

RODRIGO ALUIZIO

Análise comparativa da fauna associada às linhas de detritos em duas praias  
estuarinas da Ilha do Mel (Paraná-Brasil)

CURITIBA

2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA

Análise comparativa da fauna associada às linhas de detritos em duas praias  
estuarinas da Ilha do Mel (Paraná-Brasil)

Dissertação apresentada por Rodrigo Aluizio  
como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre  
em Ciências Biológicas área de concentração Zoologia.  
Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas,  
Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade  
Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Borzone

CURITIBA

2007

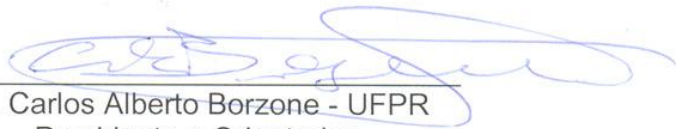
Termo de aprovação

Análise comparativa da fauna associada às linhas de detritos em duas praias  
estuarinas da Ilha do Mel (Paraná-Brasil)

por

**Rodrigo Aluizio**

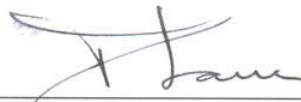
Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores



Dr. Carlos Alberto Borzone - UFPR  
Presidente e Orientador



Dra. Valéria Gomes Veloso - UNIRIO



Dr. Paulo da Cunha Lana - UFPR

Curitiba, 06 de dezembro de 2007.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente aos meus pais, Gilmar Aluizio e Jane Cláudia Ângelo Aluizio, que em todas as minhas decisões tem me dado apoio e conselhos para ajudar no caminho que escolhi além de serem exemplos dos quais sempre me orgulho. Ao meu irmão, pelas risadas e companhia.

Aos amigos e colegas de trabalho, Bruno de Andrade Matuella e Leonardo Cruz da Rosa, pela paciência, descontração, discussão dos trabalhos e conhecimento adquirido. Aos também amigos Leandro Mota Silveira, Iltau Myr Lemberg, Fabiano Luiz Hummelgen e Juliano Durski de Casto, que mesmo sem entender muito bem o que eu faço sempre me deram muito incentivo. Aos amigos da turma de mestrado pelas idéias e pelo apoio e incentivo e por vigorosas discussões sobre assuntos aleatórios que foram de suma importância na descontração e relaxamento da mente.

Ao meu orientador, Professor Doutor Carlos Alberto Borzone pela oportunidade de realizar este trabalho e pelo incrível conhecimento que compartilhou comigo.

Aos professores do Curso de Pós Graduação em Zoologia da UFPR pelo desenvolvimento profissional e pessoal que me proporcionaram através de disciplinas e discussões.

A Fundação Araucária pelo financiamento que tornou possível a conclusão deste trabalho.

E finalmente a Márcia Benitez de Melo, por ser uma companheira tão dedicada, esforçada e compreensiva, por seu tempo e respeito, pela inspiração e motivação deste e de muitos outros sonhos que possuímos. Pela paciência e sentimento. Essa conquista a ela também pertence.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	6
LISTA DE TABELAS .....	7
RESUMO.....	9
INTRODUÇÃO .....	11
MATERIAL E MÉTODOS .....	15
Área de Estudo .....	15
Amostragem.....	16
Perfis de Praia .....	17
Detrito .....	18
Características do Sedimento .....	18
A Fauna .....	19
RESULTADOS .....	21
Perfis de Praia .....	21
O Detrito.....	23
Características do Sedimento .....	28
A Fauna .....	31
DISCUSSÃO .....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44
ANEXO.....	52

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. BAÍA DE PARANAGUÁ COM OS PONTOS ESTUDADOS NA ILHA DO MEL. ....	16
FIGURA 2. DESENHO ESQUEMÁTICO DA AMOSTRAGEM REALIZADAS NAS PRAIAS, OS TRÊS PONTOS CLAROS PEQUENOS SÃO AMOSTRAS DE SEDIMENTO E OS DOZE CÍRCULOS ESCUROS AS AMOSTRAS DE MATERIAL BIOLÓGICO.....	17
FIGURA 3. PERFIL DA PRAIA DE BRASÍLIA NA MARÉ DE SIZÍGIA DO INVERNO DE 2006 INDICANDO A POSIÇÃO DA LINHA DE DETRITO. ...	22
FIGURA 4. PERFIL DA PRAIA DE BRASÍLIA NA MARÉ DE QUADRATURA DO INVERNO DE 2006 INDICANDO A POSIÇÃO E LARGURA DAS DUAS LINHAS DE DETRITOS. ....	22
FIGURA 5. PERFIL DA PRAIA DE BRASÍLIA NA MARÉ DE SIZÍGIA DO VERÃO DE 2007 INDICANDO A POSIÇÃO E LARGURA DA LINHA DE DETRITO. ....	22
FIGURA 6. PERFIL DA PRAIA DE BRASÍLIA NA MARÉ DE QUADRATURA DO VERÃO DE 2007 INDICANDO A POSIÇÃO E LARGURA DAS LINHAS DE DETRITO.....	22
FIGURA 7. PERFIL DA PRAIA DE COROAZINHA NA MARÉ DE SIZÍGIA DO INVERNO DE 2006 INDICANDO POSIÇÃO DA LINHA DE DETRITO. ....	22
FIGURA 8. PERFIL DA PRAIA DE COROAZINHA NA MARÉ DE QUADRATURA DO INVERNO DE 2006 INDICANDO A POSIÇÃO E LARGURA DAS LINHAS DE DETRITO.....	22
FIGURA 9. PERFIL DA PRAIA DE COROAZINHA NA MARÉ DE SIZÍGIA DO VERÃO DE 2007 INDICANDO A POSIÇÃO E LARGURA DA LINHA DE DETRITO. ....	22
FIGURA 10. PERFIL DA PRAIA DE COROAZINHA NA MARÉ DE QUADRATURA DO VERÃO DE 2007 INDICANDO A POSIÇÃO E LARGURA DAS LINHAS DE DETRITO.....	22
FIGURA 11. COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DO DETRITO SECO NAS LINHAS AMOSTRADAS. C = COROAZINHA, B = BRASÍLIA, I = INVERNO, V = VERÃO, S = SIZÍGIA, Q = QUADRATURA, L = LINHA.....	23
FIGURA 12. ACÚMULO DA ALGA <i>ACANTHOPHORA SPICIFERA</i> NA PRAIA DE BRASÍLIA.....	24
FIGURA 13. ACÚMULO DE FRAGMENTOS DE VEGETAL SUPERIOR NA PRAIA DE COROAZINHA. ....	24
FIGURA 14. MÉDIA E DESVIO-PADRÃO DAS MACROALGAS PARA A PRIMEIRA LINHA DE DETRITO.....	25
FIGURA 15. MÉDIA E DESVIO-PADRÃO DOS FRAGMENTOS DE VEGETAL SUPERIOR DA PRIMEIRA LINHA DE DETRITOS.....	26
FIGURA 16. MÉDIA E DESVIO-PADRÃO DAS MACROALGAS DA SEGUNDA LINHA DE DETRITOS.....	27
FIGURA 17. MÉDIA E DESVIO-PADRÃO DOS FRAGMENTOS DE VEGETAL SUPERIOR DA SEGUNDA LINHA DE DETRITOS. ....	28
FIGURA 18. MÉDIA E DESVIO-PADRÃO DO TEOR DE UMIDADE DO SEDIMENTO NA PRIMEIRA LINHA DE DETRITO EM MARÉ DE QUADRATURA.....	30
FIGURA 19. MÉDIA E DESVIO-PADRÃO DO TEOR DE UMIDADE DO SEDIMENTO NA PRIMEIRA LINHA DE DETRITO EM MARÉ DE SIZÍGIA..	30
FIGURA 20. MÉDIA E DESVIO-PADRÃO PARA O TEOR DE UMIDADE DO SEDIMENTO DAS SEGUNDAS LINHAS DE DETRITO DA PRAIA DE BRASÍLIA. ....	31
FIGURA 21. MÉDIA E DESVIO-PADRÃO PARA O TEOR DE UMIDADE DO SEDIMENTO DAS SEGUNDAS LINHAS DE DETRITO DO VERÃO. ...	31
FIGURA 22. RESULTADO DO N-MDS PARA A PRAIA DE BRASÍLIA NO INVERNO. S = SIZÍGIA, Q = QUADRATURA, L = LINHA E T = BLOCO. ....	33
FIGURA 23. RESULTADO DO N-MDS PARA A PRAIA DE BRASÍLIA NO VERÃO. S = SIZÍGIA, Q = QUADRATURA, L = LINHA E T = BLOCO. ....	34

