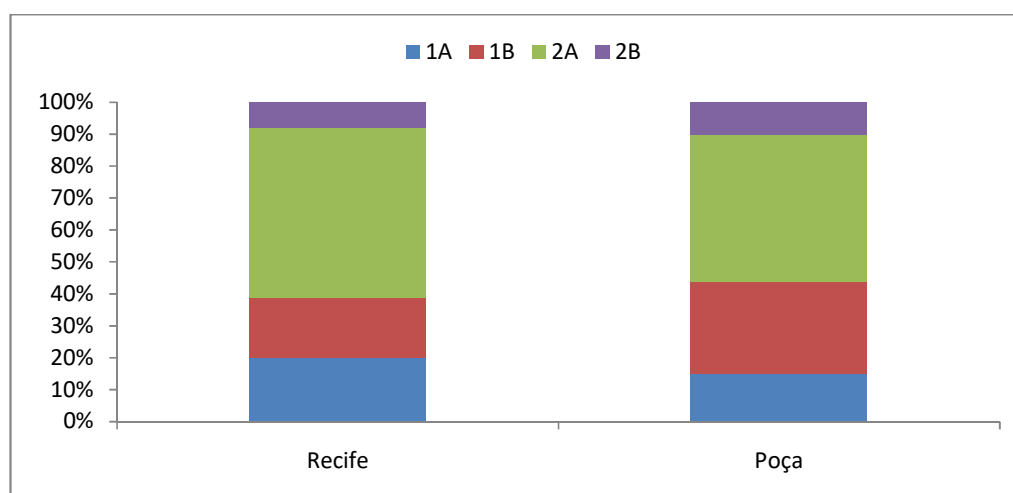
<i>Acanthopharynx</i>	X	
<i>Anticoma</i>	X	
<i>Araeolaimus</i>		X
<i>Calomicrolaimus</i>		X
<i>Camacolaimus</i>		X
<i>Catanema</i>	X	
<i>Cephalanticoma</i>	X	
<i>Cheironchus</i>	X	
<i>Choanolaimus</i>	X	
<i>Chromadora</i>		X
<i>Chromadorella</i>		X
<i>Chromadorita</i>		X
<i>Chromodorina</i>		X
<i>Crenopharynx</i>	X	
<i>Cyartonema</i>		X
<i>Desmocolex</i>	X	
<i>Desmolaimus</i>		X
<i>Dichromadora</i>		X
<i>Didelta</i>	X	
<i>Diplolaimella</i>	X	
<i>Diplolaimelloides</i>	X	
<i>Diplopeltis</i>		X
<i>Diplopeltoides</i>		X
<i>Diplopeltula</i>	X	
<i>Dorylaimopsis</i>		X
<i>Eubostrichus</i>		X
<i>Filitonchus</i>		X
<i>Gammarinema</i>	X	
<i>Gerlachius</i>	X	
<i>Ixonema</i>	X	
<i>Karkinochromadora</i>		X
<i>Kraspedonema</i>	X	
<i>Laimella</i>		X
<i>Marylynnia</i>		X
<i>Metachromadora</i>	X	
<i>Metadasynemella</i>	X	
<i>Meylia</i>	X	
<i>Minolaimus</i>	X	
<i>Monoposthia</i>	X	
<i>Nemanema</i>	X	
<i>Neochromadora</i>		X
<i>Odontanticoma</i>	X	
<i>Odontophora</i>	X	
<i>Paracanthonus</i>		X
<i>Paracyatholaimoides</i>		X
<i>Paracyatholaimus</i>	X	
<i>Paradontophora</i>	X	
<i>Paraethmolaimus</i>		X
<i>Paramesanchiom</i>		X
<i>Paramicrolaimus</i>	X	
<i>Pareurystomina</i>	X	
<i>Paroxystomina</i>		X
<i>Perepsilonema</i>		X
<i>Phanoderma</i>		X
<i>Pierrickia</i>	X	
<i>Prochromadora</i>		X
<i>Prochromadorella</i>		X
<i>Prooncholaimus</i>		X

<i>Prorhynchonema</i>	X	
<i>Pseudochromadora</i>	X	
<i>Pterygonema</i>		X
<i>Rhynchonema</i>	X	
<i>Richtersia</i>	X	
<i>Scaptrella</i>	X	
<i>Sigmophoranema</i>	X	
<i>Southerniella</i>		X
<i>Steineria</i>		X
<i>Synodontium</i>	X	
<i>Synonchiella</i>	X	
<i>Synonema</i>		X
<i>Thoracostoma</i>		X
<i>Vasostoma</i>		X

Fonte: Autora desta dissertação, 2012.

