

Estrutura da fauna bentônica de
duas praias do norte do Espírito
Santo

Bruna Adenalian Coelho Teixeira

Dissertação de mestrado em Biodiversidade
Tropical

Mestrado em Biodiversidade Tropical

Universidade Federal do Espírito Santo
São Mateus, agosto de 2016

“Estrutura da fauna bentônica de duas praias do norte do Espírito Santo”

Bruna Adenalian Coelho Teixeira

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós graduação em Biodiversidade Tropical, para a obtenção de título de Mestre em Biodiversidade Tropical.

Aprovada: 26/06/2016

Dra. Karina Carvalho Mancini – orientadora – UFES

Dra. Karla Gonçalves da Costa – co-orientadora – UFES

Dra. Helen Audrey Pichler – membro interno - UFES

Dr. Werther Krohling – membro externo - UVV

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa;

A professora Dra. Karina Carvalho Mancini pela confiança ao aceitar ser minha orientadora da pós-graduação, muito obrigada;

À minha orientadora, amiga e mãe Dra. Karla Gonçalves da Costa, por ter despertado meu interesse e gosto pela meiofauna, apesar de ser muito difícil. Obrigada;

Ao professor Dr. Werther Krohling, por fazer parte da banca de avaliação, como membro externo;

A Dra. Helen Pichler, por ter aceitado participar da minha banca;

À todos membros do Laboratório de Ecologia Bentônica, que me ajudaram nos campos, em etapas do laboratório. Muito obrigada mesmo, pois eram muito cansativas e difíceis as coletas;

As amigas de longa data Kariny, Uly e Lourdes que aceitaram fazer essas coletas, que são uma aventura;

A minha irmã e seu namorado Lucas, por ter ido em coletas nas suas férias;

Ao Filipe Campos por ter me ajudado com algumas engenhocas e problemas, muito obrigada por aturar isso tudo;

Aos meus pais e minha família pelo total apoio. Muito obrigada.

RESUMO

O presente trabalho caracterizou a fauna bentônica de duas praias do norte do Espírito Santo. Foram realizadas duas coletas ao longo do ano, em Urussuquara, São Mateus (19°03'45,2"S e 39°43'28,9" O) foi em dezembro/2014 e julho/2015; e em Degredo, Linhares (19°24'47,1"S e 39°42'37,4"O) foi em janeiro/2015 e setembro/2015. As amostragens ocorreram sempre em maré baixa de sizígia, foram feitas um total de 27 amostragens para cada variável (macrofauna, meiofauna e sedimento). As amostras de macrofauna e granulometria foram tomadas com um amostrador de PVC e as de meiofauna com uma seringa, quantificadas e identificadas em laboratório. Análises uni- e multifatoriais evidenciaram diferenças significativas dos componentes da fauna bentônica entre os substratos ($p < 0,05$). A diversidade da macrofauna foi menor no infralitoral da praia de Urussuquara. A densidade, riqueza e diversidade da meiofauna foram maiores no infralitoral. E dentre os Nematoda (gêneros) densidade e riqueza foram maiores no infralitoral. Os organismos mais abundantes foram o Polychaeta do gênero *Polygordius* na macrofauna e o Nematoda do gênero *Daptonema*. Em Degredo, a macrofauna maior densidade, riqueza e equitatividade no mesolitoral superior. A densidade da meiofauna foi maior no mesolitoral superior; a riqueza, equitatividade e diversidade foram maiores no mesolitoral inferior. Nematofauna não teve resultados significativos. Os organismos mais abundantes foram o Polychaeta do gênero *Novaquesta* na macrofauna e o Nematoda do gênero *Microlaimus*. As análises multivariadas apontaram o mesolitoral superior como a faixa diferente das demais. A caracterização da comunidade bentônica e os aspectos aqui abordados são de suma importância para auxiliar nas ações de conservação.

Palavra-chave: meiofauna, macrofauna, Nematoda, infralitoral.

ABSTRACT

This study characterized the benthic fauna of two northern beaches of the Espírito Santo. two samples were taken throughout the year , in Urssuquara, São Mateus (19°03'45,2"S e 39°43'28,9" O) was december/2014 e july/2015; and in Degredo, Linhares (19°24'47,1"S e 39°42'37,4"O) was january/2015 e setembro/2015. Sampling always occurred in low tide of sizigia, it was made a total of 27 samples for each variable (macrofauna, meiofauna and sediment). The samples macrofaunal and particle size were taken with a PVC sampler and the meiofaunal with a syringe, quantified and identified in the laboratory. The uni- and multi-factor analysis showed significant differences in the benthic fauna components between the substrates ($p < 0.05$). The diversity of macrofauna was lower in subtidal Beach Urssuquara. The density, richness and diversity of meiofauna were higher in the subtidal. And of the Nematoda (genres) density and richness were higher in the subtidal. The most abundant organisms were the genus Polychaeta Polygordius in macrofauna and the gender Nematoda Daptonema. In Degredo, macrofauna higher density, richness and evenness in the mid-upper. The density of meiofauna was higher in the mid-upper; the richness, evenness and diversity were higher in the mid-lower. Nematofauna had no significant results. The most abundant organisms were the genus Polychaeta Novaquesta in macrofauna and the gender Nematoda Microlaimus. Multivariate analyzes showed higher mid-upper as the different track from the others. The characterization of the benthic community and the issues discussed are of paramount importance to assist in conservation actions.

Keyword: meiofauna, macrofauna, Nematoda, subtidal.

1 INTRODUÇÃO

Praias arenosas são ambientes extremamente dinâmicos, onde a areia e água estão em constante movimento que ocorre pela ação das ondas, marés e ventos. Estes ambientes formam um dos mais resilientes, devido à capacidade de absorver a energia das ondas (MCLACHLAN & BROWN, 2006).

Uma praia consiste de grãos de sedimentos e os espaços porosos entre eles constituem o sistema intersticial. Partículas de sedimentos que definem o sistema intersticial geralmente são misturas de várias fontes mineralógicas incorporadas através de um tempo geológico. Vários fatores são importantes para a definição do ambiente intersticial, inclui o tamanho de grãos, classificação, forma, média, seleção, porosidade e permeabilidade. A característica mais importante de partículas de areia é o seu tamanho. O tamanho das partículas é geralmente classificado de acordo com a escala Wentworth, em unidades phi. Análise do tamanho de partícula de areia pode ser conseguida através do peneiramento (MCLACHLAN & TURNER, 1994).

A área das praias possui duas partes, uma subaérea e outra subaquática, isto segundo Short & Wright (1983). A área subaérea é constituída por duas zonas a supralitoral e mesolitoral e a porção subaquática é constituída pela zona chamada infralitoral, na qual inclui a zona de arrebentação. Esse ambiente é estruturado, principalmente, em função dos níveis energéticos das ondas, que proporciona que sua energia seja liberada nas zonas costeiras, atuando sobre a granulometria do sedimento (MCLACHLAN, 1980). A região entre marés tem como principal característica biológica a presença de uma diversa e adaptada biota (VIANA ET AL., 2005). Os organismos bentônicos encontrados nesses ambientes contribuem significativamente na biomassa animal e na reciclagem de nutrientes marinhos. A distribuição e a diversidade destes organismos são determinadas por fatores físicos, destacando-se dentre estes a ação das ondas, tamanho das partículas de sedimento e a declividade da praia (MCLACHLAN, 1983).

Levando em conta a intensidade dos fatores físicos, as praias são classificadas de acordo com a sua morfodinâmica em dissipativas, intermediárias e refletivas (SHORT & WRIGHT, 1983). Praias dissipativas são caracterizadas por zonas de gradiente larga e baixa, através do qual, ondas quebram gradualmente dissipando sua força, a areia é grossa tendo uma circulação de água rápida e bem drenada durante a maré baixa, e uma alta oxigenação. Em contraste, praias

reflexivas têm encostas relativamente íngremes e não tem zona de arrebenção, ondas quebrando abruptamente perto da costa, os grãos de areia são finos proporcionando condições intersticiais estagnadas que resultam em baixas tensões de oxigênio e gradientes químicos verticais íngremes. Embora praias intermediárias representem um estado intermediário entre a dissipação e refletivas, elas apresentam uma ampla gama de características morfodinâmicas, incluindo sistemas de canal de escoamento (KOMAR, 1998). Os padrões de distribuição da fauna intersticiais são, portanto, principalmente horizontal em toda a praia em zonas que cobrem apenas a parte superior 5 a 20 cm de areia.

As praias arenosas estão repletas de seres, microscópicos e macroscópicos. O espectro da vida na areia é imenso, incluem búzios, vermes, caranguejos, piolhos do mar, e uma série de animais grandes e pequenos, bem como protozoários, plantas microscópicas e bactérias. Além desses moradores da praia intertidal, uma variedade de espécies se move sobre a praia a partir das zonas na maré alta, e outros descem das dunas para a praia na maré vazante. Esses componentes faunísticos interagem em uma rede trófica para criar o ecossistema de areia da praia, e troca de materiais com o mar e a terra. Cada vez mais, é comprovado que praias de areia não são desertos marinhos, mas são ecossistemas interessantes e muitas vezes produtivos (MACLACHLAN & BROWN, 2006).

As faunas de praias arenosas possuem muitas adaptações que resultam da instabilidade do substrato juntamente com a ação das ondas pesadas. Além disso, é essencial que a fauna exibe um elevado grau de mobilidade e capacidade de lidar com o clima oscilante. Isto por sua vez implica a necessidade de mecanismos que permitam aos animais manter e recuperar suas posições na costa. A capacidade de se orientar durante as circunstâncias ambientais é desenvolvida para um alto grau, não só entre as faunas aquáticas, mas particularmente os que respiram entre os Amphipodas, Isopodas, e braquiúros que habitam a parte superior da costa. Embora esta fauna possa tolerar submersão em água do mar, eles podem não corre o risco de ser pego pela ressaca e arrastado para o mar (MACLACHLAN & BROWN, 2006).

Os organismos bentônicos são aqueles que possuem uma relação íntima com o substrato de ambientes aquáticos, seja para fixar-se, escavá-lo, andar sobre sua superfície ou mesmo nadar sobre o substrato sem separar-se dele (VÉLEZ, 1971). A distribuição da comunidade bentônica está, em geral, associada a um conjunto de aspectos, dependendo das interações dos fatores bióticos tais como

disponibilidade de alimentos, reprodução e relação intra e interespecífica e fatores abióticos como o tamanho das partículas de sedimentos, salinidade, temperatura, hidrodinâmica, ação das ondas, e o fluxo de correntes, dentre outros (ALONGI, 1987; SARMA & WILSANAND, 1996).

Dentre os bentônicos de praia arenosa a macrofauna é o componente mais bem estudado da biota e compreende formas bentônicas demasiadamente grandes para se mover nos interstícios entre os grãos de areia. Eles incluem representantes de todos os principais táxons, embora vermes poliquetas, moluscos e crustáceos geralmente predominam (MOLINA & VARGAS, 1994). Outros grupos incluem Nemertea, Arthropoda, Platelmintos, Sipunculida, echiurida, insetos e equinodermos. Constituindo uma ampla variedade de grupos, a fauna bentônica apresenta uma reconhecida importância no fluxo de energia das cadeias tróficas de ambientes marinhos (BELÚCIO ET AL., 1999). A diversidade, distribuição e abundância da macrofauna de praias vêm sendo relacionada, principalmente aos fatores físicos, porém fatores biológicos como predação, competição, disponibilidade e busca de alimento, dispersão e assentamento larval, entre outros, também atuam na estruturação da fauna bentônica (KNOX, 2000).

Comunidades da meiofauna de praias arenosas são diferentes em composição taxonômica e têm padrões tridimensionais complexos. Algumas comunidades podem viver no alto da costa, como oligoquetos e grandes nematóides, onde toleram a falta de água. Em outros lugares onde entre os grãos há filmes de água, estas camadas são ocupadas por diversos grupos, entre esses pequenos nematóides. Nas zonas de retenção, onde a umidade capilar é retida, uma fauna mais rica é desenvolvida, nematódeas e copepodas são geralmente os dominantes. Turbellaria e copepoda precisam de filmes de água espessos para locomover. Na zona inferior da margem ou mais profunda no sedimento, onde a areia é saturada, mas alguma circulação de água intersticial ainda ocorre, a meiofauna é menos abundante, embora vermes nematóides sejam mais importantes (GHESKIERE ET AL., 2002). Isto inclui as camadas superficiais para fora na zona de rebentação. Nas praias de grãos-finos, os nematóides são geralmente dominantes.

A diversidade e abundância da meiofauna são maiores onde ocorre um equilíbrio entre a entrada de matéria orgânica e a oxigenação. Em praias dissipativas ou protegidas a fauna é empobrecida devido ao excesso de matéria

orgânica, gradientes químicos íngremes e extensão vertical comprimido da zona oxigenada. Por outro lado, nas praias muito reflexivas com dinâmica de circulação de água intersticial tendem a ter menos formas de grande porte. Por conseguinte, espera-se que a diversidade de intersticial meiofauna geralmente deve ser maior em praias intermediárias de areias médias (250 a 500 mm) (GHESKIERE ET AL., 2005), mas um estudo abrangente da resposta da comunidade da meiofauna para uma gama completa de tipos de praia ainda tem de ser compreendido. Estudos preliminares sugerem que a resposta da meiofauna é oposta à dos Macrofauna (RODRIGUEZ ET AL., 2003).

A meiofauna pode ser composta por representantes da macrofauna em seu estado juvenil, chamado meiofauna temporária, constituída principalmente por indivíduos juvenis de poliqueta, bivalves, gastrópodes e crustáceos. No entanto, a maioria dos táxons é constituída por organismos da meiofauna permanente, constituintes de espécies que passam todo seu ciclo de vida dentro da faixa de tamanho para meiofauna (WATZIN, 1985; KNOX, 2001)

Dentre os organismos da meiofauna, os mais abundantes são os Nematoda que por sua vez exercem importantes funções nos ecossistemas aquáticos, podendo ser citado seu papel como fonte de alimento para diversas espécies, estímulo ao metabolismo bacteriano e facilitador da remineralização da matéria orgânica, aumentando a regeneração dos nutrientes nos sedimentos (GIERE, 1993).

Espera-se com os resultados desta pesquisa caracterizar a estrutura da comunidade bentônica, demonstrando quais os táxons macro e meiofaunais caracterizam as praias estudadas nas diferentes faixas (mesolitoral inferior e superior e infralitoral raso) em diferentes períodos do ano. As informações aqui levantadas poderão constituir uma base útil para a realização de estudos sobre biodiversidade, além de contribuir para programas de biomonitoramentos futuros.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral:

O presente estudo tem como objetivo caracterizar a estrutura da macrofauna e meiofauna bentônica nas praias de Urussuquara (São Mateus) e Degredo (Linhares).

2.2 Objetivos específicos:

- 1- Quantificar e identificar a macrofauna e meiofauna bentônica.
- 2- Determinar a granulometria e quantificar a matéria orgânica no sedimento.
- 3- Relacionar os parâmetros abióticos (salinidade, temperatura, granulometria e matéria orgânica) com os índices biológicos registrados.
- 4- Analisar a variabilidade espaço-temporal da estrutura da fauna bentônica.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Áreas de estudos

3.1.1 Urussuquara

A Praia de Urussuquara está localizada no extremo sul do município de São Mateus, litoral norte do Espírito Santo, entre as coordenadas $19^{\circ}03'45,2''\text{S}$ e $39^{\circ}43'28,9''\text{O}$ (Fig. 1). Numa região ainda pouco explorada do estado, a praia está localizada na divisa dos municípios de São Mateus e Linhares, em uma área singular próxima à foz do Rio Ipiranga, que corre em paralelo com o mar. Os pontos da coleta estão a aproximadamente 3,29 quilômetros ao norte da foz do Rio Ipiranga.

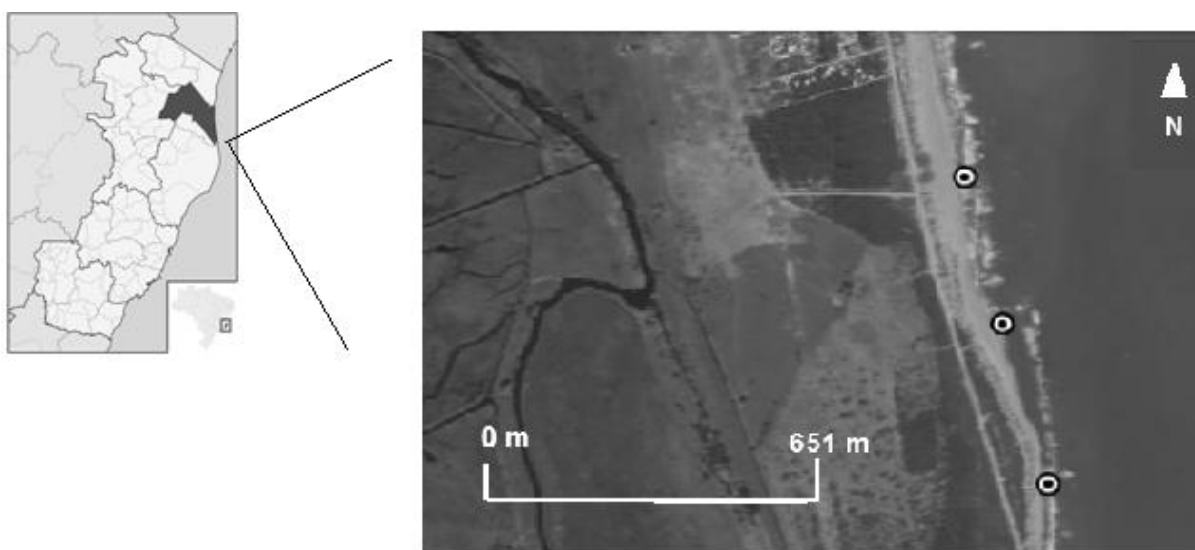


Figura 1. Mapa com a localização da praia de Urussuquara. Em destaque, os pontos de amostragem.

A vegetação de restinga é no alto da orla e as areias são finas. Nessa praia também ocorre desova de tartarugas marinhas, no entanto, ela é influenciada por atividades humanas por ser de fácil acesso. Além disso, essa área é local de especulação de possível instalação de um Porto dedicado exclusivamente ao suporte das operações offshore de petróleo e gás e que ocupará uma área de 1,5 milhões de metros quadrados. Durante as coletas, que ocorreram em

dezembro/2014 e junho/2015, foram registradas a salinidade e temperatura da água do mar, com termômetro e refratômetro. A salinidade registrada foi 39 em dez/14 e 38 em jul/15, a temperatura da água foi menor em julho (25,2°C) e maior em dezembro (27,5°C). Os dados meteorológicos como precipitação e temperatura atmosférica durante todo o período estudado foram obtidos pelo INMET (2014 e 2015).