FIGURA 24. RESULTADO DO N-MDS PARA A PRAIA DE COROAZINHA NO INVERNO. S = SIZÍGIA, Q = QUADRATURA, L = LINHA E T = BLOCO.....	35
FIGURA 25. RESULTADO DO N-MDS PARA A PRAIA DE COROAZINHA NO VERÃO. S = SIZÍGIA, Q = QUADRATURA, L = LINHA E T = BLOCO.....	36
FIGURA 26. ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA PARA OS FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS. ....	37

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DA MASSA DE DETRITO SECO EM G/M <sup>2</sup> DE CADA LINHA.....	24
TABELA 2. RESULTADOS DA ANOVA MULTIFATORIAL DA MACROALGA DA PRIMEIRA LINHA DE DETRITO. SQ = SOMA DE QUADRADOS, GL = GRAU DE LIBERDADE, MQ = MÉDIA DE QUADRADOS.....	25
TABELA 3. RESULTADOS DA ANOVA MULTIFATORIAL DOS FRAGMENTOS DE VEGETAL SUPERIOR DA PRIMEIRA LINHA DE DETRITO. SQ = SOMA DE QUADRADOS, GL = GRAU DE LIBERDADE, MQ = MÉDIA DE QUADRADOS.....	26
TABELA 4. RESULTADOS DA ANOVA MULTIFATORIAL DAS MACROALGAS DA SEGUNDA LINHA DE DETRITO. SQ = SOMA DE QUADRADOS, GL = GRAU DE LIBERDADE, MQ = MÉDIA DE QUADRADOS. ....	27
TABELA 5. RESULTADOS DA ANOVA MULTIFATORIAL DOS FRAGMENTOS DE VEGETAL SUPERIOR DA SEGUNDA LINHA DE DETRITO. SQ = SOMA DE QUADRADOS, GL = GRAU DE LIBERDADE, MQ = MÉDIA DE QUADRADOS.....	28
TABELA 6. RESULTADOS DAS ANÁLISES GRANULOMÉTRICA DAS PRAIAS EM AMBAS AS ESTAÇÕES DO ANO, COM OS VALORES MÉDIOS, MÍNIMO E MÁXIMO DO TAMANHO DO GRÃO E OS VALORES MÉDIOS DO GRAU DE SELEÇÃO, DA ASSIMETRIA E DA CURTOSE (EM VALORES DE $\emptyset$ ). MÍNIMOS E MÁXIMOS DE MATERIA ORGÂNICA (%). ....	29
TABELA 7. RESULTADOS DA ANOVA MULTIFATORIAL PARA TEOR DE UMIDADE DO SEDIMENTO DA PRIMEIRA LINHA DE DETRITO. SQ = SOMA DE QUADRADOS, GL = GRAU DE LIBERDADE, MQ = MÉDIA DE QUADRADOS.....	29
TABELA 8. RESULTADOS DA ANOVA BIFATORIAL PARA O TEOR DE UMIDADE DO SEDIMENTO DAS SEGUNDAS LINHAS DE DETRITO DA PRAIA DE BRASÍLIA.....	30
TABELA 9. RESULTADOS DA ANOVA BIFATORIAL PARA O TEOR DE UMIDADE DO SEDIMENTO DAS SEGUNDAS LINHAS DE DETRITO DO VERÃO.....	30
TABELA 10. DENSIDADE, NÚMERO DE ESPÉCIES E RIQUEZA DA FAUNA NAS PRAIAS DE BRASÍLIA E COROAZINHA. ....	32
TABELA 11. RESULTADO DA ANOSIM DA PRAIA DE BRASÍLIA NO INVERNO.....	33
TABELA 12. RESULTADO DA ANOSIM DA PRAIA DE BRASÍLIA NO VERÃO.....	34
TABELA 13. RESULTADO DA ANOSIM DA PRAIA DE COROAZINHA NO INVERNO. ....	35
TABELA 14. RESULTADO DA ANOSIM DA PRAIA DE COROAZINHA NO VERÃO.....	36
TABELA 15. RESULTADOS DA RDA PARA OS DADOS BIÓTICOS E ABIÓTICOS. ....	37
TABELA 16. POST-HOC FISCHER LSD DA ANOVA PARA AS MACROALGAS DA PRIMEIRA LINHA DE DETRITO. INTERAÇÃO PRAIA*ESTAÇÃO.....	53
TABELA 17. POST-HOC FISCHER LSD DA ANOVA PARA OS FRAGMENTOS DE VEGETAL SUPERIOR DA SEGUNDA LINHA DE DETRITO. INTERAÇÃO PRAIA*ESTAÇÃO.....	53
TABELA 18. POST-HOC FISCHER LSD DA ANOVA PARA O TEOR DE UMIDADE DO SEDIMENTO DA PRIMEIRA LINHA DE DETRITO. INTERAÇÃO PRAIA*ESTAÇÃO*ESTRATO. ....	54