No substrato inconsolidado das poças no entorno e dentro dos recifes o grupo trófico 2A, que representa organismos raspadores, foi o mais abundante chegando a 46% dos gêneros registrados seguido do tipo trófico 1B que compreendeu 29% dos gêneros. Na figura 8 pode ser observada a abundância relativa dos grupos tróficos nas poças em comparação com o recife.

Figura 8- Abundância relativa dos grupos tróficos (Wieser 1954) no substrato da poça e recife em todas as situações de coleta do ecossistema recifal de Paripueira-AL

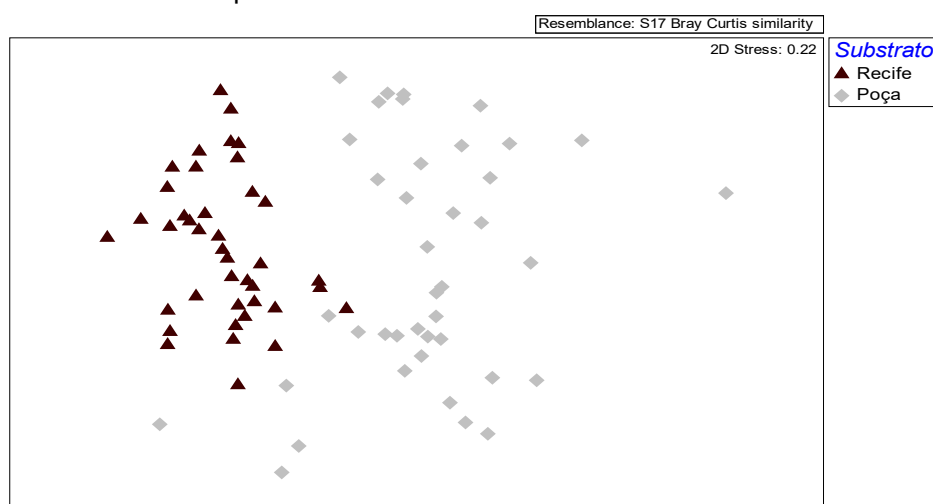


Fonte: Autora desta dissertação, 2012.

Através do resultado da análise de escalonamento multidimensional aplicada aos valores de densidade dos gêneros de Nematoda, sem transformação, nas poças e nos recifes, percebe-se uma elevada dissimilaridade entre amostras dos dois

substratos (fig.9).Ao testar estas diferenças através do ANOSIM two-way o resultado obtido foi significativo para os substratos (R global= 0,60 $p= 0,1$).

Figura 9- NMDS dos gêneros de Nematoda nos dois tipos de substratos recife e poça do ecossistema recifal de Paripueira-AL.



Fonte: Autora desta dissertação, 2012.

2.4 Discussão

Composição da nematofauna no ecossistema recifal

Os estudos dos invertebrados bentônicos em áreas recifais no Brasil, ainda são escassos, principalmente com relação à nematofauna. O número de espécies registradas é muito inferior ao conhecido para o mundo, o que reflete a falta de estudos dessa fauna (Amaral & Jablonski 2005). Alguns estudos já foram realizados para nematofauna em ambientes recifais, porém alguns deles não foram realizados em substrato consolidado (recife) e sim em substrato arenoso (Lopez-Canovás & Lalana 2001), sedimentos coralinos e fragmentos de coral (Raes & Vanreusel 2005,

Raes et al. 2007), poucos trabalhos foram realizados na crista recifal, Logan et al. (2008), em quatro pontos no recife da Austrália, Sarmiento et al. (2011) investigaram a meiofauna associada a fitais em duas áreas recifais em Pernambuco e o estudo realizado por Silva et al. (dados não publicados) que fizeram o primeiro trabalho para a meiofauna e nematofauna no ecossistema recifal do estado de Alagoas. Os autores registraram 52 gêneros de Nematoda. O presente trabalho enfocou os gêneros de Nematoda em recifes de coral, registrando 75 gêneros para o recife de Paripueira, litoral norte de Alagoas. Logan et al. (2008) e Sarmiento et al. (2011) não identificaram os gêneros de Nematoda. Desta forma não há dados suficientes na literatura que permitam uma comparação entre substratos consolidados de ambientes recifais para o Brasil.