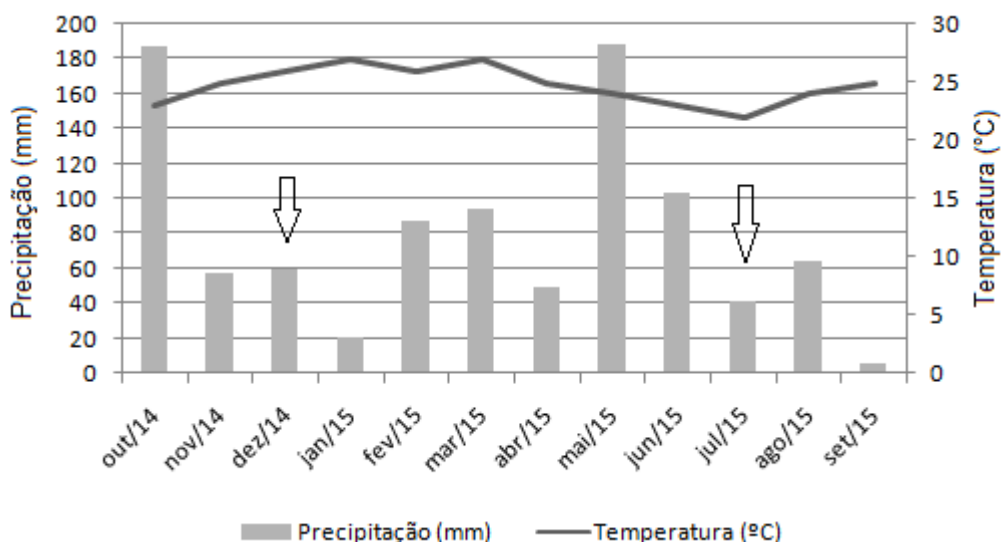


Figura 2. Precipitação mensal acumulada (mm; barras) e temperatura média (°C; linhas) de São Mateus, ES. Registradas de outubro de 2014 a setembro de 2015. Setas indicam meses de coleta (INMET, 2014 e 2015).

3.1.2 Degredo

A Praia de Degredo, próxima a uma vila com mesmo nome, é localizada no litoral do município de Linhares, litoral norte do Espírito Santo, entre as coordenadas 19°24'47,1"S e 39°42'37,4"O (Fig. 3). Os pontos da coleta estão a aproximadamente 31,3 quilômetros ao norte da foz do Rio Doce, e aproximadamente 18,8 quilômetros ao sul da foz do Rio Ipiranga.

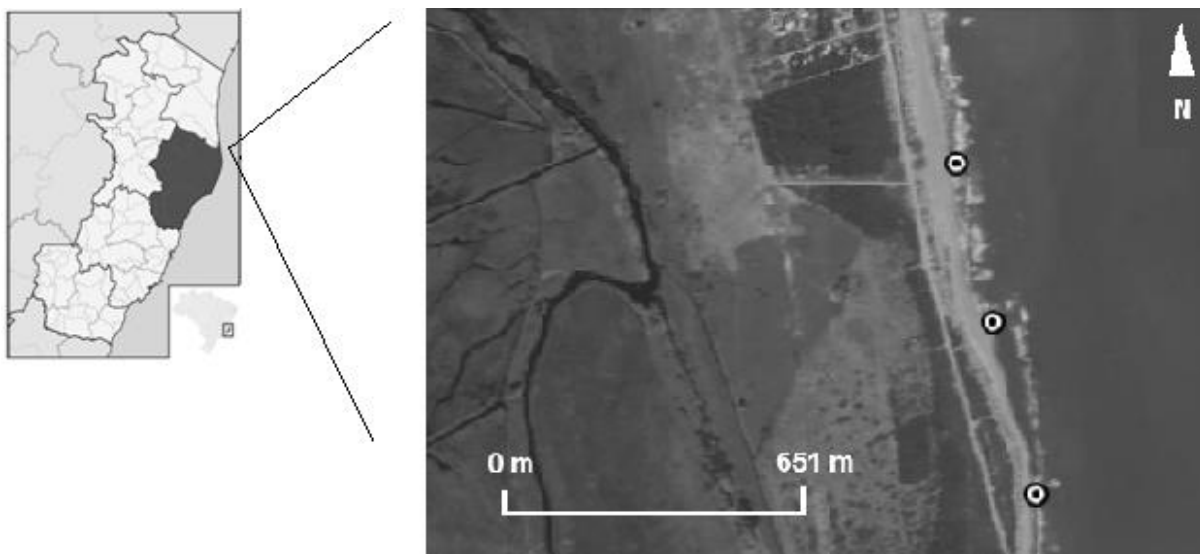


Figura 3. Mapa com a localização da praia do Degredo. Em destaque, os pontos de amostragem.

A região em que aconteceram as coletas é uma área de difícil acesso da Praia de Degredo não tendo a influência de atividades humanas. Também nesse local, existe a possibilidade de instalação de um empreendimento portuário que ocupará aproximadamente cinco milhões de metros quadrados do litoral, a ser destinado ao armazenamento e transporte de minério. O empreendimento está à espera de uma avaliação dos órgãos ambientais competentes mediante processos de licenciamento distintos, avaliando corretamente os impactos caracterizados pelo empreendimento.

Na praia do Degredo, durante as coletas que ocorreram em janeiro/2015 e setembro/2015, a salinidade registrada foi de 39 e 38, respectivamente. Já as temperaturas da água medidas nesses meses foram, respectivamente, 27,3°C e 24,7°C. Além disso, durante o período estudado, os dados meteorológicos como precipitação e temperatura atmosférica foram obtidos pelo INMET (2015) (Fig. 4).

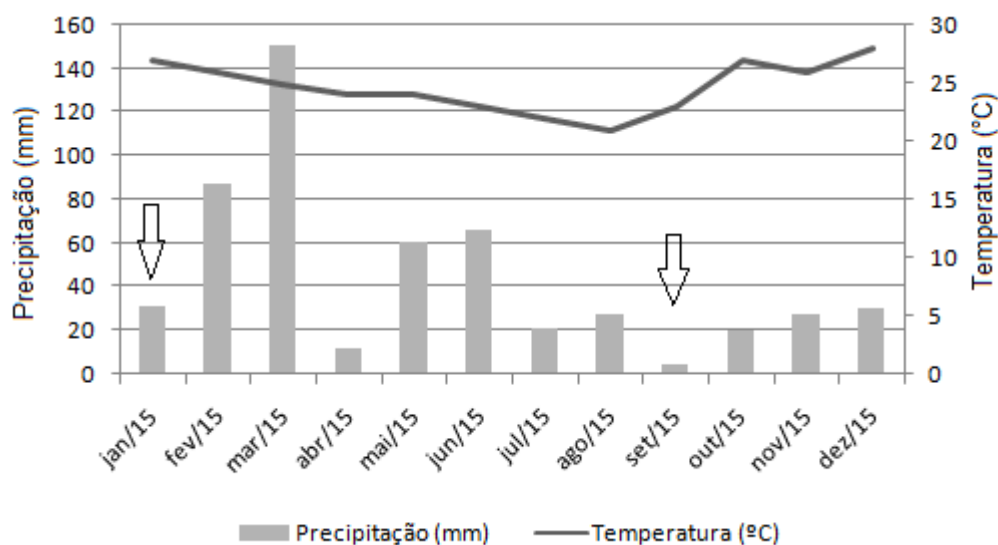


Figura 4. Precipitação mensal acumulada (mm; barras) e temperatura média (°C; linhas) de Linhares, ES. Registradas de janeiro de 2015 a dezembro de 2015. Setas indicam meses de coleta (INMET, 2015).

3.2 Procedimentos de campo

Para a caracterização da fauna bentônica, foram realizadas duas coletas anuais, sendo que em Urussuquara as coletas ocorreram em dezembro/2014 e julho/2015 e em Degredo, em janeiro/2015 e setembro/2015. As amostragens ocorreram sempre em maré baixa de sizígia. Em cada praia, amostras de fauna bentônica (macro e meiofauna) e sedimento foram coletadas em triplicatas em diferentes faixas de marés: no infralitoral (IL), mesolitoral inferior (MI) e mesolitoral superior (MS). Foram amostrados 3 pontos onde, em cada ponto, foram feitos três transectos, no qual foram coletadas uma amostra para cada componente (macrofauna, meiofauna e sedimento) por faixa de maré, tendo um total de 27 amostras para cada componente. As amostragens foram realizadas com licença concedida pelo Sistema de Autorização e Informação da Biodiversidade – SISBIO, sob número 23658-1.

Para as análises da macrofauna, as amostras foram tomadas com um amostrador de PVC (15 cm de diâmetro e 20 cm de profundidade), lavadas no local com malha de 500 µm, acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados e fixadas em solução de formalina a 10%. Já as amostras de meiofauna foram

retiradas com uma seringa plástica (2 cm de diâmetro e 5 cm de profundidade), acondicionadas em frascos plásticos etiquetados e fixadas em solução de formalina a 10%.

As porções para análise de sedimento (matéria orgânica e granulometria) foram tomadas com um amostrador de PVC (15 cm de diâmetro por 5 cm de altura) e acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados.

3.3 Procedimentos de laboratório

Em laboratório, as amostras para macrofauna bentônica foram triadas sob microscópio estereoscópico e os organismos encontrados foram quantificados e identificados na menor categoria taxonômica possível, com auxílio de bibliografia especializada. Após a identificação, os organismos foram conservados em álcool (70%) e separados para posterior tombamento na Coleção Zoológica Norte Capixaba do CEUNES/UFES.

Para a meiofauna, as amostras foram lavadas em peneira com abertura de malha 63 μm . Os organismos foram extraídos por flotação em solução açucarada com gravidade específica de 1,14 (ESTEVES *ET AL.*, 1995). O tratamento consiste na agitação manual do sedimento, no sentido circular, durante 30-35 segundos vertendo-se, em seguida, o sobrenadante contendo os animais em suspensão em peneiras de 63 μm e repetindo-se esse processo três vezes. Os organismos foram transferidos para um recipiente de vidro cavado (pote dappen) com solução de glicerol (água, álcool e glicerina) e depositada numa placa aquecedora por aproximadamente 8 horas até a evaporação da água e do álcool, restando a fauna na glicerina. O material remanescente foi transferido para lâminas semipermanentes onde os organismos foram quantificados e identificados em grandes grupos e a nematofauna foi identificada a categoria de gênero, sob microscópio óptico e de acordo com a chave pictorial de Warwick *et al.* (1998).

Os sedimentos para as análises de teores de matéria orgânica e granulometria, foram lavados em água corrente filtrada com o auxílio de uma bandeja, para a retirada do sal marítimo e seco em estufa a 80°C por 24 horas. Após secos, para os teores de matéria orgânica foram separados aproximadamente 50g, e foram determinados através de combustão em mufla à 550°C por 1 hora. A

granulometria do sedimento foi determinada por rotinas de peneiramento granulométricas (SUGUIO, 1973).

3.4 Análise de dados

Para analisar os componentes da fauna bentônica (meiofauna, foram utilizados os valores de densidade (indivíduos/10 cm²) e para macro (indivíduo/m²) - para meiofauna; Nematoda e macrofauna); riqueza (número de táxons); diversidade de Shannon-Wiener ($H' \text{Log}_2$) e equitatividade (J' de Pielou). Para testar a significância dos descritores univariados da fauna entre as faixas e as coletas, foram realizadas análises de variância (ANOVA bifatorial). Testes de Cochran foram aplicados para homogeneidade das variâncias e os dados foram transformados quando necessário. Os descritores que, mesmo transformados, não passavam pelo teste foram testados, então, por análises não-paramétricas de Kruskal-Wallis para faixas e Mann-Whitney para coletas. Testes de comparação de Tukey, para dados paramétricos, e testes de comparações múltiplas, para dados não paramétricos, foram utilizados quando diferenças significativas foram detectadas ($p < 0,05$) pela ANOVA e Kruskal-Wallis, respectivamente.

Em relação às análises multivariadas, matrizes de similaridade foram construídas a partir dos dados da fauna bentônica utilizando o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis. Os dados foram ordenados e plotados através da análise de ordenação (MDS, Multidimensional Scaling) e testados por meio da análise de variância permutacional não paramétrica (PERMANOVA) com dois fatores (época das coletas e faixas de maré). A contribuição relativa de cada espécie para a dissimilaridade entre os fatores, quando encontrada, foi determinada através da análise de classificação SIMPER.

A análise BIO-ENV foi utilizada para determinar as possíveis relações entre a estrutura multivariada da comunidade e combinações de variáveis ambientais, definindo assim o conjunto de variáveis que melhor explicam a estrutura da fauna (CLARKE & AINSWORTH, 1993).

Para todas as análises foi considerado um nível de significância de 0,05. As análises uni- e multivariadas acima citadas foram realizadas como proposto por Clarke & Ainsworth (1993), Clarke & Warwick (1994) e Anderson et al. (2008). Para a

realização das análises estatísticas foram utilizadas os aplicativos STATISTICA v.8, PRIMER v.6, e para o processamento dos dados das análises granulométricas, o SysGran.

4 RESULTADOS

4.1 Praia de Urussuquara

4.1.1 Fatores abióticos

O sedimento da Praia de Urussuquara é formado por areia média à grossa, moderadamente selecionada, com pouca variação entre o período amostrado. O teor de matéria orgânica encontrado no sedimento variou entre 0,07% e 0,18%.

As variáveis ambientais não passaram pelo teste de homogeneidade de Cochran, portanto análises de variância não paramétricas (Kruskall-Wallis e Mann-Whitney) foram então aplicadas e observadas diferenças significativas apenas entre as faixas. A seleção de grão e as frações de cascalho e areia variaram de forma que a faixa do mesolitoral superior foi registrada a menor seleção de grão e porcentagem de cascalho, e uma maior porcentagem de areia ($p < 0,05$) (Tab. 1).

Tabela 1. Análise não-paramétrica de Kruskall-wallis e Mann-whitney e teste de comparação múltipla para granulometria do sedimento e teor de matéria orgânica da Praia de Urussuquara, São Mateus, ES. (ns = não significativo).

	Faixas (Kruskall-wallis)			Coletas (Mann-whitney)	
	F	p	Teste de comparação múltipla	F	p
Matéria orgânica	1,617	ns	-	0,017	ns
Seleção de grãos	24,05	0,001	MS<	2,24	ns
Média de grãos	2,260	ns	-	1,440	ns
% Cascalho	9,084	0,001	MS<	2,095	ns
% Areia	8,886	0,001	MS>	2,160	ns

4.1.2 Macrofauna da Praia de Urussuquara

Na Praia de Urussuquara foram encontrados 577 organismos da macrofauna, distribuídos entre 15 táxons (Ver lista na Tab. 2), sendo Polychaeta o mais abundante, contribuindo com 70,19% dos organismos encontrados. Os demais grupos taxonômicos, tais como: Amphipoda, Isopoda, Mysidacea, Oligochaeta e

Nemertea, contribuíram juntos com 29,81%. A densidade média da macrofauna bentônica foi de 593,6 inds/m². Dentre a classe Polychaeta, os poliquetas intersticiais dominaram. *Polygordius* foi o gênero dominante com 43,45%, seguidos de *Hesionura* (25,18%) e *Hemipodia* (16,54%).

Tabela 2. Lista taxonômica e densidade média (inds/m²) da macrofauna, na Praia de Urussuquara, São Mateus, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral-inferior, MS=mesolitoral-superior (± desvio padrão).

Táxons	IL Dez/14	MI Dez/14	MS Dez/14	IL Jul/15	MI Jul/15	MS Jul/15
Filo Arthropoda Ordem Amphipoda Família Talitridae						
<i>Platorchestia sp1</i> Bousfield, 1982	6,2 (± 62,5)	37 (± 43,3)	37 (± 277,5)	12,3 (± 64,9)	-	74,1 (± 49,9)
<i>Platorchestia sp2</i>	-	6,2 (± 43,3)	6,2 (± 277,5)	-	-	30,9 (± 49,9)
Família Phoxocephalidae						
<i>Microphoxus</i> J.L.Barnard, 1960	-	-	-	-	-	24,7 (± 49,9)
Ordem Isopoda Família Cirolanidae						
<i>Cirolanides</i> Benedict, 1896	6,2 (± 62,5)	-	148,1 (± 277,5)	-	-	160,5 (± 49,9)
Família Philosciidae						
<i>Benthana</i> Budde-Lund, 1908	-	-	6,2 (± 277,5)	-	-	-
Ordem Mysidacea	-	-	-	6,2 (± 64,9)	-	-
Filo Nemertea	18,5 (± 62,5)	55,6 (± 43,3)	74,1 (± 277,5)	43,2 (± 64,9)	43,2 (± 45,6)	-
Filo Annelida Classe Clitellata						
Subclasse Oligochaeta	-	49,4 (± 43,3)	49,4 (± 277,5)	-	49,4 (± 45,6)	117,3 (± 49,9)
Classe Polychaeta Família Glyceridae						
<i>Hemipodia</i> Kinberg, 1865	104,9 (± 62,5)	92,6 (± 43,3)	6,2 (± 277,5)	86,4 (± 64,9)	123,5 (± 45,6)	-
Família Saccocirridae						
<i>Saccocirrus</i> Bobretzky, 1872	-	-	-	74,1 (± 64,9)	135,8 (± 45,6)	6,2 (± 49,9)
Família Phyllodocidae						
<i>Hesionura</i> Hartmann-Sxhroder, 1958	228,4 (± 62,5)	141 (± 43,3)	-	246,9 (± 64,9)	6,2 (± 45,6)	6,2 (± 49,9)

Família Polygordiidae						
<i>Polygordius</i> Schneider, 1868	-	-	1086,4 (± 277,5)	-	-	-
Família Sigalionidae						
<i>Pisionidens</i> Aiyae & Aikunhi, 1943	-	-	-	24,7 (± 64,9)	43,2 (± 45,6)	-
<i>Pisione</i> Grube, 1857	-	61,7 (± 43,3)	-	12,3 (± 64,9)	-	-
Família Syllidae						
<i>Syllis (Typosyllis)</i> Lamark, 1818; Langerhans, 1879	-	-	-	12,3 (± 64,9)	-	-

Em relação à análise de variância ANOVA realizada com os índices de Diversidade e Riqueza da macrofauna, diversidade foi o índice que registrou diferenças significativas ($p < 0,05$) (Tab. 3 e Fig. 5). De acordo com o teste post-hoc HSD de Turkey, pode-se verificar que a diferença significativa observada para a diversidade na associação entre faixas e coletas ocorreu devido ao menor valor registrado no infralitoral, na coleta de Dez/14, comparado ao registrado no mesolitoral superior, da coleta de Jul/15 (Fig. 5-a). Já a variável riqueza não apresentou diferença significativa (Fig. 5-b).

Tabela 3. Resultados da ANOVA bifatorial para os índices univariados da macrofauna, encontrados na Praia de Urussuquara, São Mateus, ES (ns = não significativo).