TABELA 19. MATRIZ DE ABUNDÂNCIA UTILIZADA NO N-MDS DA PRAIA DE BRASÍLIA NO INVERNO. SIGLAS AO FINAL DO NOME DA AMOSTRA: S = SUPERIOR, ND = SEM DETRITO, D = COM DETRITO, I = INFERIOR. ....	55
TABELA 20. MATRIZ DE ABUNDÂNCIA UTILIZADA NO N-MDS DA PRAIA DE BRASÍLIA NO VERÃO. SIGLAS AO FINAL DO NOME DA AMOSTRA: S = SUPERIOR, ND = SEM DETRITO, D = COM DETRITO, I = INFERIOR. ....	56
TABELA 21. MATRIZ DE ABUNDÂNCIA UTILIZADA NO N-MDS DA PRAIA DE COROAZINHA NO INVERNO. SIGLAS AO FINAL DO NOME DA AMOSTRA: S = SUPERIOR, ND = SEM DETRITO, D = COM DETRITO, I = INFERIOR. ....	57
TABELA 22. MATRIZ DE ABUNDÂNCIA UTILIZADA NO N-MDS DA PRAIA DE COROAZINHA NO VERÃO. SIGLAS AO FINAL DO NOME DA AMOSTRA: S = SUPERIOR, ND = SEM DETRITO, D = COM DETRITO, I = INFERIOR. ....	57
TABELA 23. MATRIZ ABIÓTICA UTILIZADA PARA A ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA.....	58
TABELA 24. MATRIZ BIÓTICA UTILIZADA PARA A ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA. ....	59

## RESUMO

Algumas praias arenosas apresentam baixa produção primária e logo, dependem do acúmulo de detrito como fonte externa de energia. As praias dentro de estuários apresentam um grande acúmulo de detrito orgânico de diferentes origens. Neste detrito se desenvolve uma fauna que o utiliza como fonte de alimento e proteção à dessecação. O objetivo deste trabalho foi estudar a relação existente entre a quantidade e composição do detrito e a fauna que se desenvolve nas proximidades do mesmo.

As coletas foram realizadas em maré de sizígia e quadratura no inverno e no verão, utilizando-se um cilindro de 13 cm de diâmetro interno e 20 cm de altura, nas praias de Brasília e Coroazinha. Os pontos de coleta foram distribuídos em função das linhas de detrito existentes no momento da amostragem, e todas as linhas foram amostradas em três blocos de um metro de comprimento distantes cinco metros entre si. As praias de Brasília e Coroazinha, na Ilha do Mel, diferiram drasticamente quanto à composição desse detrito. Em Brasília a alga *Acanthophora spicifera* dominou o detrito e em Coroazinha os fragmentos de vegetal superior.

A massa total de detrito seco amostrado nas linhas teve menor média de 95,51 g/m<sup>2</sup> e maior média de 650,23 g/m<sup>2</sup>. Quanto ao teor de umidade do sedimento, a menor média foi de 3,21% e a maior média de 17,28%. Análises de variância mostraram que tanto para as quantidades dos dois tipos de detrito quanto para a umidade do sedimento houve variação significativa entre os estratos, as praias, as marés e as estações do ano. A fauna amostrada neste trabalho esteve composta pelas seguintes espécies: *Talorchestia tucurauna*, *Platorchestia monodi*, *Atlantorchestoidea brasiliensis*, *Bathyporeiapus ruffoi*, *Metamysidopsis neritica*, *Excrolana armata*, *Tholozodium rhombofrontalis*, *Bledius bonariensis*, *B. fernandezii* e *B. sp.1*.

Análises de escalonamento multidimensional não métrico, juntamente com análises de similaridade e redundância mostraram que há uma fauna associada à linha de detrito em ambas as praias, constituída por duas espécies de Talitridae, *Talorchestia tucurauna* e *Platorchestia monodi*, provavelmente porque o detrito é fonte de alimento e proteção. As densidades de ambas foram muito maiores na praia de Brasília devido ao maior aporte de alga no detrito. As variações temporais

causaram interferências sobre a fauna do detrito, até mesmo através da quantidade de alga depositada no mesmo que é maior durante o inverno e na maré de sizígia. Algumas espécies encontradas não dependeram da linha de detrito, tais como os Isopoda *Excirolana armata* e *Tholozodium rhombofrontalis*, que se apresentaram muito mais relacionados diretamente ao teor de umidade do sedimento, ao contrário das três espécies de *Bledius* que tiveram relação inversa com a umidade. Outras espécies como *M. neritica* e *B. ruffoi* não caracterizaram uma fauna de supralitoral e provavelmente chegaram até lá arrastados pela maré ou com o detrito, ou se apresentaram em densidade e frequência muito pequenas para que se conclua algo, como é o caso do Amphipoda Talitridae *Atlantorchestoidea brasiliensis*. As três espécies de Coleoptera Staphylinidae do gênero *Bledius*, tiveram relação inversa com a umidade do sedimento e localizam se na região mais superior e seca da praia.

## INTRODUÇÃO

As praias arenosas são ambientes dinâmicos cuja estrutura física é determinada pela interação entre areia, maré e ondas. São um dos ambientes costeiros mais resilientes devido à sua capacidade de absorver a energia das ondas. Perfazem até dois terços da costa mundial onde não há gelo. Nestas praias onde água e a areia estão em constante movimento, a maior parte dos filos animais estão representados, seja no interstício ou como membros da macrofauna. A fauna neste ambiente apresenta uma série de adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais (McLachlan & Brown 2006).

Uma praia estuarina segundo Nordstrom (1992), define-se como sendo uma praia de areia, cascalho ou conchas, sem vegetação ou parcialmente recoberta por vegetação, em locais parcialmente fechados como lagoas, baías, fiordes ou ambientes de feições similares. Como, por exemplo, locais protegidos por barras submersas, que apresentem conectividade com o oceano ou mar, onde o processo dominante de retrabalhamento do sedimento é gerado localmente por ondas, nas quais a distância do centro de formação da onda está a menos de 50 km.

Algumas praias arenosas apresentam baixa produção primária, dependendo de grande entrada de fontes externas de macro e micro detrito, geralmente constituídos por macrófitas, fanerógamas e diversos componentes faunísticos (McLachlan & Brown 2006). Em muitos habitats marinhos rasos, a principal perturbação natural é o encalhe de material vegetal morto, ou detrito (Inglis 1989; Ford *et al.* 1999; Rossi & Underwood 2002). A perturbação pelo detrito implica em um importante e potencialmente fator de estruturação das comunidades de invertebrados em praias arenosas (Colombini & Chelazzi 2003). Durante este período os depósitos de detrito estão sujeitos a vários processos, como desidratação, envelhecimento, fragmentação, enterro na areia e decomposição. Estes processos são altamente variáveis e influenciados tanto pelo local quanto pelo tempo de deposição, além da própria composição do detrito (Colombini & Chelazzi 2003).

Mesmo que algumas praias apresentem uma considerável produção primária do microfitobentos e até sejam capazes de exportar energia (Revsbech *et al.* 1981; Colijn & Jonge 1984; Miller *et al.* 1996), as comunidades macrofaunais, ao menos de

praias arenosas expostas, dependem e muito da entrada de energia associada aos processos oceanográficos que entregam nutrientes e transportam fitoplâncton e macrófitas geradas nas proximidades (Dugan *et al.* 2003). O detrito também provê alimento e habitat aos artrópodes terrestres (Inglis 1989; Polis & Hurd 1996; Dugan 1999; Colombini *et al.* 2000; Jedrzejczak 2002a). A disponibilidade de alimento é um potencial determinante da abundância em comunidades naturais (Hunter & Price 1992; Menge 1992) e a densidade e taxa de crescimento dos consumidores podem estar positivamente correlacionadas com a quantidade de alimento em uma série de habitats (Polis & Hurd 1995; Dahlhoff & Menge 1996; Polis & Hurd 1996). A distribuição e zonação da macrofauna que habita o supra-litoral parece responder à variação espaço-temporal do suprimento de detrito (Koop & Griffiths 1982; McGwynne *et al.* 1988; Dugan *et al.* 2003).