No presente estudo, as famílias Chromadoridae, Cyatholaimidae, Xyalidae, Comesomatidae e Desmodoridae foram as mais representativas para o substrato do recife, sendo Chromadoridae a dominante com cerca de 20% dos gêneros pertencentes a esta família. Raes et al. (2007) relatam a dominância da família Chromadoridae em fragmentos de coral.

Dentre os gêneros, *Acanthonchus*, *Daptonema*, *Desmodora*, *Euchomadora*, *Spilophorella* e *Spirinia* foram os mais abundantes no ecossistema recifal, corroborando em parte com os resultados de Silva et al. (dados não publicados) que registraram a dominância dos gêneros *Acanthonchus*, *Chromadorita* e *Spirinia* no recife de Pontal do Peba do estado de Alagoas.

Logan et al. (2008) no ecossistema recifal da Austrália, utilizando bomba de sucção, encontraram valores de densidade média de Nematoda considerados baixos em três dos quatro pontos de amostragem nos dois momentos de coleta variando de $3,12 \pm 1,87$ ind. 10 cm^{-2} a $26,48 \pm 18,05$ ind. 10 cm^{-2} , e apenas em um dos pontos foi registrada uma densidade mais elevada de $112,40 \pm 91,88$ ind. 10 cm^{-2} . Para o presente trabalho, a densidade média foi de $11,76 \pm 23,47$ ind. 10 cm^{-2} na A.1 e $14,48 \pm 29,26$ ind. 10 cm^{-2} na A.2. Já Sarmiento et al. (2011) registraram uma densidade de 500 ind. 10 cm^{-2} , avaliando estes resultados pode-se considerar que em alguns ambientes marinhos a densidade dos Nematoda parece ser mais baixa em substratos recifais.

A composição da nematofauna do recife diferiu significativamente da composição da poça, principalmente levando em consideração o número de gêneros exclusivos, registrados para o recife e poça entorno do recife. A ocorrência de um

número elevado de gêneros exclusivos indica que a alguns gêneros tiveram um sucesso maior de colonização e estabelecimento para determinado tipo de substrato, no qual Giere (2009) atribuiu a morfologia ou até mesmo hábitos alimentares, onde a maioria dos gêneros possuem hábitos intersticiais, e apenas alguns gêneros são capazes de colonizar com maior sucesso os substratos consolidados mais expostos.

No recife do presente estudo os comedores de epistratos (53,3%) e os comedores seletivos de depósitos foram os grupos tróficos dominantes, Raes *et al.* (2007) também observaram a dominância dos comedores de epistratos para os fragmentos de coral (75,5%), segundo os autores a maior abundância desse grupo trófico nos corais, reflete a importância dessas fontes alimentares na superfície do coral e que a menor abundância dos comedores não seletivos de depósitos neste habitat é atribuída a baixa quantidade de material detritico no fragmento de coral, devido a remoção e suspensão por hidrodinamismo, pois são habitats mais expostos. A estrutura trófica dos Nematoda foi similar entre recife e poça, onde os grupos 2A e 1B foram os mais abundantes. De acordo com Raes & Vanreusel (2006) este resultado é comum para sedimentos associados a recifes de coral.

Relações da heterogeneidade espacial com a diversidade da nematofauna

A composição e dominância da nematofauna nas duas áreas recifais (A.1 e A.2), diferiu de forma estatisticamente significativa. Os gêneros *Acanthonchus*, *Euchromadora* e *Draconema* foram dominantes na A.1 e *Daptonema* e *Desmodora* foram dominantes na A.2.