	Faixas		Coletas		Faixas x Coletas		
	F	p	F	p	F	p	Tukey
Diversidade	1,423	ns	3,840	ns	4,955	0,011	IL-Dez/14 < MS-Jul15
Riqueza	2,488	ns	1,839	ns	1,553	ns	-

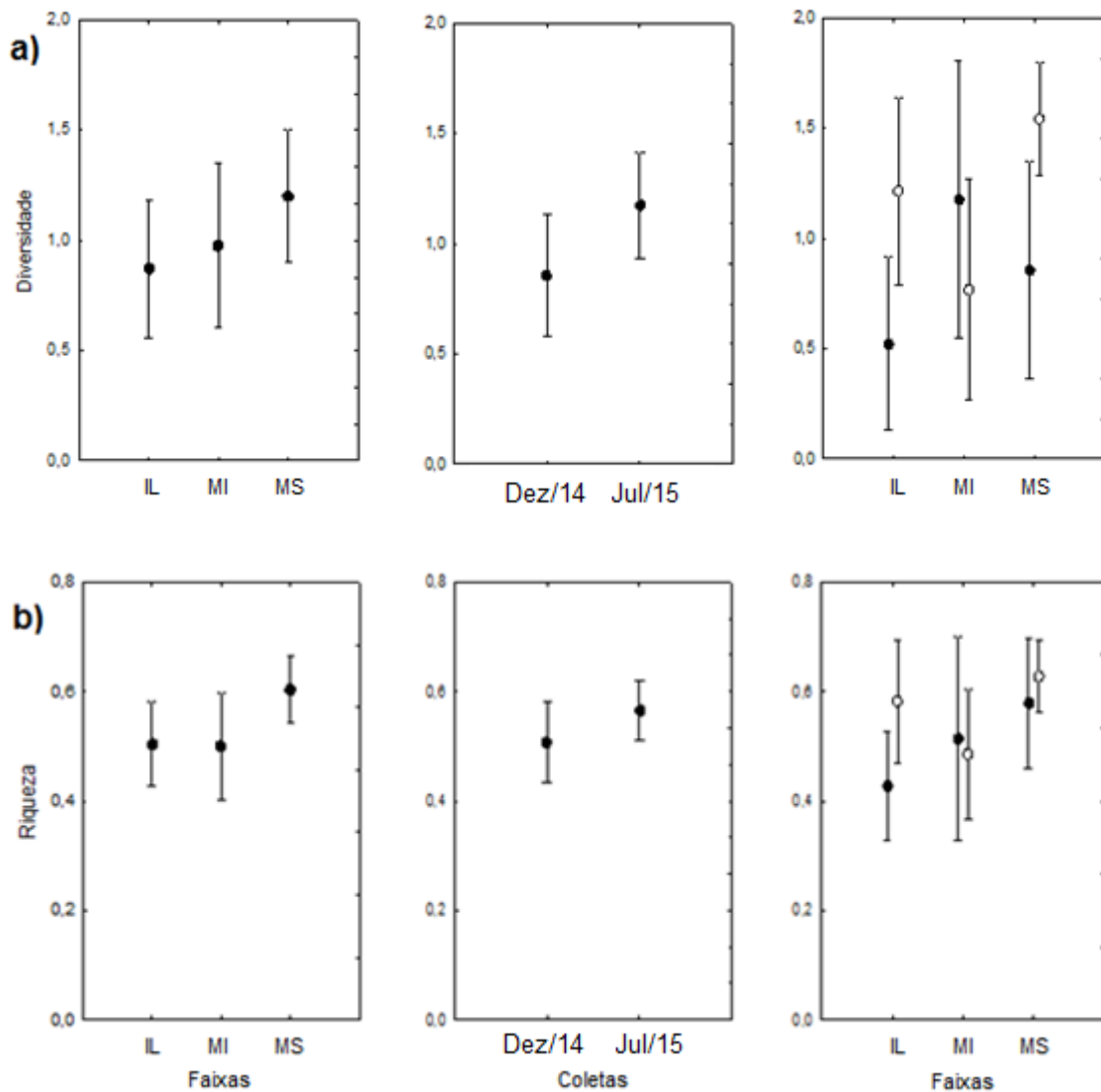


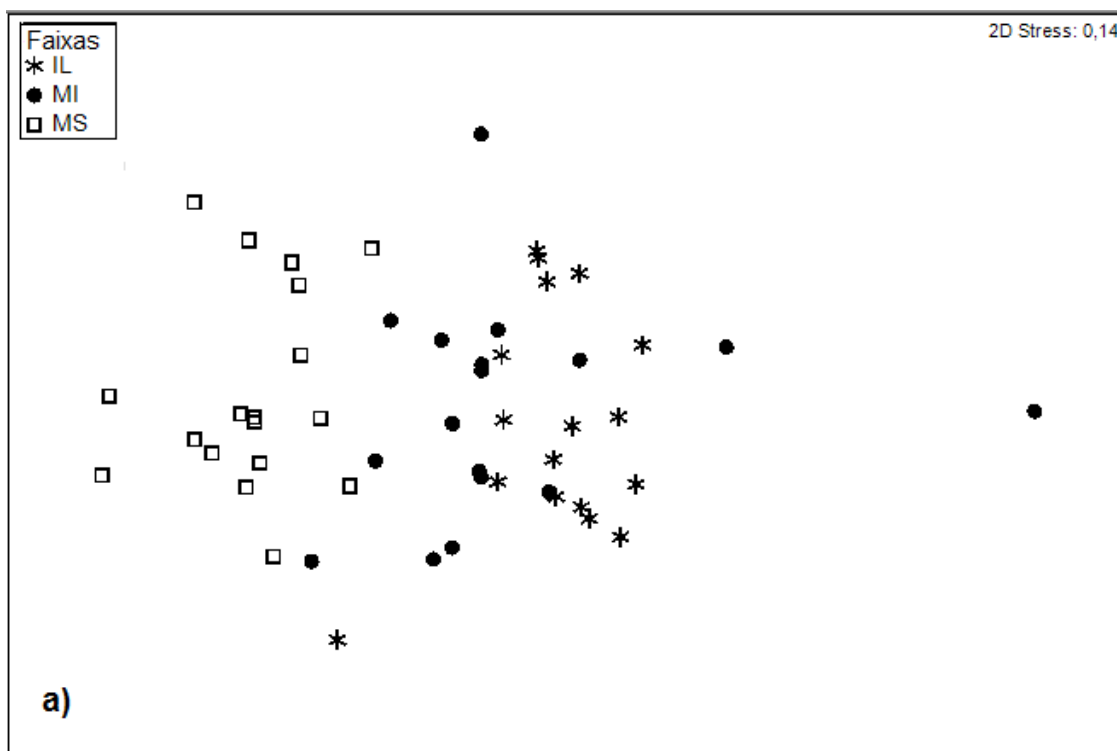
Figura 5. Descritores univariados da macrofauna bentônica entre faixas, coletas e faixas x coletas na Praia de Urussuquara, São Mateus, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior, ● =Dez/14, ○ =Jul/15. (Média ± Intervalo de confiança).

Os índices de densidade e equitatividade não passaram pelo teste de homogeneidade de Cochran. Análises não paramétricas foram então realizadas e não houve diferenças significativas para as variáveis entre as faixas e coletas (Tab. 4).

Tabela 4. Análise não-paramétrica de Kruskal-wallis e Mann-whitney para densidade e equitatividade da macrofauna (ns = não significativo).

	Faixas (Kruskall-wallis)		Coletas (Mann-whitney)	
	F	p	F	p
Densidade (inds/m ²)	2,809	ns	2,331	ns
Equitatividade	0,645	ns	3,209	ns

Através das análises multivariadas (MDS e PERMANOVA), foram detectadas diferenças significativas na estrutura da macrofauna entre faixas e meses das coletas (Fig. 6). Em relação às faixas, é possível observar no MDS (Fig. 6-a), mesolitoral-superior está agrupado à esquerda, mesolitoral-inferior está ao centro e o infralitoral à direita, confirmado pelo teste par-a-par do PERMANOVA (Tab. 5). Entre os meses de coletas, o MDS não mostra uma separação (Fig. 6-b), no entanto a análise PERMANOVA registrou que há diferença.



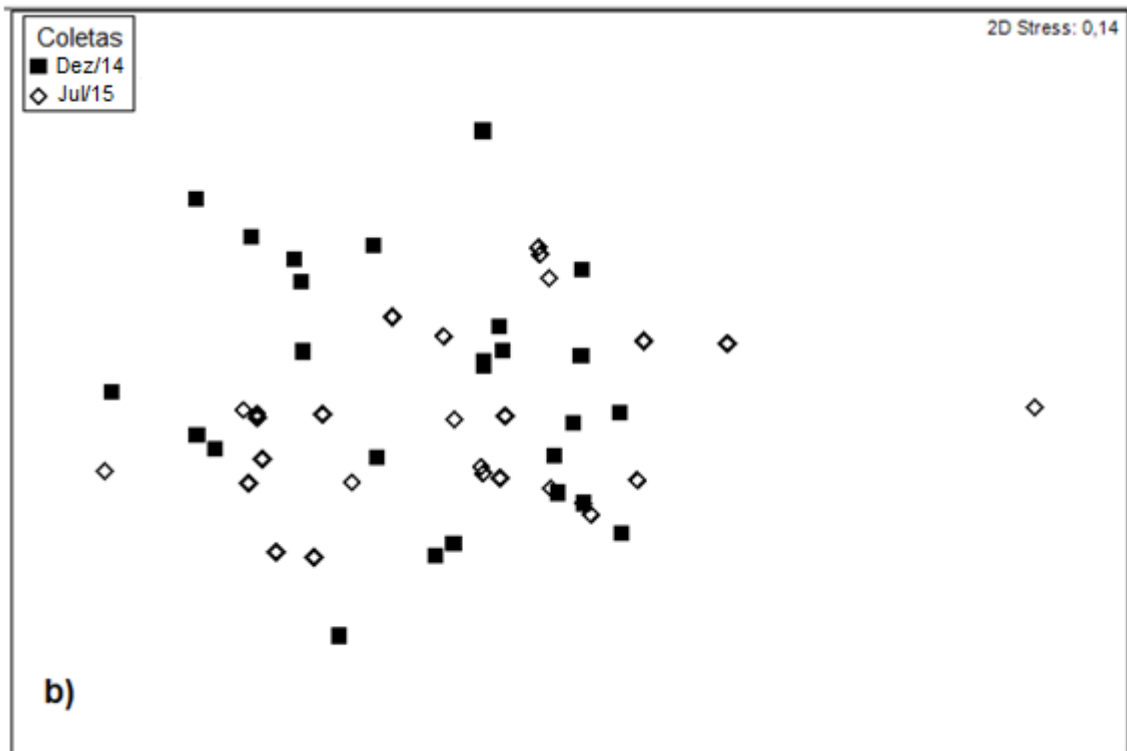


Figura 6. Análise de ordenação (MDS) da macrofauna bentônica nas diferentes faixas (a), meses das coletas (b), na Praia de Urussuquara, São Mateus, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior.

Tabela 5. Resultados da análise de variância permutacional não paramétrica PERMANOVA bifatorial (a) e comparação da composição dos fatores da macrofauna bentônica pelo teste Par-a-Par (b), na Praia de Urussuquara, São Mateus, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior. ($p < 0,05$).

PERMANOVA		
	Pseudo-F	p
Faixas	8,366	0,001
Coletas	2,6213	0,006
Faixas x Coletas	2,2074	0,004
Teste Par-a-Par		
	T	p
IL, MI	1,6214	0,016
IL, MS	4,0042	0,001
MI, MS	2,7961	0,001
Dez/14, Jul/15	1,619	0,008

*Valores em negrito representam diferença significativa.

Os resultados das análises do SIMPER mostraram que a dissimilaridade da macrofauna entre as faixas foi acima de 97%, tendo a maior dissimilaridade entre o infralitoral e mesolitoral-superior com 97,08%. O táxon que foi responsável por essa dissimilaridade foi o Polychaeta do gênero *Polygordius*, contribuindo com 20,79%,

seguido do Isopoda do gênero *Cirolanide* que contribui com 18,04% (Apêndices 1 e 2). A dissimilaridade entre os meses das coletas foi acima de 85%, sendo que o gênero *Hesionura* foi o principal responsável por está dissimilaridade, contribuindo com 17,07%, seguido do gênero *Polygordius* com 15,47% (Tab. 6).

Tabela 6. Resultado SIMPER para a dissimilaridade da macrofauna entre as faixas e as coletas da Praia de Urussuquara, São Mateus, ES.

	Dissimilaridade média (%)	Táxons	Contribuição (%)	Acumulado (%)
Infralitoral, Mesolitoral inferior	79,04	<i>Hesionura</i>	28,40	28,40
		<i>Hemipodia</i>	24,73	53,13
		<i>Saccocirrus</i>	10,60	63,73
Infralitoral, Mesolitoral superior	97,08	<i>Polygordius</i>	20,79	20,79
		<i>Cirolanide</i>	18,04	38,83
		<i>Hesionura</i>	16,22	55,05
Mesolitoral inferior, Mesolitoral superior	92,01	<i>Polygordius</i>	22,01	22,01
		<i>Cirolanide</i>	19,46	41,47
		<i>Hemipodia</i>	11,29	52,76
Dez/14, Jul/15	85,32	<i>Polygordius</i>	17,07	17,07
		<i>Cirolanide</i>	15,47	32,54
		<i>Hemipodia</i>	15,21	47,75

4.1.3 Meiofauna da Praia de Urussuquara

Durante o estudo, foram encontrados 171 indivíduos da meiofauna, distribuídos entre cinco táxons. Nematoda foi o mais abundante, com 69,01%, seguido de Polychaeta intersticiais com 12,28% dos organismos encontrados (Tab. 7). Os demais grupos taxonômicos, tais como: Copepoda, Turbellaria e Halacaroidea contribuíram juntos com 18,71%. A densidade média da meiofauna foi de 10,1 inds/10cm².

Tabela 7. Densidade média (inds/10cm²) da meiofauna, na Praia de Urussuquara, São Mateus, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior (± desvio padrão).

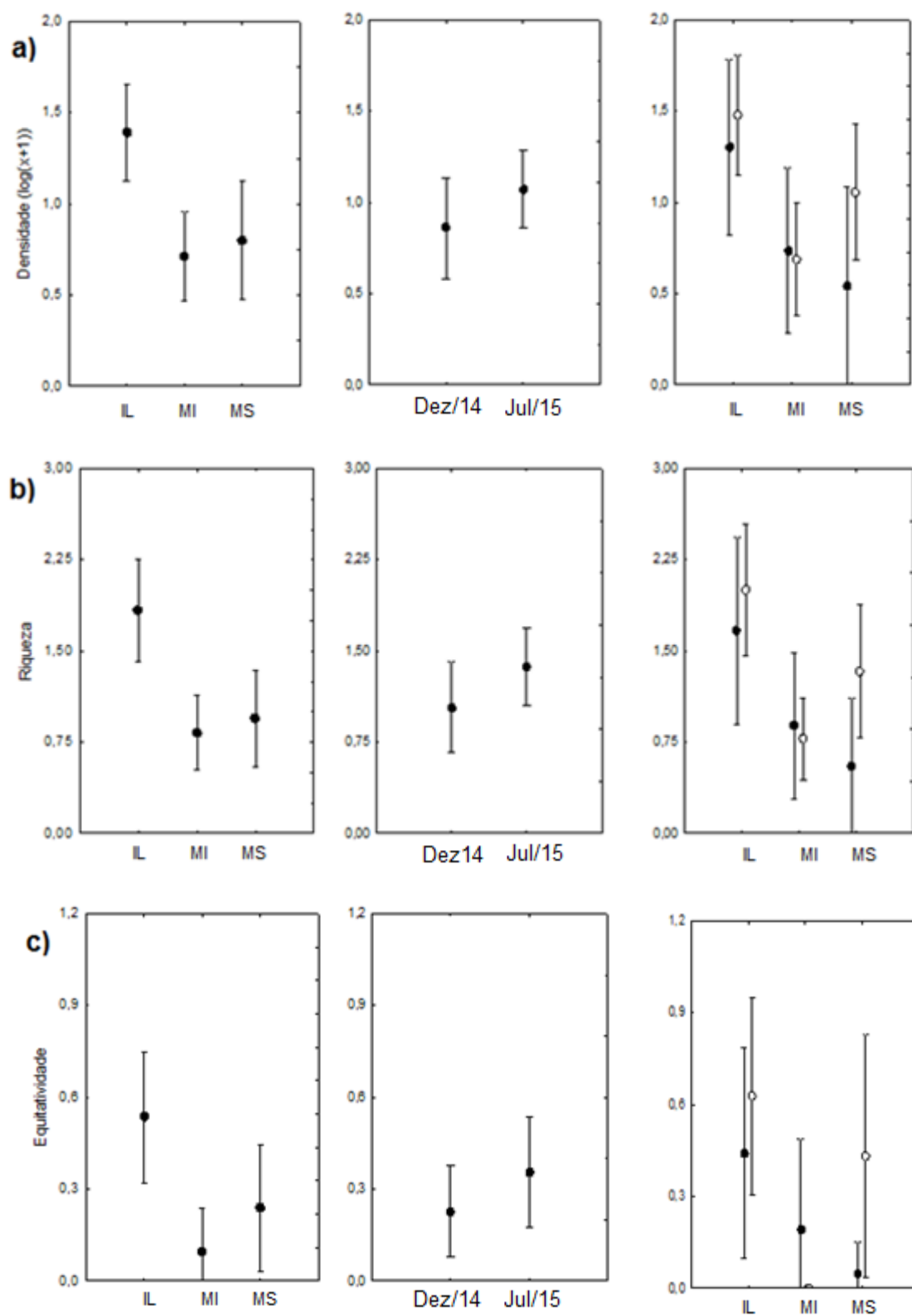
Táxons	IL Dez/14	MI Dez/14	MS Dez/14	IL Jul/15	MI Jul/15	MS Jul/15
Copepoda	0,71 (± 5,08)	0,35 (± 1,22)	-	2,48 (± 7,34)	-	-
Halacaroidea	0,35 (± 5,08)	-	0,35 (± 2,5)	1,06 (± 7,34)	0,35 (± 0,73)	0,35 (± 2,22)
Turbellaria	-	-	-	-	-	5,31 (± 2,22)
Polychaeta	4,25 (± 5,08)	1,42 (± 1,22)	-	0,71 (± 7,34)	0,71 (± 0,73)	0,35 (± 2,22)
Nematoda	12,03 (± 1,01)	2,83 (± 1,22)	5,66 (± 2,5)	17,34 (± 7,34)	1,77 (± 0,73)	2,12 (± 2,22)

Em relação à análise ANOVA da meiofauna, todos os índices registraram diferenças significativas entre as faixas de maré ($p < 0,05$) (Tab. 8 e Fig. 7). De acordo com o teste de Tukey, Densidade, riqueza, equitatividade e diversidade apresentaram diferença significativa entre as faixas. É possível observar que em todos os índices a faixa do infralitoral foi maior do que mesolitoral inferior e o mesolitoral superior.

Tabela 8. Resultados da ANOVA bifatorial para os índices univariados da meiofauna encontrados na Praia de Urussuquara, São Mateus, ES. (ns = não significativo).

	Faixas			Coletas		Faixas x Coletas	
	F	p	Tukey	F	p	F	p
Densidade (inds/10cm ²)	8,883	0,001	IL>MI,MS	1,482	ns	1,023	ns
Riqueza	7,977	0,001	IL>MI,MS	2,055	ns	1,194	ns
Equitatividade	6,620	0,003	IL>MI	1,612	ns	2,884	ns
Diversidade	8,009	0,001	IL>MI,MS	1,058	ns	2,131	ns

*Valores em negrito representam diferença significativa.



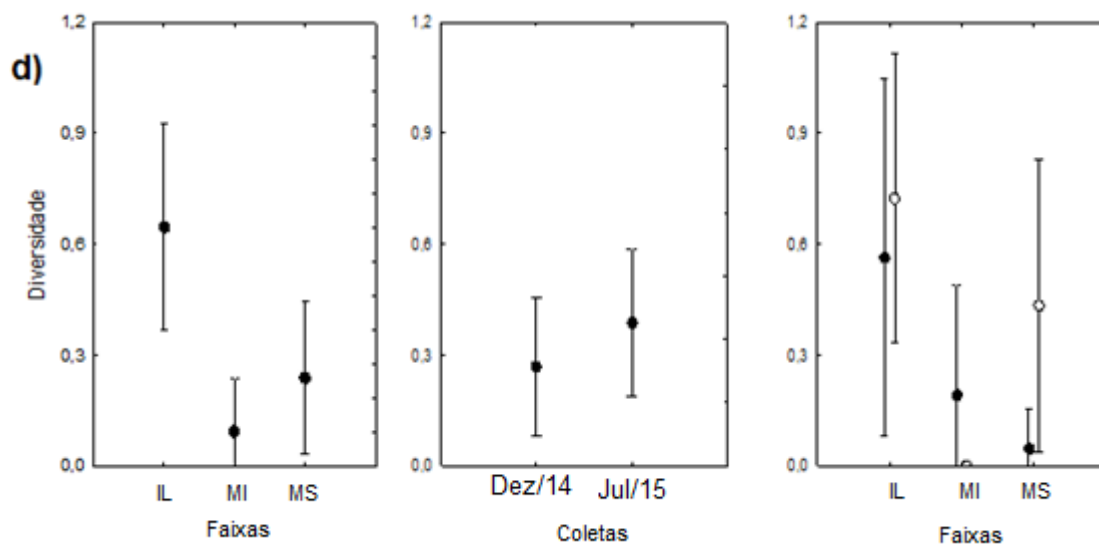


Figura 7. Descritores univariados da meiofauna bentônica entre faixas, coletas e faixas x coletas na Praia de Urussuquara, São Mateus, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior, ● =Dez/14, ○ =Jul/15. (Média ± Intervalo de confiança).