Este detrito é depositado na parte superior da praia pela ação de ondas e marés, formando acumulações de material orgânico diverso, reconhecidas na literatura como faixa ou linhas de detrito (drift line, wrack line), que se distribui em manchas (patches) sobre a areia da praia. Espécies de Amphipoda Talitridae e Isopoda costumam ser os colonizadores primários e os mais importantes consumidores do mesmo, e outras espécies predadoras podem ocorrer juntamente com a invasão de Amphipoda e Isopoda (Colombini *et al.* 2000). Os padrões de colonização variam com o tamanho da mancha de detrito e com o tempo de deposição (Jedrzejczak 2002b; Olabarria *et al.* 2007) sendo que mudanças sucessionais na colonização do detrito depositado na praia são evidentes durante um período semilunar (Colombini *et al.* 2000), bem como a movimentação dos organismos durante ciclos de maré, que podem ou não surtir efeitos na atividade de superfície dos Talitridae (Fallaci *et al.* 1999; Cardoso 2002). As espécies colonizadoras do detrito exibem também ciclos diários com deslocamento em direção ao mar durante o dia, principalmente pelos indivíduos juvenis e uma preferência de deslocamento noturno por toda a extensão da praia feita pelos indivíduos adultos (Karlbrink 1969; Brazeiro & Defeo 1996).

Um estudo avaliou a influência da disponibilidade do alimento constituído pelo detrito para as populações, com especial atenção para Amphipoda, Isopoda e larvas de dípteros (Marsden 1991a). Este detrito também é de grande importância no transporte e dispersão de alguns organismos entre praias arenosas, como por

exemplo, é o caso dos Talitridae que sobrevivem a condições severas de submersão, aderidos a espécies vegetais que os transportam por grandes distâncias (Persson 2001; Herkül *et al.* 2006; Minchinton 2006).

No Brasil, poucos estudos descreveram as comunidades associadas às linhas de detrito. Um deles evidenciou os crustáceos Talitridae como componentes evidentes da macrofauna da região superior de praias arenosas do Rio de Janeiro (Veloso *et al.* 2003) além de Decapoda e Isopoda. No Paraná, algumas descrições da macrofauna de diferentes praias arenosas evidenciaram também a presença de crustáceos Talitridae nas linhas de detritos (Borzzone & Souza 1997; Rosa *et al.* 2007).

Sendo a única família de Amphipoda a colonizar o ambiente terrestre (Spicer *et al.* 1987), os Talitridae têm sido exaustivamente estudados em todo o mundo. Possuem uma surpreendente capacidade de adaptação, sendo extremamente tolerantes à dessecação (Cowling *et al.* 2003), ainda que possuam respiração branquial e por placas coxais (Hudson & Maitland 1996). Para esta tolerância contribuem diversos fatores como: a retenção de íons, a osmorregulação, (Morritt & Richardson 1999) e a retenção dos ovos e jovens recém eclodidos no marsúpio das fêmeas até que atinjam competência fisiológica para a vida livre (Morritt & Richardson 1998; Morritt & Spicer 1999; Charmantier & Charmantier-Daures 2001). Também fatores comportamentais como, por exemplo, o forrageio noturno e em diferentes momentos por jovens e adultos (Cardoso 2002; Jaramillo *et al.* 2003), que ocorre até mesmo para evitar o canibalismo (Kennedy *et al.* 2000), contribuem para o sucesso colonizador deste grupo. Existe ainda uma plasticidade comportamental interespecífica que permite evitar situações de competição, onde as espécies utilizam uma área em diferentes períodos e espaços, possibilitando sobreviver em condições ótimas (Fallaci *et al.* 1999).

Os Talitridae podem se mostrar altamente aptos e resistentes a extremos de temperatura, já que há espécies vivendo em regiões desde muito quentes (Ingólfsson *et al.* 2007) a muito frias (Moore *et al.* 1995). Apesar desta ampla tolerância, a temperatura acaba afetando o ciclo reprodutivo, tanto nos Talitridae quanto nos Isopoda da família Cirolanidae (Gonçalves *et al.* 2003; Martínez & Defeo 2006). Outra impressionante característica das espécies da família Talitridae é sua capacidade de orientação, que abrange uma enorme gama de possibilidades, como

a orientação pelo componente horizontal do campo eletromagnético da Terra, a orientação inata pela lua e sol, utilizados como compasso e pelas cores azul e verde da paisagem de praias (Ugolini *et al.* 2003; Ugolini 2006; Ugolini *et al.* 2006).

A grande maioria das pesquisas desenvolvidas com os organismos colonizadores das linhas de detritos foi realizada em praias oceânicas e em sua maioria utilizaram um sistema de armadilhas ao longo de todo o perfil da praia devido à grande mobilidade da fauna associada às mesmas. Um dos objetivos do presente trabalho foi verificar se existe uma associação espacial entre organismos e o detrito no período diurno de maré baixa, tanto de marés de sizígia como de quadratura, no verão e no inverno, verificando se há diferenças faunísticas dentro na praia em função da presença da linha de detrito. Um segundo objetivo foi o de avaliar as relações entre: a quantidade e a classe de detrito, a composição e a densidade da fauna do mesmo. Para isso foram escolhidas duas praias estuarinas da Ilha do Mel, Paraná, Brasil, a praia de Brasília e a praia de Coroazinha. Estas praias foram escolhidas pela grande abundância de detrito e porque o mesmo difere quanto à composição, estando na praia de Coroazinha constituído principalmente de restos de vegetais superiores provenientes de mangues e marismas, e na praia de Brasília por algas provenientes de uma grande área rasa protegida que se desenvolve nas proximidades da praia, conhecida como Saco do Limoeiro (Fig. 1).

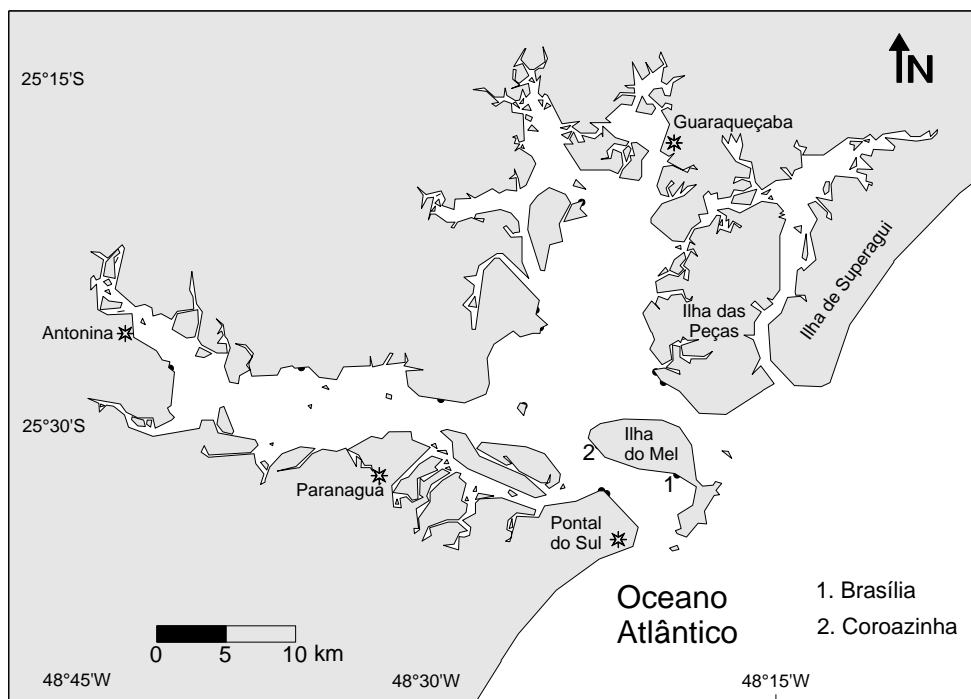
## MATERIAL E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