Algumas características do ambiente recifal têm sido estudadas, como a complexidade, para investigar se o ambiente é capaz de suportar maior ou menor número de espécies (Clua *et al.* 2006). Para a complexidade do habitat do ecossistema recifal do presente estudo, os valores médios do índice de rugosidade mostraram que as áreas A.1 e A.2 tiveram diferenças significativas para este parâmetro. Evidenciando que a A.1 é mais heterogênea, apresentando um maior índice de rugosidade e, portanto, poderia ter influenciado positivamente na diversidade da nematofauna, pois estaria disponibilizando uma maior quantidade de recursos alimentares e refúgios para os animais. Tal fato é geralmente explicado pela possibilidade de existência de contornos mais heterogêneos permitindo o

estabelecimento de uma diversidade maior de espécies, assim como de indivíduos (Wilding *et al.* 2007). O aumento da diversidade dentro de um hábitat mais heterogêneo também é relacionado com relações ecológicas entre a fauna, que no sentido de diminuir competição explora diferentes recursos oferecidos pelo hábitat (Wedding *et al.* 2008), permitindo a colonização por táxons com exigências ecológicas diferentes. No entanto, esta relação não foi observada neste estudo, pois a diversidade alfa, representada pela diversidade de Shannon, foi maior na área que apresentou menor índice de rugosidade (A.2).

Este resultado pode ser explicado através de diferentes enfoques, como por exemplo: a medida de complexidade estrutural do hábitat recifal utilizada aqui, apesar de amplamente utilizada em diferentes trabalhos com diferentes enfoques, não tenha sido apropriada para a nematofauna, levando a um resultado que não corresponde com o comportamento da fauna, concluindo que a rugosidade do hábitat recifal não é o principal fator que rege a diversidade da nematofauna neste tipo de substrato, pois essa fauna tem um padrão ecológico diferente de comunidades animais, como macrobentos e peixes (Friedlander & Parrish 1998). Acredita-se que pelo fato da A.1 ser uma área de intensa atividade turística este fator está se sobrepondo aos padrões naturais da nematofauna, impactando negativamente a diversidade, devido ao intenso pisoteio e a presença constante de embarcações, o que destrói o hábitat, além de aumentar os processos de ressuspensão dos sedimentos e consequentemente da nematofauna.

A variação entre habitats, chamada de diversidade beta, mede a substituição de espécies entre áreas. No presente estudo esta diversidade, foi de 40%, havendo uma mudança na composição dos gêneros de Nematoda em relação à escala espacial utilizada no presente trabalho. Além deste resultado, as análises uni e multivariadas aplicadas aos dados de abundância dos gêneros de Nematoda, também evidenciaram diferenças significativas tanto na composição quanto na densidade da nematofauna entre áreas recifais estudadas. Nos últimos anos a complexidade estrutural vem desempenhando um papel importante na estruturação da comunidade bentônica, no entanto, a sua contribuição tem sido pouco conhecida (Wilding *et al.* 2007)

Dispersão e colonização dos gêneros de Nematoda

A coluna d'água é um importante meio de dispersão da meiofauna (Giere 2009). Neste estudo três gêneros de Nematoda (*Acanthonchus*, *Theristus* e *Spirobolbolaimus*) foram registrados nas amostras de água do ecossistema recifal de Paripueira, Boeckener *et al.* (2009) encontraram 14 gêneros de Nematoda em sua pesquisa, onde investigaram a ocorrência da meiofauna na coluna d' água em ambientes de baixa e alta energia. Já Maranhão (2003), registrou a presença de Nematoda na coluna d'água em 9 dos 12 meses estudados, registrando 40 gêneros, sendo um destes (*Metacomesoma*) uma nova ocorrência para o Brasil.

Os gêneros deste trabalho, também foram registrados nos sedimentos de poça e recife, fato este que segundo Fleeger & Decho (1987), é devido à capacidade de colonização da meiofauna, que se dispersa de várias formas podendo ser ativamente por emergência e passivamente por erosão (ressuspensão dos sedimentos) (Giere 2009). Em relação aos Nematoda, eles se dispersam de forma passiva, pois são desprovidos de musculatura adequada para natação e orientação no meio líquido (Palmer 1990). A dispersão e colonização da nematofauna foi investigada por Fonseca-Genevois *et al.* (2006) em placas de alumínio, sugerindo que a colonização foi realizada por uma combinação de fatores, por meio de dispersão passiva e movimentos ativos em curta distância.