Através das análises multivariadas (MDS e PERMANOVA), foram detectadas diferenças significativas na estrutura da meiofauna entre faixas e coletas (Fig. 8). Em relação às faixas, é possível observar no MDS, que há uma separação entre as faixas, porém mesolitoral-superior é o que está mais separado visivelmente, confirmado pelo PERMANOVA e no teste Par-a-Par (Tab. 9). Entre as coletas, o MDS mostra uma pequena separação entre o Dez/14 e Jul/15, no entanto o PERMANOVA e o teste Par-a-Par não mostram diferença entre elas.

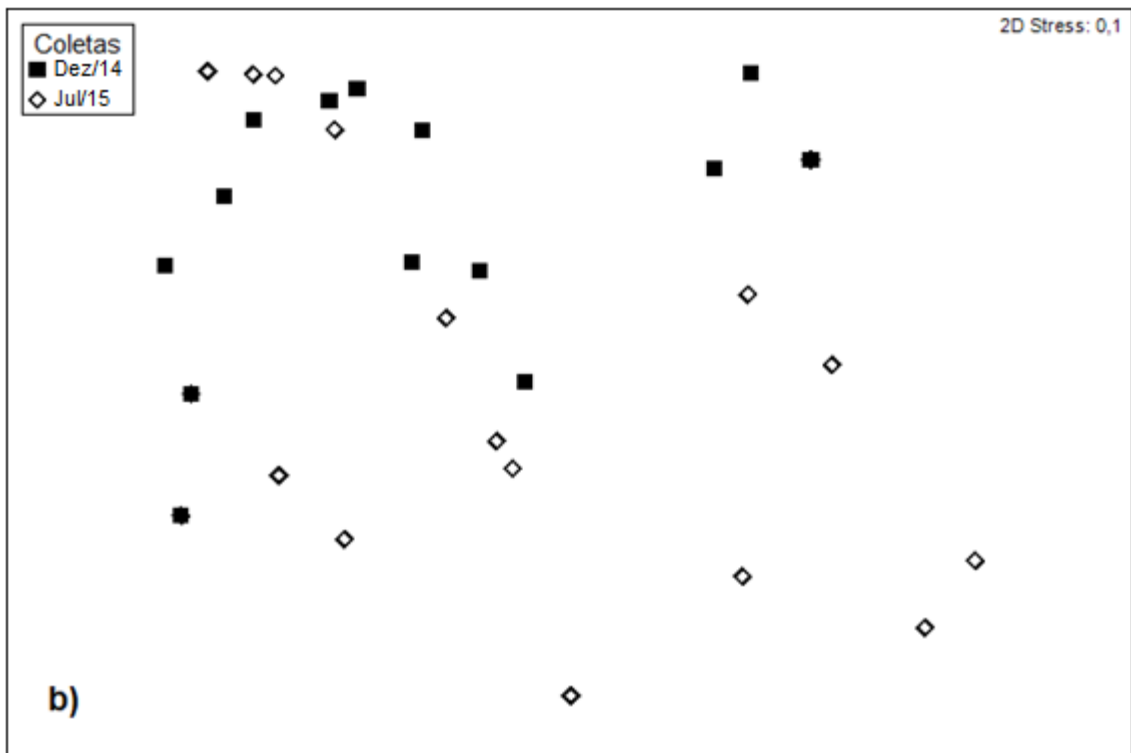
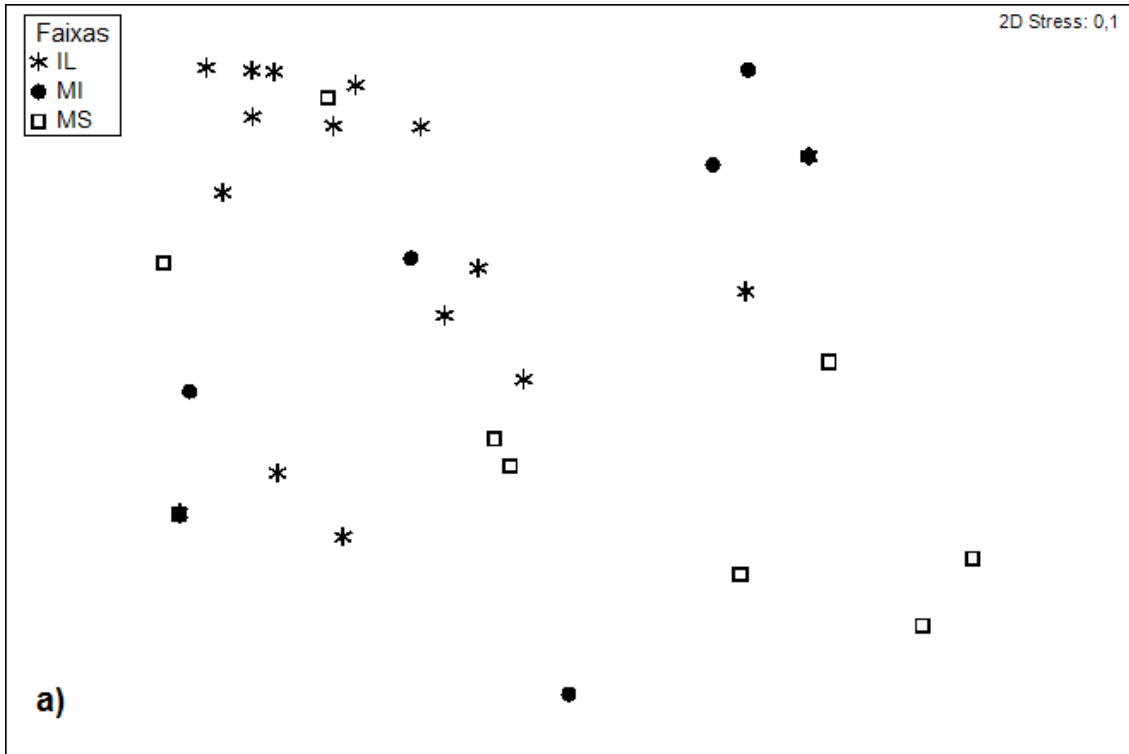


Figura 8. Análise de ordenação (MDS) da meiofauna bentônica nas diferentes faixas (a), meses das coletas (b), na Praia de Urussuquara, São Mateus, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior.

Tabela 9. Resultados da análise de variância permutacional não paramétrica PERMANOVA bifatorial (a) e comparação da composição dos fatores da meiofauna

bentônica pelo teste par-a-par (b), na Praia de Urussuquara, São Mateus, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior. ($p < 0,05$) ns = não significativo.

a) PERMANOVA		
	Pseudo-F	p
Faixas	2,8718	0,002
Coletas	1,5355	ns
Faixas x Coletas	1,5064	ns
b) Teste Par-a-Par		
	T	p
IL, MI	1,4663	ns
IL, MI	2,1018	0,001
MI, MS	1,4959	0,023
Dez/14, Jul/15	1,2391	ns

As análises do SIMPER mostraram que a dissimilaridade da meiofauna entre as faixas foi acima de 79%, tendo a maior dissimilaridade entre o mesolitoral inferior e mesolitoral superior, com 87,91%. O principal táxon responsável por essa dissimilaridade foi o Nematoda, contribuindo com 48,12%, seguido de Turbellaria que contribuíram com 26,15% (apêndice 3).

A dissimilaridade entre os meses das coletas foi acima de 82%, sendo que, novamente, Nematoda foi o principal responsável por esta dissimilaridade, com 53,74%, seguido de Polychaeta intersticiais com 17,26% (Tab. 10).

Tabela 10. Resultado SIMPER para a dissimilaridade dos táxons da meiofauna entre as faixas e as coletas da Praia de Urussuquara, São Mateus, ES.

	Dissimilaridade média (%)	Táxons	Contribuição (%)	Acumulado (%)
Infralitoral, Mesolitoral inferior	79,38	Nematoda	62,26	62,26
		Polychaeta	20,43	82,69
		Copepoda	8,77	91,46
Infralitoral, Mesolitoral superior	85,84	Nematoda	56,49	56,49
		Polychaeta	15,49	71,68
		Turbellaria	14,03	85,71
Mesolitoral inferior, Mesolitoral superior	87,91	Nematoda	48,12	48,12
		Turbellaria	26,15	74,27
		Polychaeta	16,97	91,26
Dez/14, Jul/15	82,83	Nematoda	53,74	53,74
		Polychaeta	17,26	71,00
		Turbellaria	15,52	86,52

4.1.4 Nematoda da Praia de Urussuquara

Na Praia de Urussuquara foram coletados 118 Nematoda, distribuídos em oito táxons. O gênero mais abundante foi o *Daptonema*, com 49,15%, seguido do *Paracyatholaimus*, com 14,41% dos indivíduos coletados (Tab. 11). Os demais gêneros, tais como: *Microlaimus*, *Molgolaimus*, *Spirina*, *Ascolaimus*, *Epsilonema* e *Prooncholaimus*, contribuíram com 36,44% juntos. A densidade média de Nematoda foi de 6,96 inds/10cm².

Tabela 11. Lista taxonômica e densidade média (inds/10cm²) da nematofauna, na Praia de Urussuquara, São Mateus, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior (\pm desvio padrão).

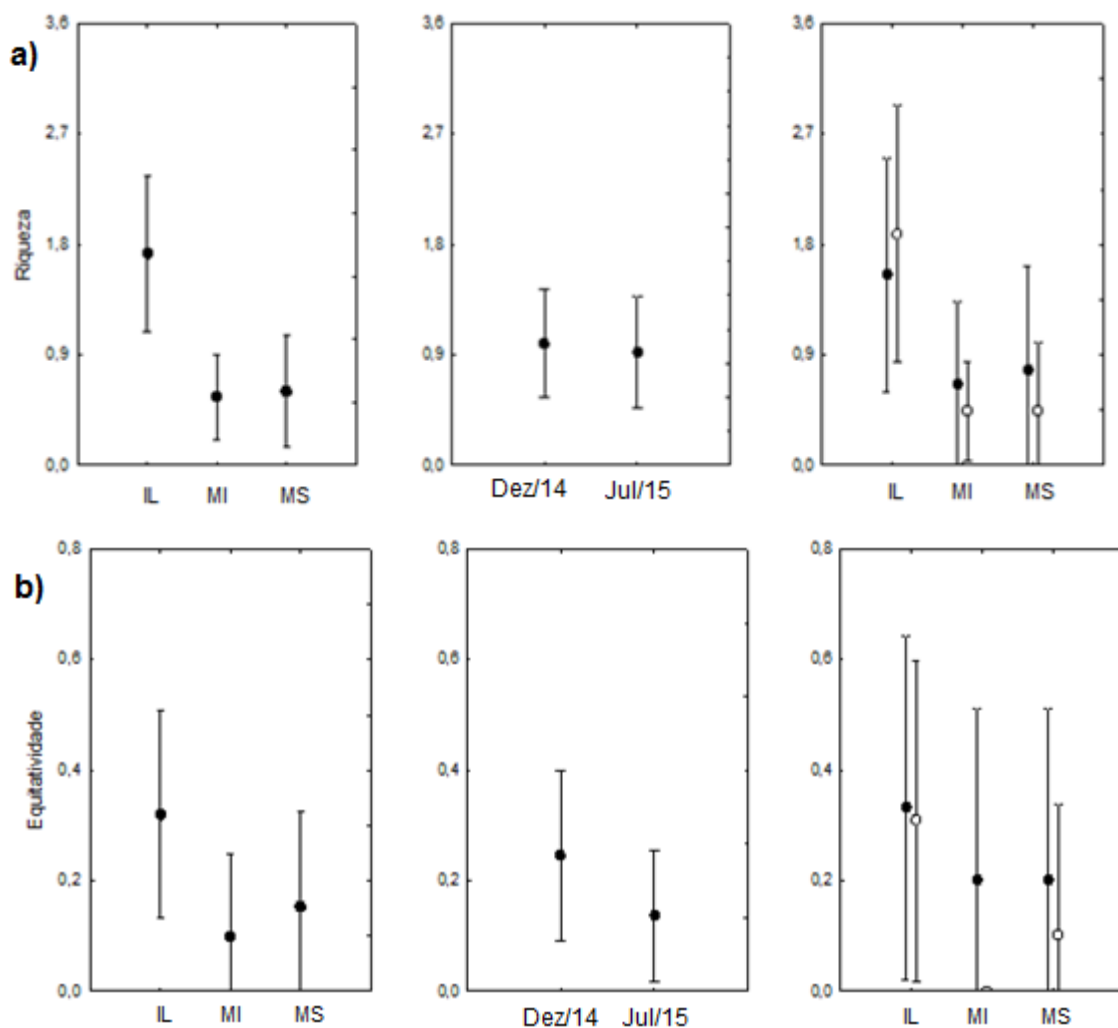
Táxons	IL Dez/14	MI Dez/14	MS Dez/14	IL Jul/15	MI Jul/15	MS Jul/15
Filo Nematoda						
Ordem Desmodoridae						
Família Microlaimidae						
<i>Microlaimus</i> Man, 1880	-	-	2,83 (\pm 1,02)	0,71 (\pm 3,8)	1,06 (\pm 0,42)	0,35 (\pm 0,41)
Família Desmodoridae						
<i>Molgolaimus</i> Ditlevsen, 1921	0,35 (\pm 2,51)	0,35 (\pm 0,63)	-	2,48 (\pm 3,8)	-	1,06 (\pm 0,41)
Família Epsilonematidae						
<i>Epsilonema</i> Steiner, 1927	0,71 (\pm 2,51)	-	-	-	-	-
Ordem Chromadoria						
Família Axonolaimidae						
<i>Ascolaimus</i> Ditlevsen, 1919	7,43 (\pm 2,51)	-	-	0,35 (\pm 3,8)	-	-
Ordem Monhysterida						
Família Linhomoeidae						
<i>Spirina</i>	-	-	1,06 (\pm 1,02)	0,71 (\pm 3,8)	0,71 (\pm 0,42)	0,71 (\pm 0,41)
Família Xyalidae						
<i>Daptonema</i> Cobb, 1920	2,12 (\pm 2,51)	1,77 (\pm 0,63)	-	11,32 (\pm 3,8)	-	-
Ordem Chromadorida						
Família Cyatholaimidae						
<i>Paracyatholaimus</i> Micoletzky, 1922	1,42 (\pm 2,51)	0,71 (\pm 0,63)	1,42 (\pm 1,02)	1,77 (\pm 3,8)	-	-
Ordem Enoplida						
Família Oncholaimidae						
<i>Prooncholaimus</i> Micoletzky, 1924	-	-	0,35 (\pm 1,02)	-	-	-

Através da análise de variância (ANOVA) realizada com os índices univariados da nematofauna, novamente foram observadas somente diferenças significativas entre as faixas de maré ($p < 0,05$) (Tab. 12 e Fig. 9).

Riqueza e diversidade tiveram diferenças significativas entre as faixas, ambas representaram maior índice na faixa infralitoral em comparação as demais faixas (Fig. 9 a, c). Equitatividade não obteve diferenças significativas para todas as variáveis entre as faixas e coletas (Fig. 9-b).

Tabela 12. Resultados da ANOVA bifatorial para os índices univariados dos gêneros de Nematoda, encontrados na Praia de Urussuquara, São Mateus, ES. (ns = não significativo).

	Faixas		Tukey	Coletas		Faixas x Coletas	
	F	p		F	p	F	p
Riqueza	7,620	0,001	IL>MI,MS	0,022	ns	0,561	ns
Equitatividade	1,961	ns	-	1,330	ns	0,299	ns
Diversidade	3,671	0,033	IL>MI	0,764	ns	0,299	ns



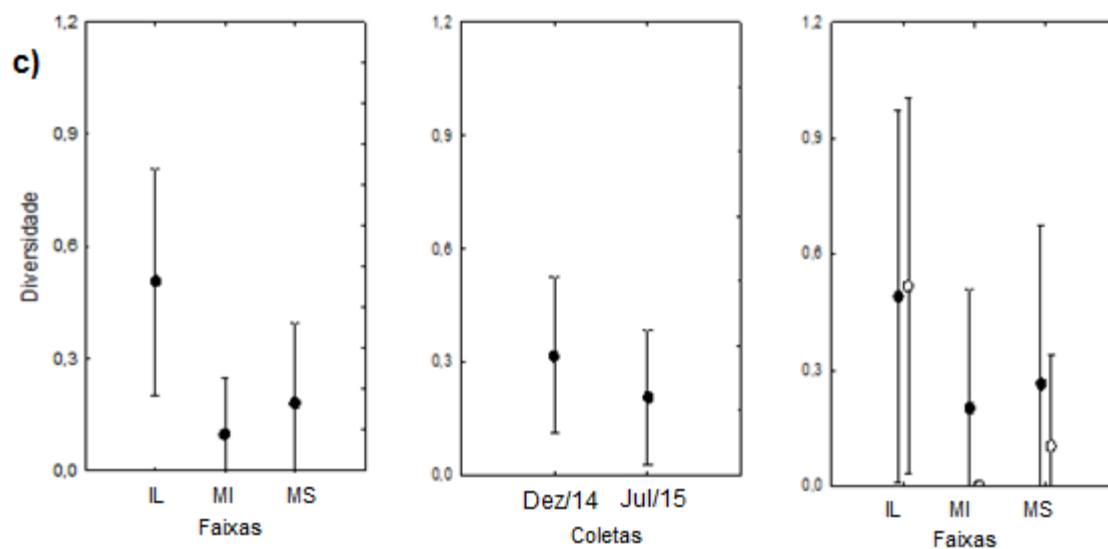


Figura 9. Descritores univariados de Nematoda entre faixas, coletas e faixas x coletas na Praia de Urussuquara, São Mateus, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior, ● =Dez/14, ○ =Jul/15. (Média ± Intervalo de confiança).

O índice de densidade não passou pelo teste de homogeneidade de Cochran. Análise não paramétrica foi então realizada e houve diferença significativa entre as faixas (Tab. 13).

Tabela 13. Análise não-paramétrica de Kruskal-wallis e Mann-whitney para densidade de Nematoda (ns = não significativo).

	Faixas (Kruskal-wallis)			Coletas (Mann-whitney)	
	F	p	Teste de comparação múltipla	F	p
Densidade (inds/m ²)	3,573	0,005	IL>MI,MS	3,368	ns

Através das análises multivariadas (MDS e PERMANOVA), foram detectadas diferenças significativas na estrutura da meiofauna entre faixas e coletas (Fig. 10). Em relação às faixas, é possível observar no MDS, que há um maior agrupamento das amostras do infralitoral, enquanto que as amostras do mesolitoral inferior e mesolitoral superior parecem mais dispersas. Esse resultado foi confirmado pelo PERMANOVA e pelo teste Par-a-Par (Tab. 14). Também foi possível visualizar uma separação entre as coletas. Da mesma forma, o PERMANOVA e o teste par-a-par, confirmam essa diferença.