A Ilha do Mel, com uma superfície de pouco menos de 29 km<sup>2</sup>, situa-se no litoral do Paraná, entre Pontal do Sul e a Ilha das Peças, subdividindo a barra da Baía de Paranaguá em dois setores, representado respectivamente pelos canais Norte e da Galheta. Seu perímetro é da ordem de 35 km. Suas coordenadas extremas estão compreendidas entre os paralelos 25°29'29" e 25°34'33" latitude S, e os meridianos 48°17'17" e 48°22'54" longitude W (Fig. 1). A temperatura média mensal mais alta ocorre em fevereiro (≈ 25°C), e a mais baixa em julho (≈ 17°C). A pluviosidade média mais alta é entre janeiro e março (272 a 286 mm), enquanto em julho e agosto registram-se os menores valores (72 a 73 mm). A umidade relativa do ar é alta com médias acima de 80% o ano todo, sendo os valores mais altos registrados em agosto e setembro (Marques & Britez 2005).

As praias da Ilha do Mel são constituídas predominantemente por areia fina a média, bem selecionada, composta por quartzo e em menor quantidade por biodetritos calcários e minerais pesados (Filho 1996; Giannini *et al.* 2004). Apresentam grande mobilidade, sendo comuns rápidos e intensos processos de erosão e sedimentação (Angulo 1993). Na margem da ilha voltada para o interior da Baía encontramos diferentes tipos de ecossistemas, como costões rochosos, praias estuarinas, manguezais, marismas e bancos vegetados ou não (Borzzone *et al.* 2003; Marques & Britez 2005). As praias estuarinas podem, por sua vez desenvolver dois ambientes bem definidos, uma praia arenosa na porção superior do ambiente e uma planície de maré não vegetada na porção inferior (Borzzone *et al.* 2003).

No atual estudo nas praias de Brasília e Coroazinha apenas a porção superior constituída por uma praia arenosa foi avaliada, já que às linhas de detritos distribuem-se sempre nessa região.



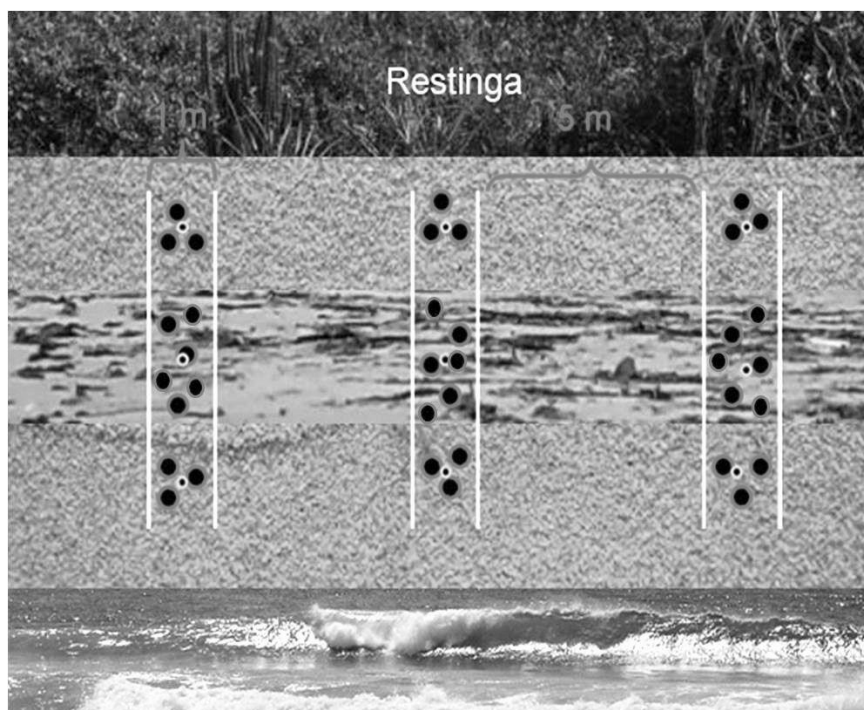
**Figura 1.** Baía de Paranaguá com os pontos estudados na Ilha do Mel.

#### AMOSTRAGEM

A amostragem foi realizada nas praias de Brasília e Coroazinha em maré de sizígia e quadratura no inverno (10, 11, 15 e 16 de agosto de 2006) e no verão (15, 16, 22 e 23 de fevereiro de 2007), totalizando para cada praia duas coletas em maré de sizígia e duas em maré de quadratura. Para a coleta do material biológico a metodologia foi adaptada de Marsden (1991a), autor que não utilizou armadilhas, visando definir a posição espacial da fauna e sua dependência com linhas de detritos. Para isto foi utilizado um cilindro de PVC de 13 cm de diâmetro interno e 20 cm de altura, aberto em ambas as extremidades. Este cilindro foi enterrado no substrato até 10 cm de profundidade, sendo a amostra armazenada num saco plástico acoplado à extremidade superior do cilindro enterrado. O material todo foi preservado em formalina 10% que foi despejada sobre a amostra ainda no saco.

As réplicas foram distribuídas em função das linhas de detrito existentes no momento da amostragem, que seguiram um padrão de uma linha em maré de sizígia e duas em maré de quadratura. Todas as linhas foram amostradas em três blocos de um metro de comprimento distantes cinco metros entre si. Foram estabelecidos dois estratos na própria linha de detrito, um com a presença do mesmo e outro sem; e mais dois estratos, um antes e outro depois da linha de

deposição, a uma distância aproximada de meio metro. Em cada estrato foram obtidas três réplicas por bloco (Fig. 2).



**Figura 2.** Desenho esquemático da amostragem realizadas nas praias, os três pontos claros pequenos são amostras de sedimento e os doze círculos escuros as amostras de material biológico.

Em laboratório, os organismos foram separados e identificados até o menor nível taxonômico possível. A composição e abundância em peso seco do detrito presente em cada amostra também foram determinadas.