A dispersão dos Nematoda por erosão e suspensão dos sedimentos, de acordo com Giere (2009), é mais relevante em áreas em que o hidrodinamismo atua como um importante fator, devido às correntes de marés e a quebra das ondas que removem os sedimentos, suspendendo a meiofauna das camadas mais superficiais. Esta afirmação reforça a ocorrência dos gêneros na coluna d' água do ecossistema recifal de Paripueira, onde a disposição dos sedimentos e suspensão dos Nematoda, podem ter feito com que eles se dispersassem passivamente na coluna d' água para os substratos consolidados dos, recifes. O impacto da exploração turística também pode ter contribuído para dispersão passiva dos Nematoda. Boeckener *et al.* (2009) observaram a influência de embarcações de recreio em seu estudo e Maranhão (2003) afirma que a hipótese do efeito antrópico provocado por turismo, pesca e esportes náuticos, responde, junto com o processos hidrodinâmicos, devido ao intenso processo de ressuspensão e consequente dispersão.

Dentre os três gêneros registrados na coluna d'água, *Acanthonchus* e *Theristus* foram os mais abundantes do substrato recife e poça respectivamente.

Raes *et al.* (2007) em sua pesquisa, classificaram *Acanthonchus* e *Theristus* como gêneros indicadores de fragmentos de coral e sedimentos corálinos respectivamente. De acordo com Moore (1971) um importante fator que interfere na seleção dos gêneros colonizadores é a estrutura do hábitat e/ou estrato ambiental, sujeito a maior ou menor hidrodinamismo, onde os indivíduos maiores, dos grupos 2 A e 2 B, exploram melhor o refúgio oferecido por outras estruturas presentes no ambiente recifal como a cobertura vegetal, enquanto os indivíduos menores, dos grupos 1 A e 1B são dominantes em áreas protegidas. De acordo com uma observação feita por Raes *et al.* (2007) a fauna que se encontra nos corais é muito mais exposta a erosão do que a que se encontram no sedimento, devido a este último ser um habitat relativamente menos dinâmico (Giere 2009) em relação aos recifes de coral (Raes & Vanreusel 2005). Esses fatores podem explicar a abundância dos gêneros *Acanthonchus* e *Theristus* no recife e poça, sendo os gêneros classificados por Wieser (1954) como grupos 2A e 1B, respectivamente.

Pode-se concluir que o ecossistema recifal de Paripueira do estado de Alagoas, apresenta uma nematofauna típica e diferenciada dos sedimentos inconsolidados do entorno, reforçando a necessidade de conservação do ecossistema recifal em áreas com atividades antrópicas.

Sugere-se que o turismo que ocorre principalmente na A.1, influencia negativamente a diversidade da nematofauna, apesar de não ter sido possível adquirir dados numéricos que permitissem a quantificação deste impacto, como por exemplo, número de visitas, pisoteio e volume de sedimento ressuspensionado, esta atividade não é observada na A.2. No entanto, é importante que estudos complementares sejam realizados para correlacionar a diversidade da nematofauna com a heterogeneidade espacial e a influência do impacto antrópico nos recifes de Paripueira.

Os recifes de coral são ambientes de alta heterogeneidade espacial, e abrigam uma grande diversidade de invertebrados bentônicos, é importante que novas pesquisas sejam realizadas nestes ecossistemas, visando contribuir para o conhecimento da biodiversidade dos Nematoda, que ainda é escassa em recifes de coral.

Apêndice

Tabela 3- Lista de gêneros identificados no ecossistema recifal de Paripueira.

Acanthonchus Cobb, 1920
Araeolaimus De Man, 1888
Belbolla Andrassy, 1973
Bolbolaimus Cobb, 1920
Calomicrolaimus Lorenzen, 1971
Camacolaimus De Man, 1889
Chromadora Bastian, 1865
Chromadorella Filipjev, 1918
Chromadorina Filipjev, 1918
Chromadorita Filipjev, 1922
Chromaspirina Filipjev, 1918
Cobbia De Man, 1907
Comesoma Bastian, 1865
Cyartonema Cobb, 1920
Daptonema Cobb, 1920
Desmodora Cobb, 1920
Desmolaimus De Man, 1880
Dichromadora Kreis, 1929
Diplopeltis Cobb in Stiles & Hassal, 1905
Diplopeltoides Gerlach, 1962
Dorylaimopsis Ditlevsen, 1918
Draconema Cobb, 1913
Enoplus Dujardin, 1845
Epsilonema Steiner, 1927
Eubostrichus Greef, 1869
Euchromadora de Man, 1886
Filifonchus Platt, 1982
Gonionchus Cobb, 1920
Graphonema Cobb, 1898
Halichoanolaimus De Man, 1880
Hypodontolaimus De Man, 1886
Karkinochromadora Blome, 1982
Laimella Cobb, 1920
Latronema Wieser, 1954
Marylynnia Hopper, 197