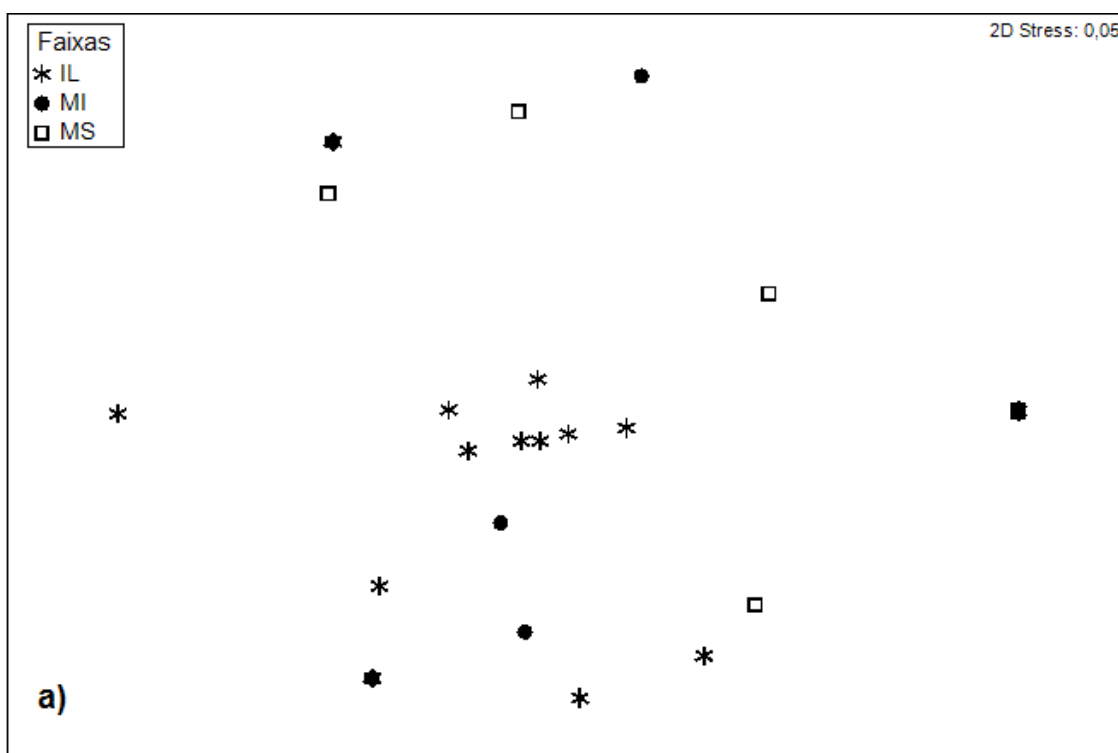




Figura 10. Análise de ordenação (MDS) da meiofauna bentônica nas diferentes faixas (a), meses das coletas (b), na Praia de Urussuquara, São Mateus, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior.

Tabela 14. Resultados da variância permutacional não paramétrica PERMANOVA bifatorial (a) e comparação da composição dos fatores de Nematoda pelo teste Par-a-Par (b), na Praia Urussuquara, São Mateus, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior. ($p < 0,005$) (ns = não significativo).

a) PERMANOVA		
	Pseudo-F	<i>p</i>
Faixas	2,0677	0,021
Coletas	1,5585	0,039
Faixas x Coletas	1,0898	ns
b) Teste de Pair-wise		
	T	<i>p</i>
IL, MI	1,5124	0,013
IL, MS	1,7935	0,001
MI, MS	0,9125	ns
Dez/14, Jul/15	1,2484	0,049

Para a fauna de Nematoda de Urussuquara, as análises do SIMPER mostraram que a dissimilaridade entre as faixas foi acima de 92%, tendo a maior dissimilaridade entre o infralitoral e mesolitoral superior, com 96,53%, sendo que o principal táxon responsável por essa dissimilaridade foi o gênero *Daptonema*,

contribuindo com 44,04%, seguido do *Microlaimus*, que contribuiu com 14,12% (Apêndice 4).

A dissimilaridade entre os meses das coletas foi acima de 93%. Novamente, o gênero *Daptonema* foi o principal responsável por esta dissimilaridade, contribuindo com 35,80%, seguido do *Microlaimus*, com 22,18% (Tab. 15).

Tabela 15. Resultado SIMPER para a dissimilaridade dos táxons de Nematoda entre as faixas e as coletas da Praia de Urussuquara, São Mateus, ES.

	Dissimilaridade média (%)	Táxons	Contribuição (%)	Acumulado (%)
Infralitoral, Mesolitoral inferior	92,68	<i>Daptonema</i>	48,84	48,84
		<i>Paracyatholaimus</i>	13,13	61,97
		<i>Microlaimus</i>	11,90	73,87
Infralitoral, Mesolitoral superior	96,53	<i>Daptonema</i>	44,04	44,04
		<i>Microlaimus</i>	14,12	58,15
		<i>Paracyatholaimus</i>	13,50	71,66
Mesolitoral inferior, Mesolitoral superior	94,04	<i>Microlaimus</i>	39,81	39,81
		<i>Daptonema</i>	16,02	55,84
		<i>Molgolaimus</i>	15,92	71,76
Dez/14, Jul/15	93,61	<i>Daptonema</i>	35,80	35,80
		<i>Microlaimus</i>	22,18	57,98
		<i>Molgolaimus</i>	13,53	71,51

4.1.5 Relações entre variáveis ambientais e comunidade bentônica

Alterações na estrutura da comunidade bentônica foram pouco relacionadas com as variáveis ambientais (BIO-ENV) (Tab. 16). Os melhores valores de p para a macrofauna foi de 0,168 indicando a porcentagem de matéria orgânica e a seleção dos grãos como as variáveis que mais se relacionam com a estrutura da macrofauna. O maior valor de p para a meiofauna foi 0,049, que indicou a seleção dos grãos como a variável ambiental que mais se relacionaram com a estrutura da meiofauna. Em relação à nematofauna o único valor de p foi 0,107 indicando que uma combinação das variáveis: salinidade, temperatura da água e atmosfera, precipitação, porcentagem de cascalho e areia e seleção de grãos, foram as variáveis ambientais que mais se relacionaram na estrutura da nematofauna.

Tabela 16. Resultado da análise de BIO-ENV da Praia de Urussuquara, São Mateus, ES.

	Correlação	Seleção de fatores abióticos
Macrofauna		
	0,168	% matéria orgânica, seleção dos grãos
	0,164	% matéria orgânica, % areia, seleção dos grãos
	0,156	% matéria orgânica, % cascalho, seleção dos grãos
Meiofauna		
	0,049	Seleção dos grãos
	0,039	Salinidade, temperatura da água e atmosfera, precipitação, seleção dos grãos
Nematoda		
	0,107	Salinidade, temperatura da água e atmosfera, precipitação, % cascalho, % areia, seleção dos grãos

4.2 Praia de Degredo

4.2.1 Fatores abióticos da Praia de Degredo

O sedimento da Praia de Degredo é composto por areia média à grossa, moderadamente selecionada, com pouca variação durante o período amostrado. O teor de matéria orgânica encontrado no sedimento variou entre 0,00008% e 0,139%.

As variáveis ambientais não passaram pelo teste de homogeneidade de Cochran, portanto análises de variância não paramétricas (Kruskall-Wallis e Mann-Whitney) foram então aplicadas e observadas diferenças significativas entre as faixas e os meses de coleta. A porcentagem de matéria orgânica e seleção de variaram de forma que a faixa do infralitoral registrou maior porcentagem de matéria orgânica e menor seleção de grão ($p < 0,05$) (Tab. 17).

Tabela 17. Análise não-paramétrica de Kruskall-wallis e Mann-whitney e teste de comparação múltipla para granulometria do sedimento e teor de matéria orgânica da Praia de Degredo, Linhares, ES. . (ns = não significativo).

	Faixas (Kruskall-wallis)			Coletas (Mann-whitney)	
	F	p	Teste de	F	p

			comparação múltipla		
Matéria orgânica	12,77	0,0325	IL>MS	79,74	0,0002
Seleção de grãos	18,71	0,0145	IL<MS	74,74	0,0001
Média de grãos	1,160	0,5186	-	5,356	0,0326
% Cascalho	7,631	0,1971	-	0,938	0,0052
% Areia	7,631	0,1974	-	0,938	0,0052

4.2.2 Macrofauna da Praia de Degredo

Em Degredo foram encontrados 3552 organismos da macrofauna, distribuídos entre 14 táxons (ver lista na tabela 18). Sendo Polychaeta o mais abundante contribuindo com 94,79% dos organismos encontrados. Os demais grupos taxonômicos, tais como: *Platorchestia*, *Microphoxus*, Cirrhanídeos, Copepoda, Nemertea, *Diplura* contribuíram juntos com 5,21%. A densidade média da macrofauna foi de 3654,32 inds/m². Dentre a classe Polychaeta, os poliquetas intersticiais dominaram. *Novaquesta* foi o gênero dominante com 49,81%, seguidos de *Hesionura* (29,88%) e *Saccocirrus* (13,04%).

Tabela 18. Lista taxonômica e densidade média (inds/m²) da macrofauna, na Praia de Degredo, Linhares, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior (± desvio padrão).

Táxons	IL Jan/15	MI Jan/15	MS Jan/15	IL Set/15	MI Set/15	MS Set/15
Filo Arthropoda Ordem Amphipoda Família Talitridae						
<i>Platorchestia sp1</i> Bousfield, 1982	-	6,2 (± 691,4)	6,2 (± 56,8)	-	43,2 (± 1949,6)	104,9 (± 44,4)

<i>Platorchestia sp2</i>	-	6,2 (± 691,4)	-	-	-	24,7 (± 44,4)
Família Phoxocephalidae						
<i>Microphoxus</i> J.L.Barnard, 1960	-	-	-	-	12,3 (± 1949,6)	6,2 (± 44,4)
Ordem Isopoda Família Cirolanidae						
<i>Cirolanides</i> Benedict, 1896	-	111,1 (± 691,4)	148,1 (± 56,8)	6,2 (± 242,6)	6,2 (± 1949,6)	123,5 (± 44,4)
Subclasse Copepoda	37 (± 1482,4)	6,2 (± 691,4)	-	-	-	-
Filo Nemertea	-	24,7 (± 691,4)	160,5 (± 56,8)	-	259,3 (± 1949,6)	43,2 (± 44,4)
Filo Annelida Classe Polychaeta Família Glyceridae						
<i>Hemipodia</i> Kinberg, 1865	61,7 (± 1482,4)	117,3 (± 691,4)	-	92,6 (± 242,6)	456,8 (± 1949,6)	6,2 (± 44,4)
Família Saccocirridae						
<i>Saccocirrus</i> Bobretzky, 1872	2364,2 (± 1482,4)	18,5 (± 691,4)	6,2 (± 56,8)	290,1 (± 242,6)	-	30,9 (± 44,4)
Família Phyllodocidae						
<i>Hesionura</i> Hartmann-Schroder, 1958	5271,6 (± 1482,4)	-	-	901,2 (± 242,6)	24,7 (± 1949,6)	12,3 (± 44,4)
Família Questidae						
<i>Novaquesta</i> Hobson, 1970	123,5 (± 1482,4)	2604,9 (± 691,4)	80,2 (± 56,8)	98,8 (± 242,6)	7339,5 (± 1949,6)	1-4,9 (± 44,4)
Família Lobatocerebridae						
<i>Lobatocerebrum</i> Rieger, 1980	30,9 (± 1482,4)	-	43,2 (± 56,8)	123,5 (± 242,6)	-	-
Família Sigalionidae						
<i>Pisionidens</i> Aiyar & Alikunhi, 1958	43,2 (± 1482,4)	-	-	6,2 (± 242,6)	-	-
<i>Pisione</i> Grude, 1857	530,9 (± 1482,4)	-	-	-	-	-
Filo Ochrophyta Ordem Scytosiphonates Família Scytosiphonaceae						
<i>Diplura</i> Hollenberg, 1969	-	-	-	-	-	6,2 (± 44,4)

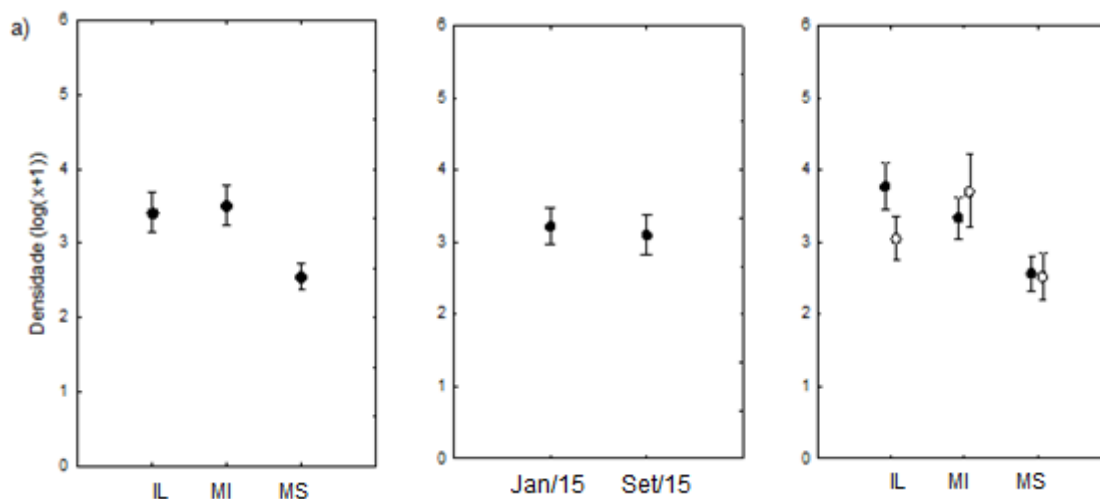
Em relação à análise ANOVA da macrofauna. Densidade, riqueza e equitatividade registraram diferenças significativas entre as faixas de maré e as coletas ($p < 0,05$) (Tab. 19 e Fig. 11).

Densidade e riqueza apresentaram diferença significativa entre as faixas e, na associação de faixas e coletas. O mesolitoral superior teve menor densidade de organismos em relação às demais faixas, na associação também é possível ver esta diferença do mesolitoral superior tanto na coleta de Jan/15, quanto na de Set/15

(Fig. 11-a). Já a riqueza tem um maior índice no infralitoral, e na associação com os meses das coletas apresentou uma maior riqueza no infralitoral de Jan/15 em relação aos demais (Fig. 11-b). Em relação à equitatividade, foi registrada uma diferença significativa somente entre as faixas, tendo o mesolitoral inferior apresentando a menor equitatividade em relação as outras faixas de maré (Fig. 11-c).

Tabela 19. Resultados da ANOVA bifatorial para os índices univariados da macrofauna, encontrados na Praia de Degredo, Linhares, ES. (ns = não significativo).

	Faixas		Tukey	Coletas		Faixas x Coletas		Tukey
	F	p		F	p	F	p	
Densidade (inds/10cm ²)	26,18	0,0001	MS<	1,10	0,299	7,14	0,002	MS-Jan/15 e Set/15<
Riqueza	9,186	0,0002	IL>	0,122	0,729	3,203	0,049	IL-Jan/15>
Equitatividade	6,186	0,0001	MI<	0,639	0,428	0,608	ns	-



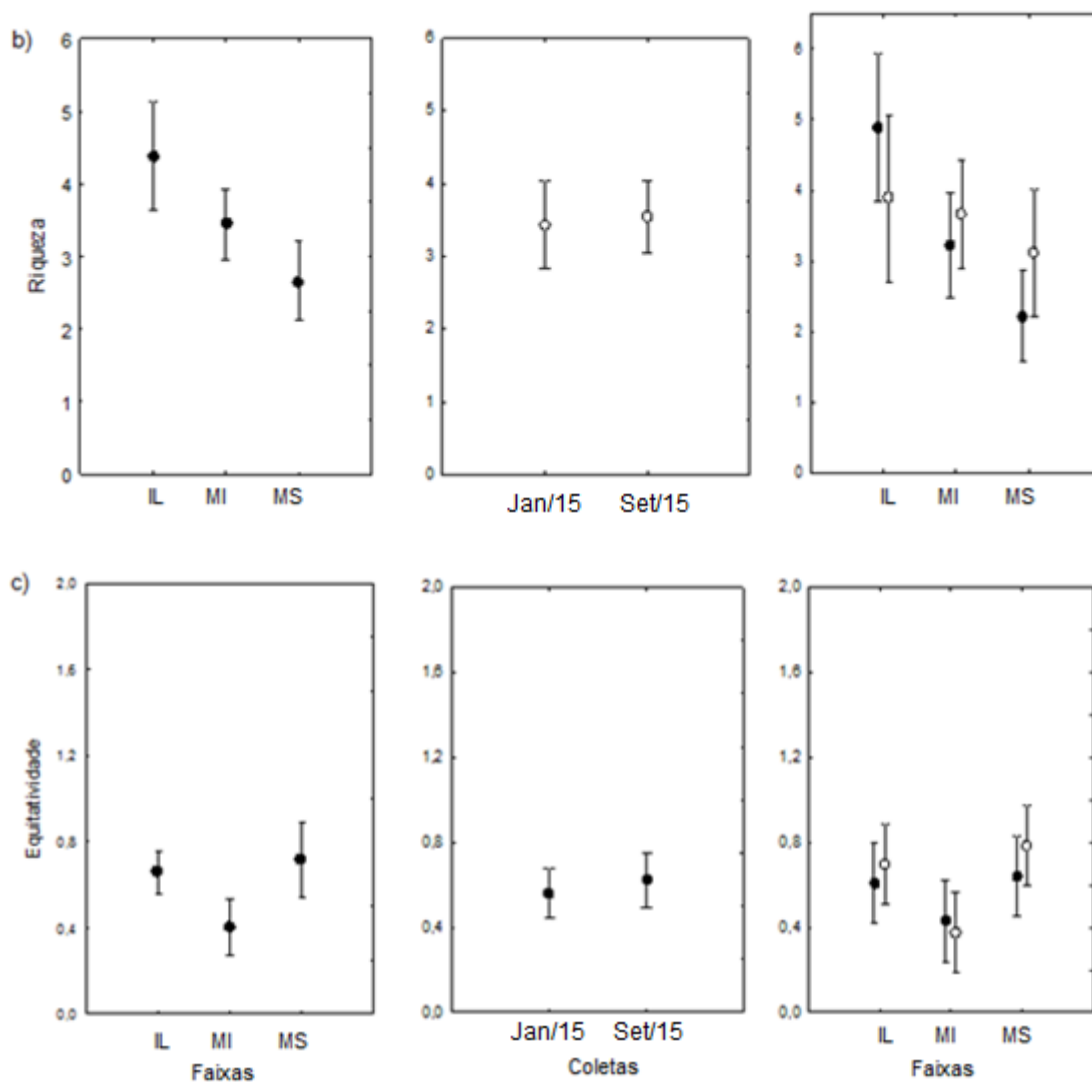


Figura 11. Descritores univariados da macrofauna bentônica entre faixas, coletas e faixas x coletas na Praia de Degredo, Linhares, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior, ● =Jan/15, ○ =Set/15. (Média ± Intervalo de confiança).