#### PERFIS DE PRAIA

Os perfis topográficos de praia foram tomados apenas na maré baixa de sizígia do verão e do inverno. Apenas nas coletas de inverno foi amostrada a posição do lençol freático sob a superfície da praia, escavando-se a areia até encontrar areia saturada e então se medindo a profundidade do buraco. Para o perfil foram utilizados um nível de precisão e uma régua metrada para tal, dividindo-se a praia em 10 pontos a partir de um marco fixado no começo da restinga, sendo o primeiro posicionado na linha de detrito mais recente e o último no limite entre a praia e a planície de maré, limite este identificável pela ressurgência da água do lençol freático. A altura total da praia é então dividida por nove e os pontos intermediários marcados, utilizando-se essa diferença constante de altura.

## DETRITO

Uma trena foi utilizada para mensurar a largura e posição da linha de detrito no perfil praiial no momento da coleta. O detrito coletado foi lavado e separado da fauna acompanhante e depois dividido em duas grandes classes: macroalga e fragmentos de vegetal superior. Ambas foram secas a 60°C em estufa por 24 horas e então pesados em balança com precisão de 0,001 g.

Para análise estatística do detrito foram obtidas médias e desvios-padrão, com o intuito de descrever a composição do mesmo nas linhas amostradas. Foi feita posteriormente uma análise de variância multifatorial para o peso do componente algal e do vegetal superior separadamente, assim como para as primeiras e segundas linhas de detritos, esta última ocorrendo apenas na maré de quadratura. Os fatores considerados na ANOVA foram bloco (três por amostragem), praia (Brasília e Coroazinha), estação (inverno e verão) e maré (sizígia e quadratura). Para a segunda linha não foi considerado o fator maré, já que esta só foi coletada nas marés de quadratura, com exceção da coleta de inverno na praia de Coroazinha quando ela não ocorreu. Neste caso, os valores foram assumidos como zero. A regra de decisão ( $\alpha$ ) foi 0,05. Todos os testes “a posteriori” realizados foram o de Fischer (LSD).

## CARACTERÍSTICAS DO SEDIMENTO

Para uma descrição granulométrica do sedimento nas praias de Brasília e Coroazinha foram retiradas amostras apenas em maré baixa de sizígia no verão e inverno de 2006, junto aos pontos utilizados para obtenção do perfil de praia com um pequeno cilindro de PVC com 3 cm de diâmetro interno e 10 cm de altura. As amostras foram lavadas e secadas para posterior peneiramento (escala  $\phi$ ) (Sugiuo 1973). Os dados obtidos foram analisados utilizando o método da Medida dos Momentos (Tanner 1995). A determinação do teor de matéria orgânica e de carbonato biodetrítico foi feita com técnicas de combustão, seguindo o método de Dean (1974).

Já para o registro do teor de umidade do sedimento foi retirada uma amostra com o mesmo amostrador descrito acima, junto com as amostras biológicas, em cada um dos três blocos amostrados e em três estratos diferentes, um na região

central da linha de detrito e outros dois cerca de meio metro acima e abaixo dos limites da linha. O sedimento foi conservado em saco plástico fechado e assim que possível pesado ainda úmido, então foi deixado secando em estufa a 80°C por 24 horas e novamente pesado, o teor de umidade foi dado pelo percentual de diferença de peso entre o sedimento úmido e o seco.

Posteriormente foi feita uma análise de variância multifatorial para os teores de umidade do sedimento relacionados à primeira linha de detrito (fatores praia, estação, maré e estrato) e duas análises de variância bifatoriais relacionadas aos teores de umidade da segunda linha de detrito (uma com fatores para praia e estrato e outra com fatores para estação e estrato). A regra de decisão foi 0,05. Todos os testes “a posteriori” realizados foram Fischer (LSD).

#### A FAUNA

As densidades, o número de espécies e o índice de riqueza de Margalef ( $R = (S-1)/\ln(N)$ ) foram utilizados para descrever a fauna amostrada nas praias de Brasília e Coroazinha. Foram realizadas posteriormente análises multivariadas de escalonamento multidimensional não-métrico (n-MDS) e análise de similaridade (ANOSIM), na tentativa de visualizar a diferença do estrato detrito dos demais, a partir de quatro matrizes separadas de abundância total por praia e estação do ano: Brasília Inverno, Brasília Verão, Coroazinha Inverno e Coroazinha Verão (Anexo Tabs. 19 a 22). A abundância utilizada corresponde à soma das três amostras por estrato, individualizando cada bloco.

O n-MDS foi realizado com cem reinícios e a segunda aproximação de Kruskal (Legendre & Legendre 1998), a partir de uma matriz de similaridade obtida aplicando-se o índice de Bray-Curtis sobre os dados originais sem transformação. A ANOSIM foi de mão-dupla cruzada com réplicas entre maré e estrato, e no máximo cinco mil permutações. Amostras sem a presença de nenhuma espécie foram descartadas da tabela original.

Uma análise de redundância (RDA) centrada nas espécies, de escala simétrica com transformação da matriz biótica por raiz quadrada, associada à análise de Monte Carlo com 9999 permutações foi realizada para analisar a influência dos fatores abióticos e bióticos na distribuição das espécies. A matriz física (Anexo Tab. 23) utilizada nesta análise incluiu a temperatura média do verão e

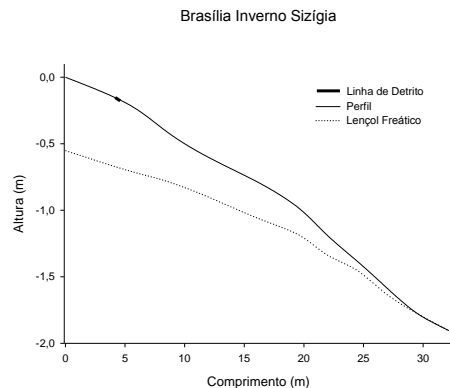
do inverno definindo a variável estação, os valores 0 = sizígia e 1 = quadratura para a maré, a média do teor de umidade do sedimento por estrato em cada praia, maré e estação do ano (n=9), a soma das amostras de material algal existente no detrito por estrato em cada praia, maré e estação do ano (n=9) e a soma das amostras de vegetal superior existente no detrito, também por estrato em cada praia, maré e estação do ano (n=9). A matriz biótica (Anexo Tab. 24) consistiu na soma das densidades das espécies por estrato em cada praia, maré e estação do ano (n=9). A RDA é ideal quando se possui uma matriz abiótica com um pequeno número de variáveis e quando seu objetivo é averiguar uma situação de causa e efeito entre as matrizes (Gotelli & Ellison 2004).

## RESULTADOS

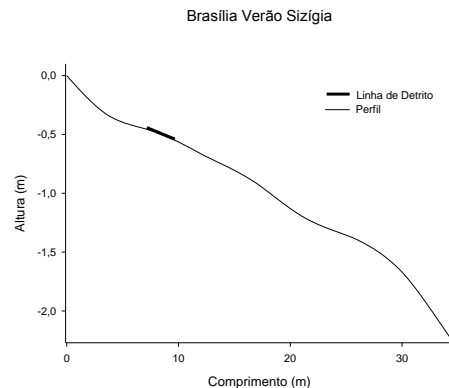
### PERFIS DE PRAIA

O perfil da praia de Brasília no inverno apresentou uma inclinação de  $1/16,93$  m, com um comprimento total de 32,16 m. O lençol freático se inicia 0,5 m abaixo da superfície na parte superior da praia aproximando-se da superfície até o local de drenagem nos 29,5 m de comprimento da praia. Já no verão a inclinação foi de  $1/15,33$  m, com um comprimento total de 34,5 m (Figuras 3 a 6).