Mesacanthion Filipjev, 1927
Metacomesoma Wieser, 1954
Metalinhomoeus De Man, 1907
Metaparancholaimus Filipjev, 1918
Meyersia Hopper, 1967
Microlaimus De Man, 1880
Neochromadora Micoletzky, 1924
Papillonema Verschelde, Muthumbi & Vincx, 1995
Paracanthonus Micoletzky, 1924
Paracomesoma Hope & Murphy, 1972
Paracyatholaimoides Gerlach, 1953
Paraethmolaimus Jensen, 1994
Paralongicyatholaimus Stekhoven, 1942
Paramesonchium Hopper, 1967
Paramonohystera Steiner, 1916
Paroxystomina Micoletzky, 1924
Perepsilon Lorenzen, 1973
Phanoderma Bastian, 186
Phanodermopsis Ditlevsen, 1926
Polygastrophora de Man, 1922
Prochaetosoma Micoletzky, 1922
Prochromadora Filipjev, 1922
Prochromadorella Micoletzky, 1924
Prooncholaimus Micoletzky, 1924
Pselionema Cobb, 1933
Pterygonema Gerlach, 1954
Ptycholaimellus Cobb, 1920
Sabatieria Rouville, 1903
Southerniella Allgén, 1932
Spilophorella Filipjev, 1917
Spirinia Gerlach, 1963
Spirobolbolaimus Soetaert & Vincx, 1988
Steineria Micoletzky, 1922
Steineridora Inglis, 1969
Synonema Cobb, 1920
Theristus Bastian, 1865
Thoracostoma Marion, 1870

Tricoma Cobb, 1894

Vasostoma Wieser, 1954

Viscosia De Man, 1890

Fonte: Autora desta dissertação, 2012.

Referências

Amaral A C Z, Jablonski S. 2005. Conservação da Biodiversidade Marinha e Costeira no Brasil. *Megadiversidade*.v.1. nº 1.

Atilla N, Fleeger J. 2000. Meiofaunal colonization of artificial substrates in an estuarine environment. *PSZN: Marine Ecology* 21: 69–83.

Atilla N, Wetzel M A, Fleeger J. 2003. Abundance and colonization potential of artificial hard substrate-associated meiofauna. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 287: 273–287

Boeckener M J, Sharma J, Proctor H C. 2009. Revisiting the meiofauna paradox: dispersal and colonization of nematodes and other meiofaunal organisms in low- and high-energy environments. *Hydrobiologia* 624:91–106.

Bouwman A. 1983. A survey of nematodes from the Sem estuary. Part II. Species assemblages and associations. *Zoology Journal Biology System*, v.110, p. 345-376.

Clua E P, Legendre L, Vigliola F, Magron M, Kulbicki S, Sarramegna P, Labrosse, Galzin R. 2006. Medium scale approach (MSA) for improved assessment of coral reef fish habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 333: 219–230.

Cobb N A. 1917. Notes on nemas. *Contributions to Science of Nematology*, 5: 117-128.

Cobb N A. 1920. One hundred new nemas (type species of 100 new genera). *Contributions to Science of Nematology*, 9, 217–343.

Correia, M.D. & Sovierzoski, H.H. 2009. Ecossistemas Costeiros de Alagoas – Brasil. Technical Books, Rio de Janeiro.

De Grisse A T. 1969. Redescription ou modification de quelques techniques utilisees dans l'etude des nematodes phytoparasitaires. *Mededelingen Rijksfakulteit Landbouwwetenschappen*, 34: 351-369.

De Troch M, Fiers F & Vincx M. 2001. Alpha and beta diversity of harpacticoid copepods in a tropical seagrass bed: the relation between diversity and species' range size distribution. *Marine Ecology Progress Series* 215: 225–236

Fleeger J W, Decho A W. 1987. Spatial variability of interstitial meiofauna: a review. *Stygologia*. v.3. p.45-54.