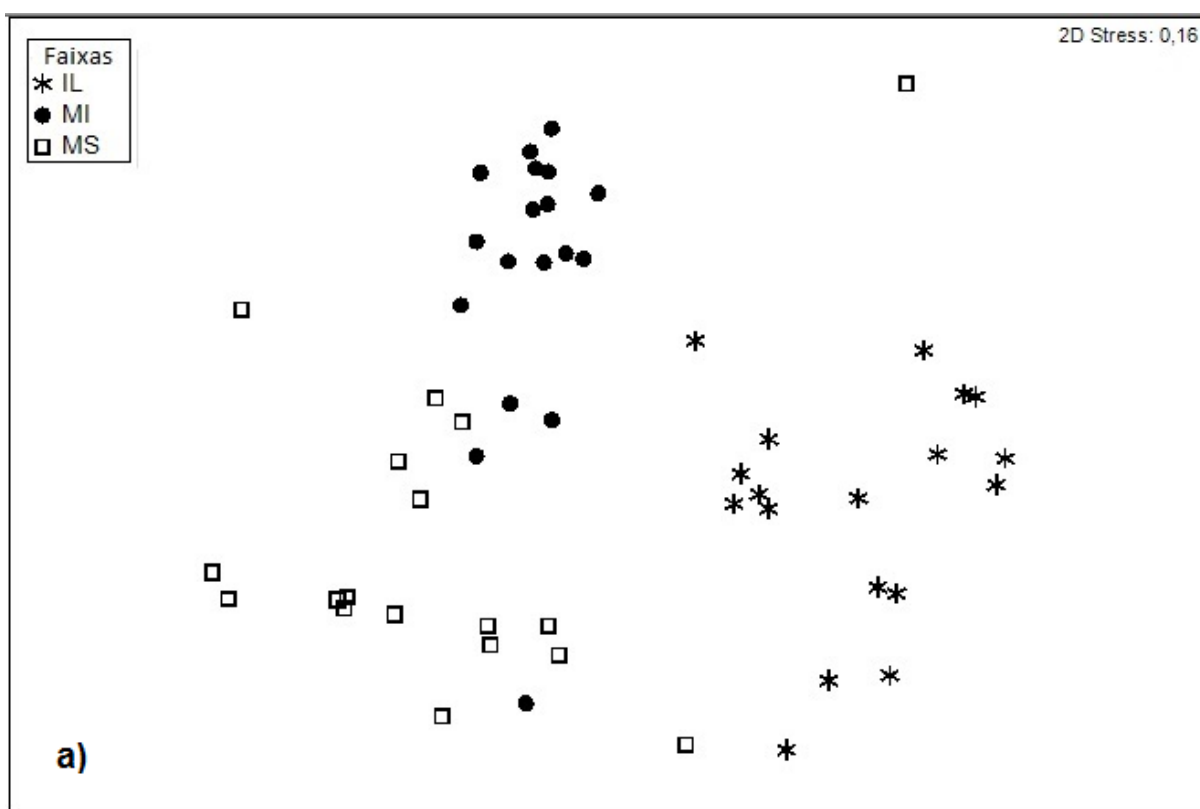
O índice diversidade não passou pelo teste de homogeneidade de Cochran. Análises não paramétricas foram realizadas, observou uma diferença significativa entre as faixas ($p < 0,05$). A diversidade apresentou diferença significativa no teste de Kruskal-Wallis (Tab. 20).

Tabela 20. Análise não-paramétrica de Kruskal-wallis e Mann-whitney e teste de comparação múltipla para diversidade da macrofauna da Praia de Degredo, Linhares, ES. (ns = não significativo).

	Faixas (Kruskal-wallis)			Coletas (Mann-whitney)	
	F	p	Teste de comparação	F	p

			múltipla		
Diversidade	6,492	0,0058	MI<	0,595	ns

Através das análises multivariadas (MDS e PERMANOVA), foram detectadas diferenças significativas na estrutura da macrofauna entre faixas e meses das coletas (Fig. 12). Em relação às faixas, no MDS é possível observar uma separação entre o infralitoral, o mesolitoral-inferior e o mesolitoral-superior, mas com um destaque no infralitoral que ficou mais separado das demais, confirmado pelo PERMANOVA e no teste Par-a-par (Tab. 21). Em coletas, o MDS mostra uma aglomeração entre Jan/15 e Set/15, já o PERMANOVA mostra que há diferença entre as épocas das coletas.



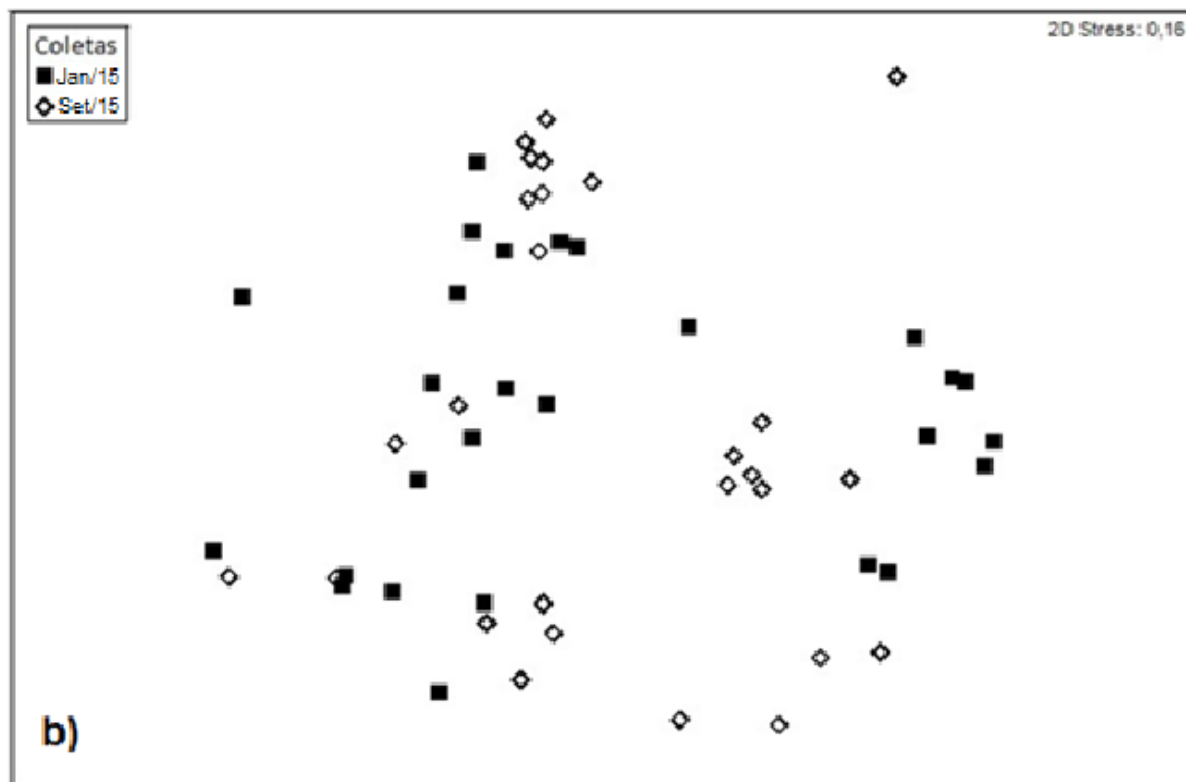


Figura 12. Análise de ordenação (MDS) da macrofauna bentônica nas diferentes faixas (a), meses das coletas (b), na Praia de Degredo, Linhares, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior.

Tabela 21. Resultados da análise de variância permutacional não paramétrica PERMANOVA (a), e comparação da composição dos fatores da macrofauna bentônica pelo teste de Par-a-par (b), na Praia de Degredo, Linhares, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior. ($p < 0,05$).

a) PERMANOVA		
	Pseudo-F	p
Faixas	17,023	0,001
Coletas	3,3246	0,003
Faixas x Coletas	3,5546	0,001
b) Teste de Par-a-par		
	t	p
IL, MI	4,9383	0,001
IL, MS	3,8296	0,001
MI, MS	3,7104	0,001
Jan/15, Set/15	1,8233	0,001

Os resultados das análises do SIMPER mostraram que a dissimilaridade da macrofauna entre as faixas foi acima de 90%, tendo a maior dissimilaridade entre o infralitoral e mesolitoral-superior com 96,06%, sendo que o táxon que foi

responsável por essa dissimilaridade foi o Polychaeta do gênero *Hesionura* a contribuindo com 44,91%, seguido do gênero *Saccocirrus* que contribui com 26,60% (Apêndices 5 e 6). A dissimilaridade entre os meses das coletas foi acima de 86%, sendo que o gênero *Novaquesta* foi responsável por está dissimilaridade contribuindo com 40,93%, seguido do gênero *Hesionura* com 22,88% (Tab. 22 e Apêndice 7).

Tabela 22. Resultado SIMPER para a dissimilaridade os táxons da macrofauna entre as faixas e as coletas da Praia de Degredo, Linhares, ES.

	Dissimilaridade média (%)	Táxons	Contribuição (%)	Acumulado (%)
Infralitoral, Mesolitoral inferior	95,09	<i>Novaquesta</i>	48,98	48,98
		<i>Hesionura</i>	26,60	76,58
		<i>Saccocirrus</i>	12,64	88,22
		<i>Hemipodia</i>	3,68	91,90
Infralitoral, Mesolitoral superior	96,06	<i>Hesionura</i>	44,91	44,91
		<i>Saccocirrus</i>	23,02	67,93
		<i>Novaquesta</i>	6,13	74,06
		<i>Cirolanide</i>	6,01	80,08
Mesolitoral inferior, Mesolitoral superior	90,19	<i>Novaquesta</i>	77,16	77,16
		<i>Hemipodia</i>	7,02	84,18
		<i>Cirolanide</i>	5,25	89,43
		<i>Nemertea</i>	5,04	94,46
Jan/15, Set/15	86,17	<i>Novaquesta</i>	40,93	40,93
		<i>Hesionura</i>	22,88	63,81
		<i>Saccocirrus</i>	11,92	75,73
		<i>Cirolanide</i>	5,66	81,38

4.2.3 Meiofauna da Praia de Degredo

Na meiofauna da Praia de Degredo, foram encontrados 227 indivíduos, distribuídos entre cinco táxons (Tab. 23). Sendo Polychaeta intersticial o mais abundante contribuindo com 44,05%, seguido dos Nematodas com 35,24% dos

organismos encontrados. Os demais grupos taxonômicos, tais como: Copepoda, Turbellaria e Halacaroidea contribuíram juntos com 20,71%. A densidade média da meiofauna foi de 13,4 inds/10cm².

Tabela 23. Densidade média (inds/10cm²) da meiofauna, na Praia de Degredo, Linhares, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior (\pm desvio padrão).

Táxons	IL Jan/15	MI Jan/15	MS Jan/15	IL Set/15	MI Set/15	MS Set/15
Copepoda	0,35 (\pm 3,13)	1,06 (\pm 1,09)	-	0,35 (\pm 0,83)	7,42 (\pm 10,0)	0,35 (\pm 2,25)
Polychaeta	7,43 (\pm 3,13)	-	0,35 (\pm 5,94)	1,77 (\pm 0,83)	25,13 (\pm 2,0)	0,71 (\pm 2,25)
Turbellaria	-	-	-	-	2,12 (\pm 10,0)	4,25 (\pm 2,25)
Halacaroidea	0,35 (\pm 3,13)	-	0,35 (\pm 5,94)	-	-	-
Nematoda	1,42 (\pm 3,13)	2,48 (\pm 1,09)	13,45 (\pm 5,94)	1,42 (\pm 0,83)	4,95 (\pm 10,0)	4,6 (\pm 2,25)

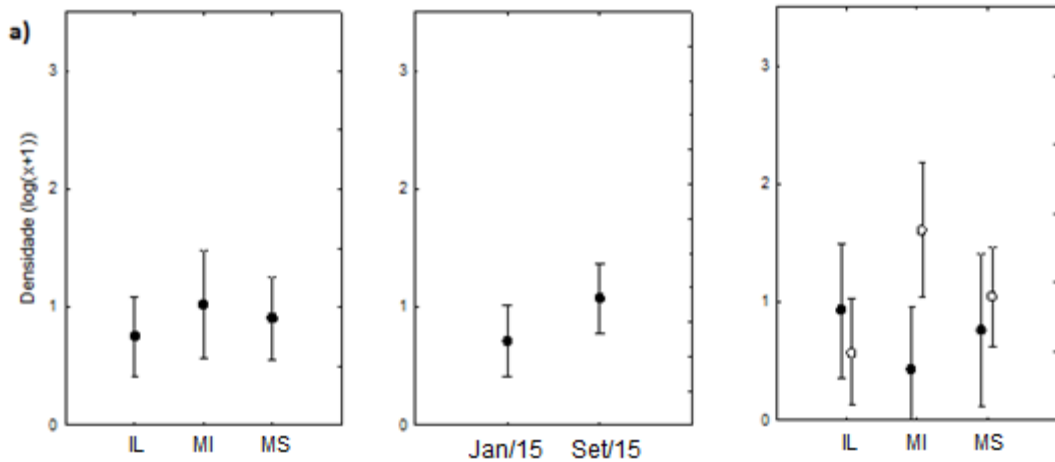
Em relação à análise ANOVA da meiofauna, todos os índices registraram diferenças significativas entre as faixas x coletas, e riqueza também apresentou diferença entre os meses de coleta ($p < 0,05$) (Tab. 24 e Fig. 13).

Densidade apresentou diferença significativa, na associação de faixas e coletas. É possível observar que o mesolitoral inferior de Set/15 tem uma densidade de organismos maior que o mesolitoral inferior de Jan/15 (Fig. 13-a). Analisando riqueza, podemos observar que houve diferença entre as coletas e na associação faixas e coletas. Entre os meses de coleta Set/15 teve uma maior riqueza que Jan/15, e na associação o mesolitoral inferior de Set/15 teve uma riqueza maior que o mesolitoral inferior de Jan/15, e que o infralitoral e mesolitoral superior da coleta de Set/15 (Fig. 13-b). Em relação a equitatividade e diversidade, ambos tiveram diferença na associação entre faixas e coletas. O mesolitoral inferior de Jan/15 teve uma equitatividade menor do que Set/15, já na diversidade mesolitoral inferior de Set/15 foi maior que o mesolitoral superior de Jan/15 (Fig. 13-c, d).

Tabela 24. Resultados da ANOVA bifatorial para os índices univariados da meiofauna, encontrados na Praia de Degredo, Linhares, ES. . (ns = não significativo).

	Faixas		Coletas			Faixas x Coletas		
	F	p	F	p	Tukey	F	p	Tukey
Densidade (inds/10cm ²)	1,908	ns	3,449	ns	-	6,003	0,005	MI-Set/15>MI-Jan/15
Riqueza	0,938	ns	7,656	0,008	Set/15 > Jan/15	5,187	0,009	MI-Set/15>MI-Jan/15, IL e MS-Set/15
Equitatividade	1,890	ns	2,297	ns	-	3,407	0,041	MI-Jan/15<MI-Set/15
Diversidade	1,656	ns	3,661	ns	-	3,203	0,049	MI-Set/15>MS-Jan/15

*Valores em negrito representam diferença significativa.



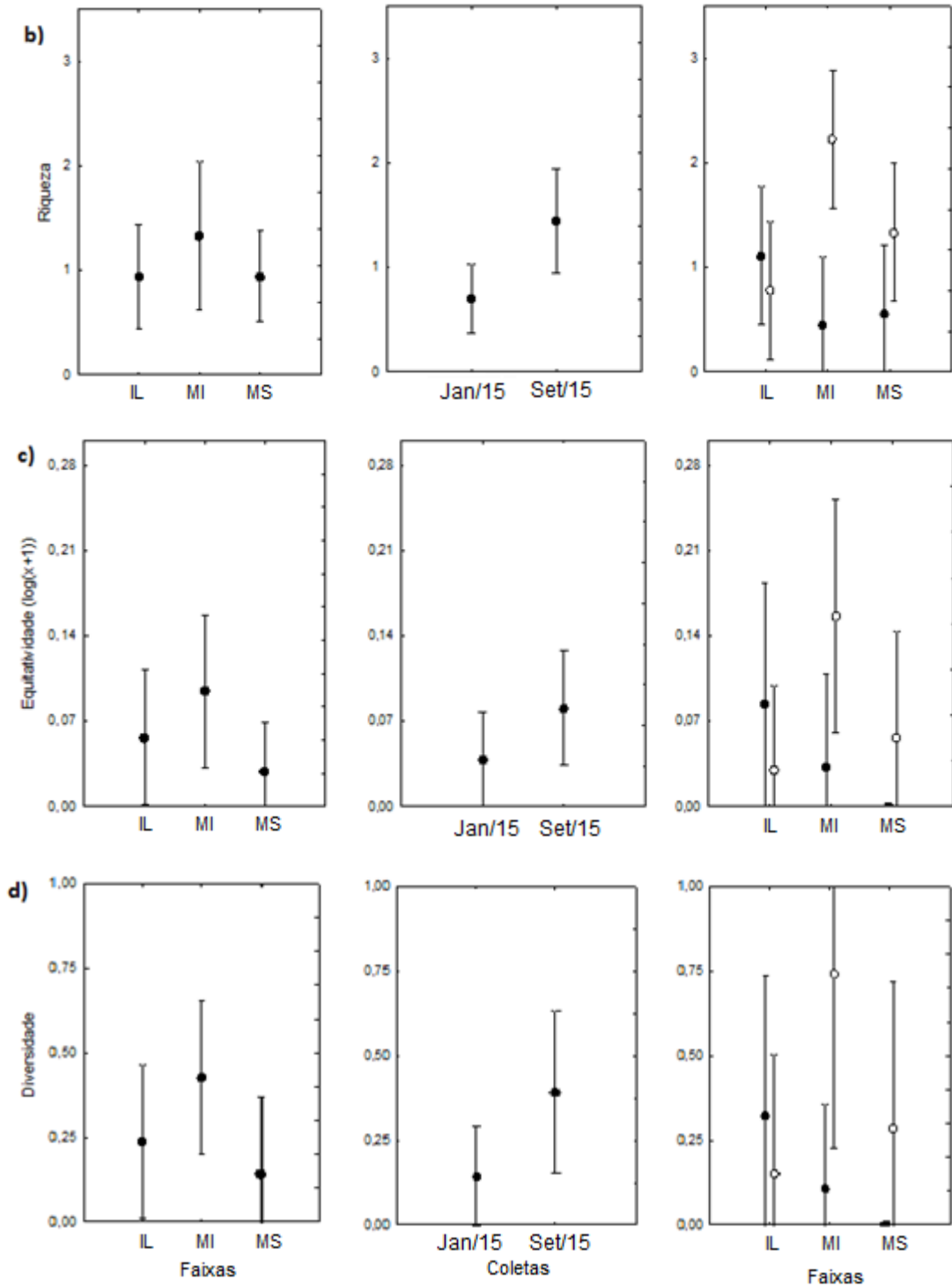


Figura 13. Descritores univariados da meiofauna bentônica entre faixas, coletas e faixas x coletas na Praia de Degredo, Linhares, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior, ● =Jan/15, ○ =Set/15. (Média ± Intervalo de confiança).

Através das análises multivariadas (MDS e PERMANOVA), foram detectadas diferenças significativas na estrutura da meiofauna entre faixas e coletas (Fig. 14). Em relação às faixas, no MDS é possível observar uma separação do mesolitoral superior em relação aos demais que estão mais próximos, confirmado pelo PERMANOVA e no teste de Par-a-par (Tab. 25). Faixas e coletas apresentam um resultado significativo no PERMANOVA. Além disso, em coletas, o MDS mostra uma separação entre Jan/15 e Set/15, já o PERMANOVA, mostra que não há diferença entre os meses das coletas.