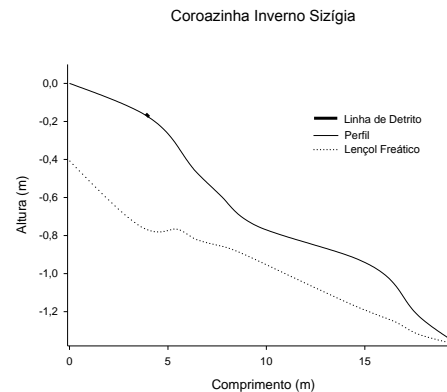
Em Corozinha no inverno a inclinação foi de  $1/14,37$  m, com um comprimento total de 19,77 m. O lençol freático se inicia 0,6 m abaixo da superfície na parte superior da praia aproximando-se da superfície até o local de drenagem nos 19,7 m de comprimento da praia. No verão esta inclinação foi de  $1/19,85$  m, com comprimento total de 20,05 m (Figuras 7 a 10).



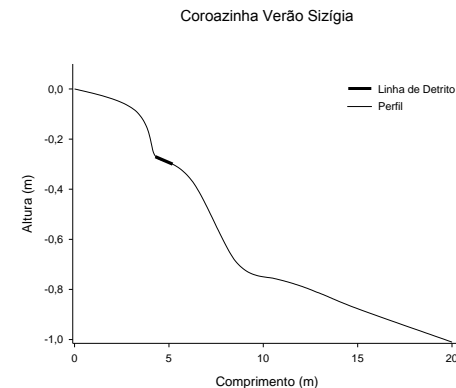
**Figura 3.** Perfil da praia de Brasília na maré de sizígia do inverno de 2006 indicando a posição da linha de detrito.



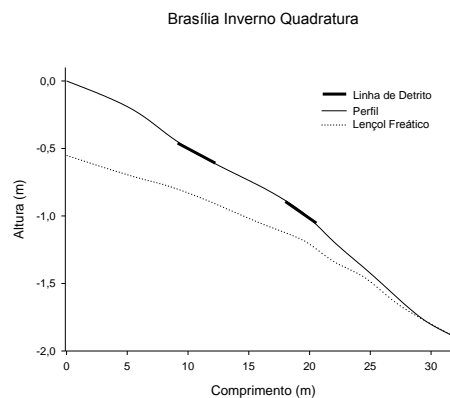
**Figura 5.** Perfil da praia de Brasília na maré de sizígia do verão de 2007 indicando a posição e largura da linha de detrito.



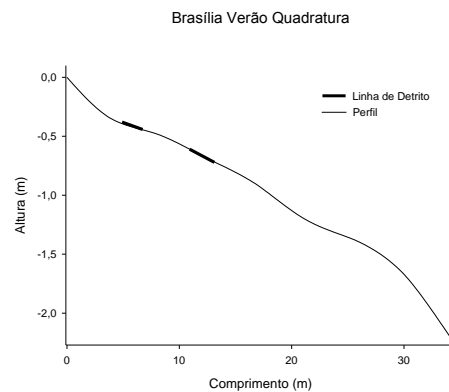
**Figura 7.** Perfil da praia de Corozinha na maré de sizígia do inverno de 2006 indicando posição e largura da linha de detrito.



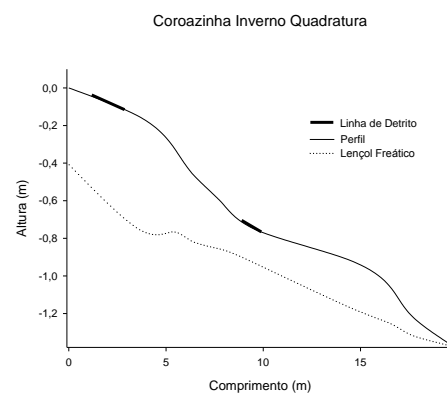
**Figura 9.** Perfil da praia de Corozinha na maré de sizígia do verão de 2007 indicando a posição e largura da linha de detrito.



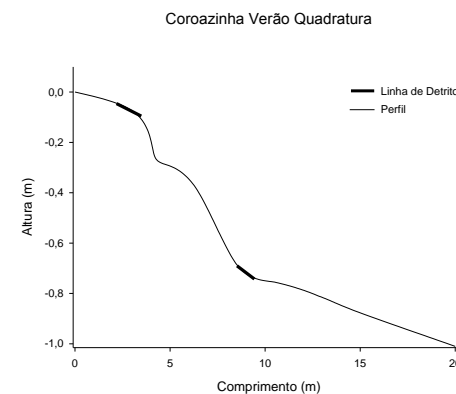
**Figura 4.** Perfil da praia de Brasília na maré de quadratura do inverno de 2006 indicando a posição e largura das duas linhas de detritos.



**Figura 6.** Perfil da praia de Brasília na maré de quadratura do verão de 2007 indicando a posição e largura das linhas de detrito.



**Figura 8.** Perfil da praia de Corozinha na maré de quadratura do inverno de 2006 indicando a posição e largura das linhas de detrito.

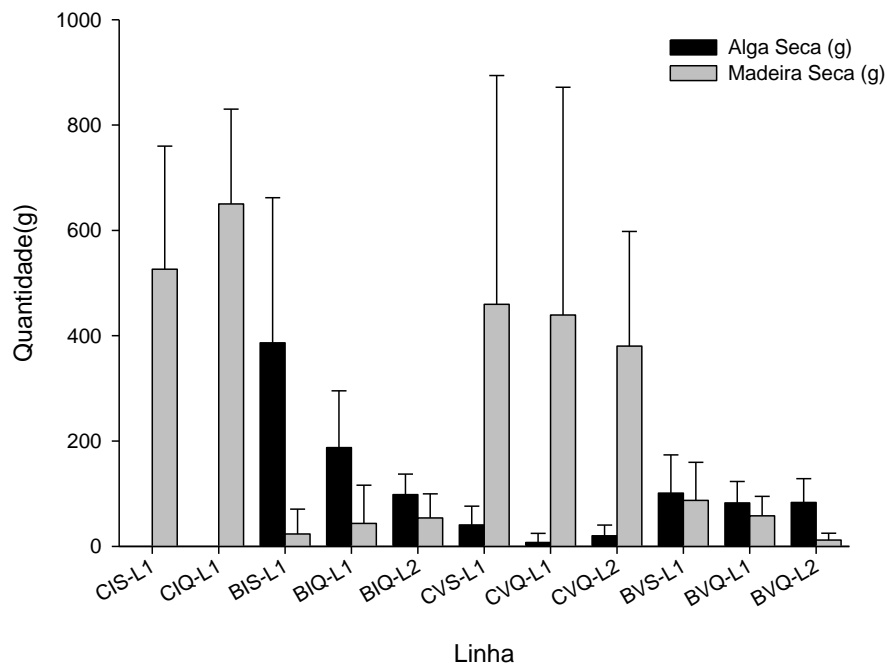


**Figura 10.** Perfil da praia de Corozinha na maré de quadratura do verão de 2007 indicando a posição e largura das linhas de detrito.