Fonseca-Genevois V da. Somerfield P J. Neves M H B. Coutinho R. Moens T. 2006. Colonization and early succession on artificial hard substrata by meiofauna. *Marine Biology* v. 148: 1039–1050.

Friedlander AM, Parrish JD. 1998. Habitat characteristics affecting fish assemblages on a Hawaiian coral reef. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 224: 1-30.

Gaston K J. 1996. Species-range size distributions: patterns, mechanisms and implications. *Trends Ecology Evolution* 11: 197–201

Gerlach S A. 1954. Brasilianische Meeres-Nematoden I (Ergebnisse eines Studienaufenthaltes na der Universität São Paulo). *Boletim do Instituto de Oceanografia. Universidade de São Paulo*. v. 5. 3-68p.

_____. 1956a. Brasilianische Meeres-Nematoden I. *Boletim do Instituto de Oceanografia. Universidade de São Paulo*, v.5, 3-69p.

Gerlach S A. 1956b. Die Nematodenbeseiedlung destropischen Brandungsstrandes von Pernambuco, Brasilianische Meeres Nematoden II. *Kieler Meeresforsch*, v.12. n.2. 202-218p.

_____. 1957a. Marine Nematoden aus dem Mangrove-Gebiet von Cananéia (Brasilianische Meeres-Nematoden III). *Abh. Math. – Naturw. Kl. Acad. Wiss. Mainz.*, v.5, 129-176p.

_____. 1957b. Die Nematodenfauna des Sandstrandes na der küste von Mittelb (Brasilianische Meeres-Nematoden IV). *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin*. v.33, n.2, 411-459p

Giere O. 1993. *Meiobenthology*: The microscopic fauna in aquatic sediments. Berlin, Springer Verlag. 327p.

Giere O. 2009. *Meiobenthology*: The microscopic motile fauna of aquatic sediments. 2nd ed. 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

Gray J S. 1997. Gradients in marine biodiversity. In: Ormond RFG, Gage JD, Angel MV (eds) Marine biodiversity. Patterns and processes. *Cambridge University Press*, Cambridge, p 18–34.

- Haedrich R L. 1975. Diversity and overlap as measure of environmental quality. *Water Research*. Pergamon Press, v. 9 p. 945-952, 1975.
- Heip C, Decraemer W. 1974. The diversity of nematode communities in the southern North Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 54, 251-255.
- Heip C, Vincx M, Smol N, Vranken G. 1982. The systematic and ecology of free-living marine nematodes. *Helminthological Abstracts – Series B, Plant Nematology*, v. 51, p. 1-31.
- Heip C, Vincx M, Vranken G. 1985. The ecology of marine nematodes. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, v. 23, p. 399-489.
- Huston M A. 1994. Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes. *Cambridge University Press, Cambridge*.
- Legendre P, Borcard D, Peres-Neto PR, 2005. Analysing beta diversity: partitioning the spatial variation of community composition data. *Ecological Monographs*, 75: 435–450.
- Logan D, Townsend KA, Townsend K, Tibbetts IR. 2008. Meiofauna sediment relations in leeward slope turf algae of Heron Island reef. *Hydrobiologia*. 610: 269–276.
- Lopez-Canovás C I, Lalana R. 2001. Benthic meiofauna distribution at three coral reefs from SW of Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 22(3): 199- 204.
- Luckhurst B E, Luckhurst K. 1978. Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities. *Marine Biology*, 49: 317–323.
- Magurran AE. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Chapman and Hall, London. 179p.
- Maranhão G M B, Fonseca-Genevois V, Passavante J Z de O. 2000. Meiofauna da Área Recifal da Bahia de Tamandaré (Pernambuco, Brasil). *Trabalho Oceanográfico*. Universidade Federal PE, Recife, v.28, n.1, p. 47-59.
- Maranhão G M B. 2003. *Distribuição espaço-temporal da meiofauna e da nematofauna no ecossistema recifal de Porto de Galinha, Ipojuca, Pernambuco, Brasil*. Tese (doutorado), Universidade Federal de Pernambuco –UFPE.
- McLachlan A & Brown A. 2006. *The ecology of sandy shores*. Amsterdam, Academic. 373p
- Mirto S, Danovaro R. 2004. Meiofaunal colonisation on artificial substrates: a tool for biomonitoring the environmental quality on coastal marine systems. *Marine Pollution Bulletin* 48: 919–926.