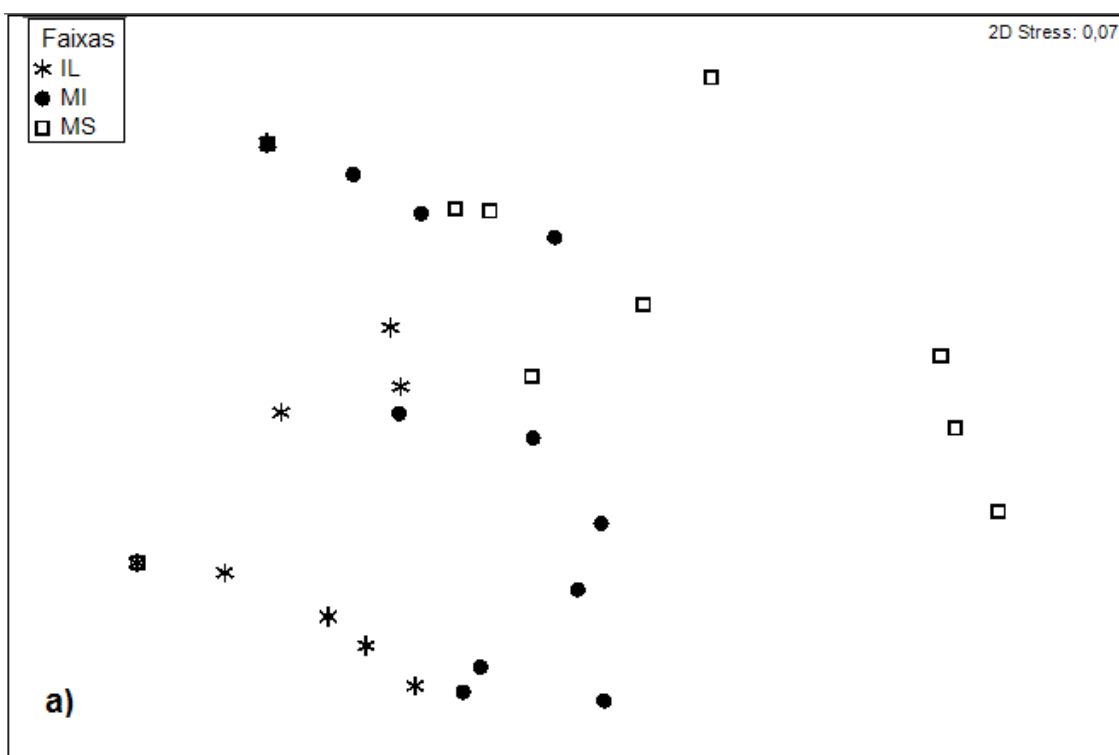




Figura 14. Análise de ordenação (MDS) da meiofauna bentônica nas diferentes faixas (a), meses das coletas (b), na Praia de Degredo, Linhares, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior.

Tabela 25. Resultados da análise de variância permutacional não paramétrica PERMANOVA bifatorial (a) e comparação da composição dos fatores da meiofauna bentônica pelo teste par-a-par (b), na Praia de Degredo, Linhares, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior. ($p < 0,05$) ns = não significativo.

c) PERMANOVA		
	Pseudo-F	p
Faixas	2,4406	0,002
Coletas	1,5441	ns
Faixas x Coletas	2,2153	0,003
d) Teste de Par-a-par		
	t	p
IL, MI	0,016	0,019
IL, MI	0,002	0,002
MI, MS	0,018	0,028
Jan/15, Set/15	0,402	ns

As análises do SIMPER mostraram que a dissimilaridade da meiofauna entre as faixas foi acima de 80%, tendo a maior dissimilaridade entre o infralitoral e mesolitoral-superior com 93,33%, sendo que o táxon que foi responsável por essa dissimilaridade foi o Nematoda contribuindo com 37,12%, seguido dos Polychaetas intersticiais que contribuíram com 36,13%.

A dissimilaridade entre os meses das coletas foi acima de 90%, sendo que os Polychaetas intersticiais foram responsáveis por esta dissimilaridade contribuindo com 39,27%, seguido dos Nematodas com 35,58% (Tab. 26).

Tabela 26. Resultado SIMPER para a dissimilaridade os táxons da meiofauna entre as faixas e as coletas da Praia de Degredo, Linhares, ES.

	Dissimilaridade média (%)	Táxons	Contribuição (%)	Acumulado (%)
Infralitoral, Mesolitoral inferior	88,47	Polychaeta	56,46	56,46
		Nematoda	29,35	85,80
		Copepoda	11,56	97,36
Infralitoral, Mesolitoral superior	93,33	Polychaeta	37,12	37,12
		Nematoda	36,13	73,25
		Turbellaria	19,98	93,22
Mesolitoral inferior, Mesolitoral superior	91,56	Nematoda	39,48	39,48
		Polychaeta	30,01	69,49
		Turbellaria	17,83	87,32
Jan/15, Set/15	90,28	Polychaeta	39,27	39,27
		Nematoda	35,58	74,85
		Turbellaria	15,39	90,24

4.2.4 Nematoda da Praia de Degredo

Na Praia de Degredo foram coletados 80 Nematoda, distribuídos em seis táxons (Tab. 27). O gênero mais abundante foi o *Microlaimus* com 42,5% seguido do *Ascolaimus* com 23,75% dos indivíduos. Os demais gêneros, tais como, *Chromaspirina*, *Molgolaimus*, *Prooncholaimus* e *Choanolaimus* contribuíram com 33,75% juntos. A densidade média de Nematoda foi de 4,7 inds/10cm².

Tabela 27. Lista taxonômica e densidade média (inds/10cm²) da nematofauna, na Praia de Degredo, Linhares, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior (\pm desvio padrão).

Táxons	IL Jan/15	MI Jan/15	MS Jan/15	IL Set/15	MI Set/15	MS Set/15
Filo Nematoda Ordem Desmodorida Família Microlaimiae						
Microlaimus	1,06	1,06	5,66	1,06	1,06	1,91

Man, 1880	(± 0,43)	(± 0,41)	(± 2,69)	(± 0,43)	(± 1,56)	(± 1,2)
Família Desmodoridae						
Molgolaimus Ditlevsen, 1921	-	0,35 (± 0,41)	2,48 (± 2,69)	-	-	0,32 (± 1,2)
Chromaspirina Filipjev, 1918	-	-	5,31 (± 2,69)	-	-	-
Ordem Enoplida Família Oncholaimidae						
Prooncholaimus Micoletzky, 1924	0,35 (± 0,43)	-	-	-	-	0,32 (± 1,2)
Ordem Chromadoria Família Axonolaimidae						
Ascolaimus Ditlevsen, 1919	-	0,71 (± 0,41)	-	0,35 (± 0,43)	3,89 (± 1,56)	2,87 (± 1,2)
Ordem Chromadorida Família Selachinematidae						
Choanolaimus Man, 1880	-	0,35 (± 0,41)	-	-	-	-

Através das análises univariadas (ANOVA), as variáveis riqueza, equitatividade e diversidade passaram pelo teste de homogeneidade de Cochran. E não foram observadas diferenças significativas para todas as variáveis entre as faixas e coletas ($p < 0,05$) (Tab. 28 e Fig. 15).

Tabela 28. Resultados da ANOVA bifatorial para os índices univariados dos gêneros de Nematoda, encontrados na Praia de Degredo, Linhares, ES. (ns = não significativo).

	Faixas		Coletas		Faixas x Coletas	
	F	p	F	p	F	p
Riqueza	1,167	ns	0,024	0,878	0,167	ns
Equitatividade	0,620	ns	0,186	0,669	0,639	ns
Diversidade	0,725	ns	0,341	0,562	0,197	ns

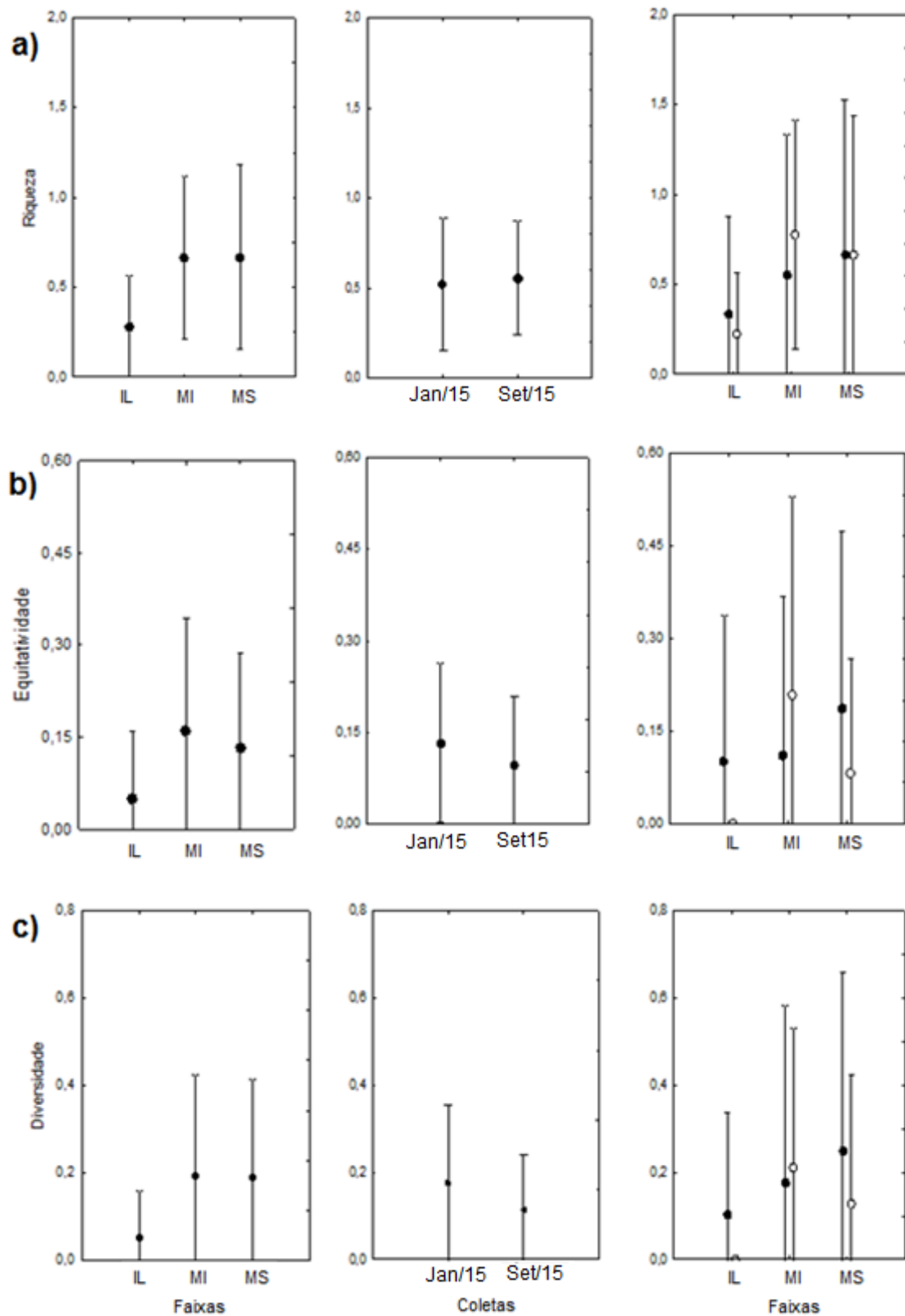


Figura 15. Descritores univariados de Nematoda entre faixas, coletas e faixas x coletas na Praia de Degredo, Linhares, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior, ● =Jan/15, ○ =Set/15. (Média ± Intervalo de confiança).

Já a variável densidade não passou pelo teste de homogeneidade de Cochran. Análises de Kruskal-Wallis para faixas e Mann-whitney para coletas, foram aplicadas e não houve diferenças significativas para a densidade de Nematoda entre as faixas e coletas ($p < 0,05$) (Tab. 29).

Tabela 29. Análise não-paramétrica de Kruskal-wallis e Mann-whitney para densidade de Nematoda (ns = não significativo).

	Faixas (Kruskall-wallis)		Coletas (Mann-whitney)	
	F	p	F	p
Densidade (inds/10cm ²)	1,307	ns	0,157	ns

Através das análises multivariadas (MDS e PERMANOVA), não foi possível observar diferenças significativas para os dados de Nematoda entre as faixas e as coletas ($p < 0,05$). Mas no teste de Par-a-par foi possível ver diferença significativa entre as faixas do mesolitoral inferior e o mesolitoral superior, apesar de não ter sido observado no MDS, todos os gráficos mostraram uma aglomeração tanto entre as faixas, quanto entre os meses das coletas (Fig. 16 e Tab. 30).

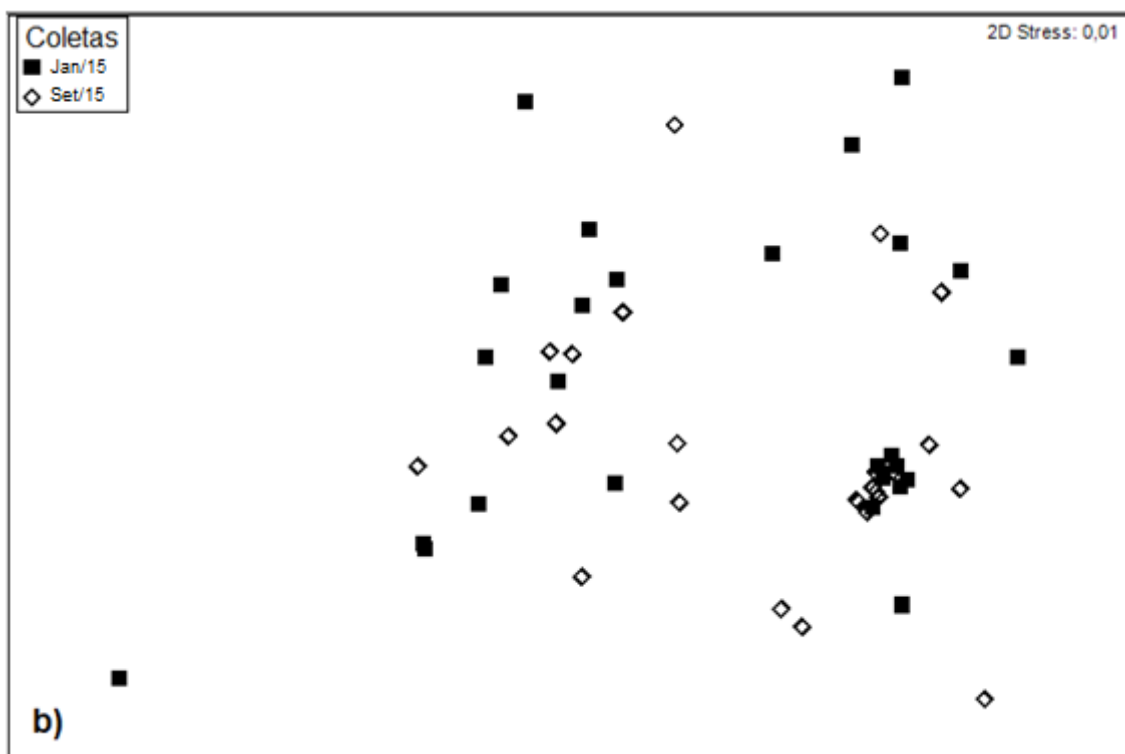
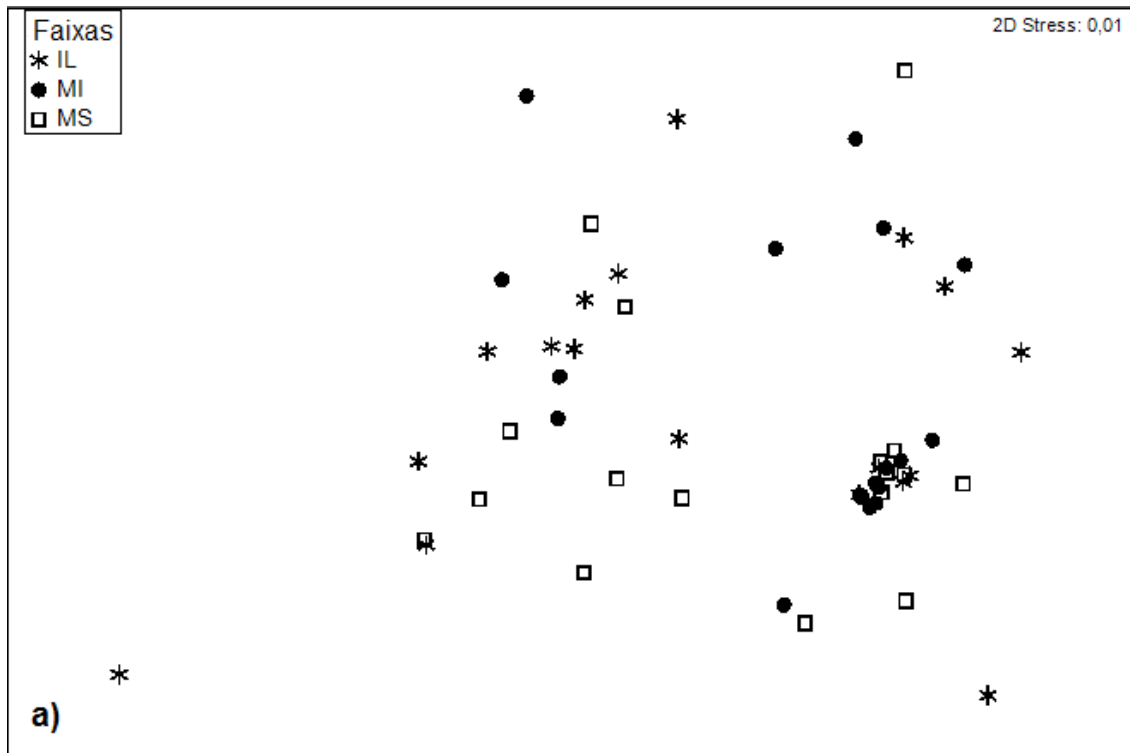


Figura 16. Análise de ordenação (MDS) da meiofauna bentônica nas diferentes faixas (a), meses das coletas (b), na Praia de Degredo, Linhares, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior.

Tabela 30. Resultados da variância permutacional não paramétrica PERMANOVA bifatorial (a) e comparação da composição dos fatores de Nematoda pelo teste Par-a-Par (b), na Praia de Degredo, Linhares, ES. IL=infralitoral, MI=mesolitoral inferior, MS=mesolitoral superior. ($p < 0,005$, ns = não significativo).

PERMANOVA		
	Pseudo-F	<i>p</i>
Faixas	1,2205	ns
Coletas	1,1756	ns
Faixas x Coletas	0,9512	ns
Teste de Par-a-par		
	t	<i>p</i>
IL, MI	1,1424	ns
IL, MS	0,9454	ns
MI, MS	1,2163	0,038
C,S	1,0843	ns

*Valores em negrito representam diferença significativa.

Para o Nematoda as análises do SIMPER mostraram que a dissimilaridade entre as faixas foi acima de 94%, tendo a maior dissimilaridade entre o mesolitoral-inferior e mesolitoral-superior com 94,94%, sendo que o táxon que foi responsável por essa dissimilaridade foi o gênero *Microaimus* contribuindo com 40,80%, seguido do *Ascolaimus* que contribuíram com 39,71% (Apêndices 8 e 9).

A dissimilaridade entre os meses das coletas foi acima de 94%, sendo que o gênero *Microaimus* foi responsável por está dissimilaridade contribuindo com 45,34%, seguido do *Ascolaimus* com 37,34% (Tab. 31).

Tabela 31. Resultado SIMPER para a dissimilaridade dos táxons de Nematoda entre as faixas e as coletas da Praia de Degredo, Linhares, ES.