Moore P G. 1971. The nematode fauna associated with holdfasts of kelp (*Laminaria hiperborea*) in North-East Britain. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 51: 589-604.

Netto S A, Attrill J M, Warwick R M. 1999. Sublittoral meiofauna and macrofauna of Rocas Atoll (NE Brazil): indirect evidence of a topographically controlled front. *Marine Ecology Progress Series*. v. 179: 175-186.

Netto S A, Attrill M J, Warwick R M. 2003. The relationship between the benthic fauna, carbonate sediments and reef morphology in reef-flat tidal pools of Rocas Atoll (north-east Brazil). *Journal of Sea Research* 42: 291–302.

Palmer M A. 1990. Temporal and spatial dynamics of meiofauna within the hyporheic zone of goose Creek, Virginia. *Journal of the North American Benthological Society*. V.9, n.1, p.17-25.

Peters L, Wetzel M A, Trauspurger W, Rothhaupt K-O. 2007. Epilithic communities in a lake littoral zone: the role of water-column transport and habitat development for dispersal and colonization of meiofauna. *Journal of The North American Benthological Society* 26(2):232–243.

Platt H M, Warwick R M. 1983. Free-living marine nematodes. Part I: British Enoplids. *Synopsis of the British fauna (New series)* no 28. Cambridge, Cambridge University Press. 307p.

Platt H M, Warwick R M. 1988. Free-living marine nematodes. Part II: British Chromadorids. *Synopsis of the British fauna (New series)* no 38, E. J. Brill, Leiden. 502p.

Raes M, Vanreusel A. 2005. The metazoan meiofauna associated with a cold-water coral degradation zone in the Porcupine Seabight (NE Atlantic). In: Freiwald, A., Roberts, J.M. (Eds.), *Cold-water Corals and Ecosystems*. Springer, Berlin Heidelberg, p. 821–847.

Raes M, Vanreusel A. 2006. Microhabitat type determines the composition of nematode communities associated with sediment-clogged cold-water coral framework in the Porcupine Seabight (NE Atlantic). *Deep-Sea Res Part I* 53:1880–1894

Raes M, Troch M De, Ndaro S G M, Muthumbi A, Guilini K, Vanreusel A. 2007. The structuring role of microhabitat type in coral degradation zones: a case study with marine nematodes from Kenya and Zanzibar. *Coral Reefs* 26:113–126.

Raes M, Decraemer W, Vanreusel A, 2008. Walking with worms: coral-associated epifaunal nematodes. *Journal of Biogeography* 35, 2207–2222.

Rafaelli D & Hawkins S. 1996. *Intertidal ecology*. London, Chapman & Hall. 356p.

Sarmiento 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)

Silveira M. 2010. *Relações entre complexidade de habitat e comunidade de peixes de costão rochoso*. Florianópolis, UFSC (Dissertação de Mestrado). 86p.

Venekey V, Fonseca-Genevois VG&Santos PJP. 2010. Biodiversity of free-living marine nematodes on the coast of Brazil: a review. *Zootaxa*, 2568: 39–66.

Viglierchio D R. 1991. *The world of nematodes*. 226 p.

Vinx M. 1990. Diversity of the nematode community in the Southern Bight of the North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research*, v. 25, 181-188.

Warwick R M, Platt H M, Somerfield P J. 1998. *Free-living marine nematodes. Part III: British Monhysterids. Synopsis of the British fauna (New series)* no 53. Shrewsbury, Field Studies Council. 296p.

Whittaker R H. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs* 30: 279-338.

Wieser W. 1954. Die Beziehung zwischen Mundhöhlengestalt, Ernährungsweise und Vorkommen bei freilebenden marinen Nematoden. Eine ökologische-morphologische studie. *Arkiv für Zoologie*, 4: 439-484.

Wilding T A, Rose C A, Downie M J. 2007. A novel approach to measuring subtidal habitat complexity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 353: 279–286

Wedding L M, Friedlander L M, McGranaghan M, Yost R S, Monaco M E. 2008. Using bathymetric lidar to define nearshore benthic habitat complexity: Implications for management of reef fish assemblages in Hawaii. *Remote Sensing of Environment* 112 :4159–4165