	Dissimilaridad e média (%)	Táxons	Contribuiçã o (%)	Acumulad o (%)
Infralitoral, Mesolitoral inferior	94,66	<i>Ascolaimus</i>	53,78	53,78
		<i>Microaimus</i>	37,13	90,91
Infralitoral, Mesolitoral superior	94,69	<i>Microaimus</i>	60,79	60,79
		<i>Ascolaimus</i>	15,36	76,15
Mesolitoral-inferior, Mesolitoral-superior	94,94	<i>Microaimus</i>	40,80	40,80
		<i>Ascolaimus</i>	39,71	80,51
Jan/15, Set/15	94,61	<i>Microaimus</i>	45,34	45,34
		<i>Ascolaimus</i>	37,34	82,68

4.2.5 Relações entre variáveis ambientais e comunidade bentônica

Alterações na estrutura da comunidade bentônica foram pouco relacionadas com as variáveis ambientais (BIO-ENV) (Tab. 32). Os melhores valores de p para a macrofauna foi de 0,184 indicando a porcentagem de areia e o tamanho médio dos grãos como as variáveis que mais se relacionam com a estrutura da macrofauna. O maior valor de p para a meiofauna foi 0,072, que indicou a salinidade, temperaturas da água e atmosfera, precipitação, porcentagem de cascalho e o tamanho médio dos grãos como as variáveis ambientais que mais se relacionaram com a estrutura da meiofauna. Em relação à nematofauna o melhor valor de p foi 0,051 indicando a salinidade, temperatura da água e atmosfera, precipitação, porcentagem de cascalho e areia como as variáveis ambientais responsáveis por alterações na estrutura da nematofauna.

Tabela 32. Resultado da análise de BIO-ENV da Praia de Degredo, Linhares, ES.

	Correlação	Seleção de fatores abióticos
Macrofauna		
	0,184	% areia, média de grãos
	0,183	% cascalho, média de grãos
	0,177	% cascalho, % areia, média de grãos
Meiofauna		
	0,072	Salinidade, temperatura da água e atmosfera, precipitação, % cascalho, média dos grãos
	0,068	Salinidade, temperatura da água e atmosfera, precipitação, % cascalho, % areia, média dos grãos
Nematoda		
	0,051	salinidade, temperatura da água, temperatura da atmosfera, precipitação, % cascalho, % areia
	0,049	% cascalho, % areia

5 DISCUSSÃO

A granulometria de Urussuquara (São Mateus) e de Degredo (Linhares) apresentou como resultado areia média a grossa, que pode caracterizar as duas praias como intermediárias. Esses tipos de grãos são classificados como cascalho e areia, o tamanho ocasiona espaços intersticiais que servem de habitat para a fauna bentônica. Para Brown & McLachlan (1990), o tamanho do sedimento podem influenciar determinadas funções da fauna, como escavar e se locomover, afetando na distribuição e densidade.

Na macrofauna os poliquetas foram os mais abundantes dentre as duas praias estudadas. Este táxon pode representa até 70% da biomassa e abundância de invertebrados que habitam as praias arenosas, estando presente em quase todos os ecossistemas bentônicos (GRAY, 1974; AMARAL ET AL., 2004). Dominância numérica de poliquetas também é conhecida em diversas praias do litoral do Brasil (BORZONE & SOUZA, 1997; OMENA & AMARAL, 1997 e 2003; BARROS ET AL., 2001; SOLA & PAIVA, 2001; MARTINS, 2007).

Os organismos que mais se destacaram foram os poliquetas intersticiais, em Urussuquara foi o gênero *Polygordius* e em Degredo foi o *Novaquesta*, esses indivíduos são geralmente encontrados em ambientes praias, habitam espaços intersticiais de sedimentos médios e grossos, sedimento característico de ambas as praias. Os poliquetas intersticiais podem apresentar alta biomassa principalmente em ambientes praias arenosos (DELGADO ET AL., 2003; VILLORA-MORENO ET AL., 1991; VILLORA-MORENO, 1997 e MCLACHLAN & BROWN, 2006).

Na praia de Urussuquara a diversidade do infralitoral da época chuvosa foi significativamente diferente do meso-superior da época seca, sendo menor. Pode ser observado que o meso-superior possui muito mais táxons do que o infralitoral. E a diferença entre as épocas de coletas pode ser pelo fato de a maré na época seca estava mais turbulenta do que na época chuvosa que estava mais calma, com isso, as ondas estavam mais fortes deixando o infralitoral da época seca bem mais enérgico. Para Brown & McLachlan (1990) e Borzone et al. (1996), no infralitoral a fauna é geralmente mais pobre devido a quebra das ondas do que nas demais zonas.

Na praia de Degredo densidade e riqueza foram maiores no meso-superior, mostrando que a diminuição de táxons da macrofauna é causada pela ação das

ondas e maré que ocorrem na faixa do infralitoral. Isso também pode ser observado em outros trabalhos, como o feito por Janssen & Mulder (2005) em praias holandesas, uma baixa diversidade de espécies, assim como baixos valores de abundância na zona do infralitoral. Padrões de densidade podem ser mais variáveis, mas tendem a acompanhar esse mesmo padrão que geralmente ocorre para riqueza (MACLACHLAN & BROWN, 2006).

As análises multivariadas (MDS, PERMANOVA, SIMPER) corroboram com os resultados das análises univariadas. Mostram a diferença espacial, em que cada zona da praia, cada uma com características próprias, condicionam diferentes espécies e também diferentes densidades de organismos. Pode ser observado que o infralitoral se diferencia do meso-superior e os táxons que contribuíram, com isso, foram os poliquetas intersticiais em ambas as praias. Em Urussuquara foram os gêneros *Polygodius* e *Hesionura*, e em Degredo foram os gêneros *Novaquesta* e *Hesionura*. Todos estes são organismos que habitam todos os tipos de sedimentos arenosos. Maior abundância e diversidade de poliquetas intersticiais são registradas em praias de areia média e grossa (VILLORA-MORENO, 1997).

Na meiofauna da praia de Urussuquara, o grupo Nematoda foi o mais abundante. Essa alta abundância dos Nematoda na comunidade de meiofauna marinha é registrada em diversos trabalhos, independente do ecossistema, seja estuarino, litorâneo ou oceânico (HEIP ET AL, 1985; SAJAN ET AL., 2010). Em Degredo o grupo mais abundante foram os Polychaeta, e o maior registro foi na coleta da época chuvosa, possivelmente esse aumento é pelo fato de essa época ser favorável para a reprodução destes organismos.

Urussuquara registrou maior diversidade, riqueza, equitatividade e densidade no infralitoral. Já em Degredo, foi registrada maior densidade no meso-superior da época seca, maior diversidade, riqueza e equitatividade no meso-inferior seco. Como pode ser observado a meiofauna não possui um padrão de distribuição. Segundo Fonseca & Netto (2006) que compararam a variação temporal da macro e meiofauna no Sistema lagunar de Laguna-SC. Expuseram que apesar de todos os componentes da fauna estarem submetidos as mesmas mudanças ambientais, eles mostram diferentes padrões de variação, em que a densidade da macrofauna foi maior no chuvoso e da meiofauna no seco. Conforme os autores, tais resultados estão relacionados com as diferentes estratégias de vida da macrofauna e meiofauna. Espécies macrofaunais geralmente apresentam ciclo de vida superior a

um ano, sendo o indivíduo adulto capaz de tolerar as mudanças periódicas das condições ambientais. A meiofauna, ao contrário, tem tipicamente reprodução contínua e rotatividade de gerações.

Através das análises multivariadas observou que as faixas são significativas na estrutura da meiofauna. O fato de não ter havido mudança temporal na estrutura da meiofauna pode ser explicado devido às características dos organismos que possuem reprodução contínua, alta fertilidade e nenhum estágio larval, que permite uma melhor estabilidade para estes organismos ao longo do tempo (COULL, 1988).

Dentre os Nematodas foram analisados os gêneros, pois poucos estudos que consideram a variação na estrutura da comunidade da meiofauna se concentram principalmente nos grandes grupos, ignorando as categorias taxonômicas mais baixas (gênero e espécie) (DALTO & ALBUQUERQUE, 2000; ESTEVES & FONSSECA-GENEVOIS, 1997).

O gênero mais abundante em Urussuquara foi o *Daptonema*. De acordo com Esteves (2004), essa é uma das mais abundantes da planície de maré. E em Degredo o gênero mais abundante foi o *Microlaimus*.

Para os Nematoda da praia de Urussuquara, a densidade, riqueza e diversidade foram maiores no infralitoral, provavelmente por este ser a faixa que está submersa ou tem uma lamina de água para a locomoção da nematofauna. Já em Degredo não possui resultados significativos para essas variáveis. As análises multivariadas corroboram com os resultados obtidos pelas análises univariadas.

Dessa forma, o presente trabalho demonstra a elevada biodiversidade encontrada nas praias de Urussuquara e Degredo. A descrição da estrutura da fauna bentônica e sua dinâmica são de suma importância para auxiliar nas ações de conservação.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho avança nos estudos da estrutura da fauna bentônica fornecendo informações sobre a macro e meiofauna de praias arenosas no Norte do Espírito Santo.

A praia de Urussuquara e Degredo apresentam características típicas de praias arenosas, quanto a granulometria que influencia a distribuição da fauna bentônica.

Dentro da macrofauna os Polychaeta foram os mais abundantes nas duas praias. Em Urussuquara o Polychaeta intersticial *Polygordius* foi o mais abundante e em Degredo *Novaquesta*, esses indivíduos são geralmente encontrados em ambientes praias, habitam espaços intersticiais de sedimentos médios e grossos.

Através das análises realizadas no presente estudo verificou que a principal diferença de composição e abundância dos organismos está entre as faixas. No infralitoral a fauna apresentou menor significância devido a quebra das ondas do que nas demais zonas, enquanto o meso-superior apresentou uma maior riqueza faunística em ambas as praias aqui estudadas.

Dentro a meiofauna os Nematoda foram mais abundantes na praia de Urussuquara, e os Polychaeta na praia de Degredo. Sendo que os Nematoda mais abundantes foram *Daptonema* em Urussuquara e *Microlaimus* em Degredo. A meiofauna e nematofauna apresentaram uma distribuição diferente da macrofauna, proporcionando maior diversificação no infralitoral.

Com as informações adquiridas até o momento, este estudo contribuiu para o conhecimento da fauna bentônica da região Norte do Espírito Santo sendo o ponto inicial para projetos futuros sobre a conservação da biodiversidade e plano de manejo de praias arenosas, além disso, o litoral do Espírito Santo possui potencial para instalações portuárias e o conhecimento da fauna bentônica se faz imprescindível para a elaboração de planos de manejo, conservação ou monitoramento desse tipo de ambiente.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONGI, D.M. 1987. Inter-estuary variation and intertidal zonation of free-living nematode communities in tropical mangrove systems. *Marine Ecology Progress Series*. 41:103-114 p.

AMARAL, A.C.Z. ; LANA, P.C.; RIZZO, A.E. ; STEINER, T.M.; PARDO, E.V.; SANTOS, C.S.G.; CARVALHO, A.C. De; WAGNER, M.F.R.; GARRAFONI, A.S.; BRASIL, A.C.S.; RINEIRO, Z.; NOGUEIRA, J.M.M.; ABBUD, A.; ROSSI, M. & FUKUDA, M. 2004. Classe Polychaeta. In: Antonia Cecília Zacagnini Amaral; Carmem Lúcia D.B. Rossi-Wongtschowski. (Org.). Biodiversidade bentônica das regiões sudeste e sul do Brasil – Plataforma externa e Talude superior. Série Documentos Revizee: Score-Sul. Série documentos Revizee: Score Sul. 1 ed. São Paulo, SP: Instituto Oceanográfico - USP, v. 1, 114-125 p.

BARROS, F.; BORZONE, C.A. & ROSSO, S. 2001. Macroinfauna of six beaches near Guaratuba, Bay, Southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Vol. 44, n. 4, p. 351-364.

BELÚCIO, L.F.; CARDOSO, D.N.B.; SOUZA, M.S.; BITTENCOURT R.P. & GOES, E. 1999. Diagnóstico para avaliação e ações prioritárias da biodiversidade do bentos marinho do Brasil. UFPA.

BORZONE, C.A. & SOUZA, J.R.B. 1997. Estrutura da macrofauna bentônica no supra, meso e infralitoral de uma praia arenosa do sul do Brasil. *Oecologia Brasiliensis* 3:197-212.

BORZONE, C.A.; SOUZA, J.R.B. & SOARES, A.G. 1996. Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69: 565-577.

BROWN, A.C. & MCLACHLAN, A. 1990. *Ecology of Sandy Shores*. Elsevier, Amsterdam, Holland, 328 pp.

BURD, B. J.; NEMEC, A.; BRINKHURST, R. O. 1990. The development and application of analytical methods in benthic marine infaunal studies. *Advances in Marine Biology*, 26,169-247.

CLARKE, K. R., & AINSWORTH, M. 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Marine Ecology-Progress Series*, 92, 205-205.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth. NERC. 187p.

COULL, B.C. 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.18-38.

DALTO, A.G; ALBUQUERQUE, E.F. 2000. Meiofauna distribution in a tropical estuary of the South-western Atlantic (Brazil). *Vie et Milieu*. 50:151-162 p.

DELGADO, J. D.; NÚÑEZ, J.; RIERA, R.; MONTERROSO, Ó. 2003. Abundance and diversity patterns of annelids from intertidal sandy beaches in Iceland. *Hydrobiologia*, 496: 311-319. *Ecol.* 15:177–211.

ELLIOT, J. M. 1979. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. 2nd Ed. London. Freshwater Biological Association. 157p.

ESTEVEES, A.M.; ABSALÃO, R.S.; SILVA, V.M.A.P. 1995. Padronização e avaliação da eficácia da técnica de flotação na extração da meiofauna em uma praia de areia grossa (Praia Vermelha, RJ). *Publicação Especial do Instituto Oceanográfico, São Paulo*. 11:223-227 p.

ESTEVEES, A.M.; FONSECA-GENEVOIS, V. 1997. Microdistribuição da meiofauna na Coroa do Avião, Pernambuco – Brasil, com referência especial à utilização da análise de autocorreção espacial. *Arq. Bio. Technol.* 4:89-95 p.

ESTEVEES, A. M.; MARIA, T. F.; WANDENESS, A. P. 2004. Population structure of *Comesoma arenae* Gerlach (Nematoda: Comesomatidae) in a brazilian tropical tidalfat, Rio de Janeiro, Brazil. *R. bras. Zool.*, v. 21, n.4, p. 775-777.

ESTEVEES, A. M. 2004. Free-living marine nematodes from Coroa Grande tidal flat (Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil). *Biociências*, v. 12, n. 2, p. 185-186.

FIELD, J. G.; CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. 1982. A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. *Marine Ecology Progress Series*, 8,37-52.

FONSECA, G., & NETTO, S. A. 2006. Shallow sublittoral benthic communities of the Laguna Estuarine system, South Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 54(1), 41-54.

GHEKIERE, T., HOSTE, E., KOTWICKI, L., DEGRAER, S., VANAVERBEKE, J., and VINCX, M. 2002. The sandy beach meiofauna and free-living nematodes from De Panne (Belgium). *Bull. Roy. Belgian Inst. Nat. Sci. Biol. Suppl.* 72:53–57.

GHEKIERE, T., VINCX, M., URBAN-MALINGA, B., ROSSANO, C., SCAPINI, F., and DEGRAER, S. 2005. Nematodes from wave-dominated sandy beaches: Diversity, zonation patterns and testing of the isocommunities concept. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 62:365–375.

GRAY, J.S. 1974. Animal-sediment relationships. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, v. 12, p. 223-261.

HEIP, C.; VINCX, M.; VRANKEN, G.. 1985. The ecology of marine nematodes. *Oceanography and Marine Biology. Annual Review*, 23:399-498 p.

Janssen, G. & Mulder, S. 2005. Zonation of macrofauna across sandy beaches and surf zones along the Dutch coast. *Oceanologia*, 47(2) 265-282.

KNOX, G.A. 2000. *The Ecology of Seashores*. CRC Press: New York, 555 pp.

KOMAR, P. D. 1998. *Beach processes and sedimentation* (2d ed.). New Jersey: Prentice-Hall.

MARTINS, A.L.G. 2007. A macrofauna bentônica das praias arenosas expostas do Parque Nacional de Superagui (PR): Subsídios ao Plano de Manejo. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná – UFPR. 77p.

MCLACHLAN, A. & BROWN, A.C. 2006. *The ecology of sandy shores*, 2nd edn., Acad. Press, New York.

MCLACHLAN, A. 1980. The definition of sandy beaches in relation to exposure: a simple system. *South Afric. J. Sci.* 76:137-138.

MCLACHLAN, A. 1983. Sandy beach ecology - a review. In: McLachlan, A. & Erasmus, T. (eds.) *Sandy beaches as ecosystems*. Dr. Junk, W. The Hague, p. 321-380.

MCLACHLAN, A., and TURNER, J. 1994. The interstitial environment of sandy beaches. *PZNI Mar.*

MOLINA, O.A. & VARGAS, J.A. 1994. Estrutura del macrobentos del estero de Jaltepeque, El Salvador. *Rev. Biol. Trop.*, v. 42, n. 1/2, p. 165-174.

OMENA, E.P. & AMARAL, A.C.Z. 1997. Distribuição espacial de polychaeta (Annelida) em diferentes ambientes entremarés de São Sebastião (SP). *Oecologia Brasiliensis* 3:183-196.

OMENA, E.P. & AMARAL, A.C.Z. 2003. Sandy Beach Morphodynamic and the Polychaeta. *Fauna in Southeast Brazil. Journal of Coastal Research* 35: 431- 439.

PESQUISA online. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf. Acesso em: 14/03/2016.

PESQUISA online. Disponível em: <http://species-identification.org/search.php>. Acesso em: 24/06/2016.

PESQUISA online. Disponível em: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=search>. Acesso em: 24/06/2016.

RODRIGUEZ, J. G., LASTRA, M., and LOPEZ, J. 2003. Meiofauna distribution along a gradient of sandy beaches in northern Spain. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 58S:63–69.

SAJAN, S., T. V. JOYDAS and R. DAMODARAN. 2010. Meiofauna of the western continental shelf of India, Arabian Sea. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 86 (4): 665-674.

SARMA, A.L.N. & WILSANAND, V. 1996. Meiofauna of the outer channel of Chilka lagoon, Bay of Bengal. *Indian Journal of Marine Science*. 25:302-306 p.

SHORT, A.D. & WRIGHT, L.D. 1983. Physical variability of sandy beaches. In: A. McLachlan and T. Erasmus, Editors, *Sandy beaches as ecosystems*, Junk, The Hague, pp. 133–144.

SOLA, M.C.R. & PAIVA, P.C. 2001. Variação temporal da macrofauna bentônica sublitoral da praia da Urca (RJ) após ocorrência de ressacas. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 49 (1/2): 137-142.

SUGUIO, K. (1973). *Introdução à sedimentologia*. São Paulo. EDUSP. 317 p.

VÉLEZ, M.V. 1971. *Introducción a la ecología del bentos marino*. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, Washington. 89 p.

VIANA, M.G.; ROCHA-BARREIRA, C.A. & Grossi Hijo, C.A. 2005. Macrofauna bentônica da faixa entremarés e zona de arrebentação da praia de Paracuru (Ceará - Brasil). *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.*, 9(1):75-82.

VILLORA-MORENO, S. 1997. Environmental heterogeneity and the biodiversity of interstitial polychaeta. *Bulletin of Marine Science*, 60(2): 494-501.

VILLORA-MORENO, S; CAPACCIONI-AZZATI, R.; GARCIA-CARRASCOSA, A.M. 1991. Meiobenthos of sandy beaches from the Gulf of Valencia (Western Mediterranean): Ecology of interstitial polychaetes. *Bulletin of Marine Science*. 48(2): 376-385.

WARWICK, R.M. ET AL. 1998. Free Living British Nematodes. Part III. Monhysterids. *Shrewsbury*. v.53.