## O DETRITO

As linhas de detrito na praia de Brasília alcançaram entre 1,40 e 3,30 m de largura e em Coroazinha entre 1,10 e 2,70 m. Apenas uma linha de detrito foi observada nas praias durante as marés de sizígia e duas linhas durante a maré de quadratura, com exceção da praia de Coroazinha no inverno que apresentou apenas uma linha. A massa total de detrito seco amostrado nas linhas teve uma menor média de 95,51 g/m<sup>2</sup> na segunda linha da maré de quadratura da praia de Brasília no verão e uma maior média de 650,23 g/m<sup>2</sup> na primeira linha da maré de quadratura da praia de Coroazinha no inverno (Tab. 1; Fig. 11). O detrito esteve composto predominantemente por macroalgas na praia de Brasília, sendo *Acanthophora spicifera* (Rodophyta, Ceramiales; Fig. 12) a alga mais abundante, e por fragmentos de vegetal superior (Metaphyta; Fig. 13) na praia de Coroazinha, tais como pedaços de galhos e folhas de mangue e marisma, além de alguns propágulos.

Composição e Abundância do Detrito



**Figura 11.** Composição e abundância do detrito seco nas linhas amostradas. C = Coroazinha, B = Brasília, I = Inverno, V = Verão, S = Sizígia, Q = Quadratura, L = Linha.

**Tabela 1.** Médias e desvios-padrão da massa de detrito seco em g/m<sup>2</sup> de cada linha.

Estação	Praia	Maré	Linha	Macroalga	Fragmentos	Detrito Total
Inverno Ago/2006	Coroazinha	Sizígia	1	0,00	526,22 ± 233,67	526,22 ± 233,67
		Quadratura	1	0,00	650,23 ± 180,12	650,23 ± 180,12
	Brasília	Sizígia	1	386,44 ± 275,71	23,59 ± 47,05	410,02 ± 282,71
		Quadratura	2	187,64 ± 107,68	43,64 ± 72,55	231,28 ± 130,99
Verão Fev/2007	Coroazinha	Sizígia	1	40,79 ± 35,59	459,63 ± 434,45	500,43 ± 425,39
		Quadratura	1	7,48 ± 17,35	439,29 ± 432,47	446,77 ± 443,08
	Brasília	Sizígia	1	101,08 ± 72,60	87,24 ± 72,41	188,32 ± 87,59
		Quadratura	1	82,58 ± 40,70	57,98 ± 36,99	140,56 ± 66,72
	Brasília	Quadratura	2	83,39 ± 45,05	12,12 ± 12,97	95,51 ± 46,35

Para cada linha da tabela n=9



**Figura 12.** Acúmulo da alga *Acanthophora spicifera* na praia de Brasília.

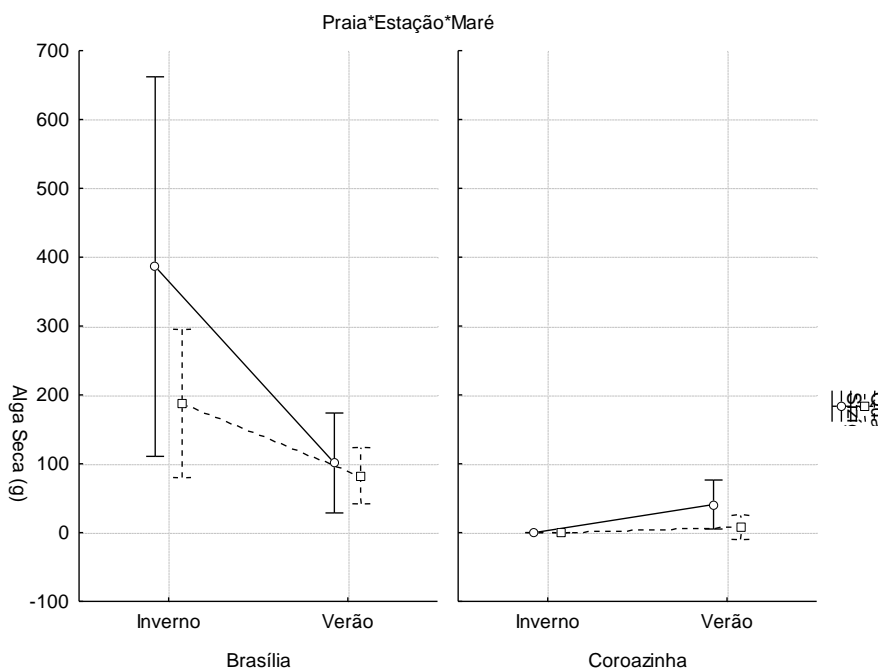


**Figura 13.** Acúmulo de fragmentos de vegetal superior na praia de Coroazinha.

Na primeira linha de detritos, a quantidade de macroalgas variou significativamente entre praias, estações e marés, além da interação praia-estação. Não houve diferenças entre os blocos (Tab. 2 e Fig. 14). Brasília apresentou as maiores médias de macroalgas no inverno (287,04 g/m<sup>2</sup>) estando ausente este tipo de deposição na praia de Coroazinha também no inverno (Tab. 16). Durante as marés de sizígia ocorrem nesta primeira linha de detrito, as maiores deposições de macroalgas de ambas as estações do ano.

**Tabela 2.** Resultados da ANOVA multifatorial da macroalga da primeira linha de detrito. SQ = Soma de Quadrados, GL = Grau de Liberdade, MQ = Média de Quadrados.

Efeito	SQ	GL	MQ	F	p
<b>Praia</b>	<b>566267,9</b>	<b>1</b>	<b>566267,9</b>	<b>39,38773</b>	<b>0,00000</b>
<b>Estação</b>	<b>131692,3</b>	<b>1</b>	<b>131692,3</b>	<b>9,16008</b>	<b>0,003969</b>
<b>Maré</b>	<b>70656,7</b>	<b>1</b>	<b>70656,7</b>	<b>4,91464</b>	<b>0,031401</b>
Bloco	12166,9	2	6083,4	0,42314	0,657404
<b>Praia*Estação</b>	<b>216499,5</b>	<b>1</b>	<b>216499,5</b>	<b>15,05899</b>	<b>0,000317</b>
Praia*Maré	38078,8	1	38078,8	2,64864	0,110186
Estação*Maré	24303,5	1	24303,5	1,69047	0,199747
Praia*Bloco	8143,7	2	4071,9	0,28323	0,754600
Estação*Bloco	4100,9	2	2050,5	0,14262	0,867447
Maré*Bloco	1423,7	2	711,8	0,04951	0,951742
Praia*Estação*Maré	51334,5	1	51334,5	3,57066	0,064857
Praia*Estação*Bloco	11022,1	2	5511,0	0,38333	0,683655
Praia*Maré*Bloco	303,6	2	151,8	0,01056	0,989500
Estação*Maré*Bloco	17231,5	2	8615,8	0,59928	0,553262
Praia*Estação*Maré*Bloco	24383,1	2	12191,6	0,84800	0,434584
Erro	690084,5	48	14376,8		

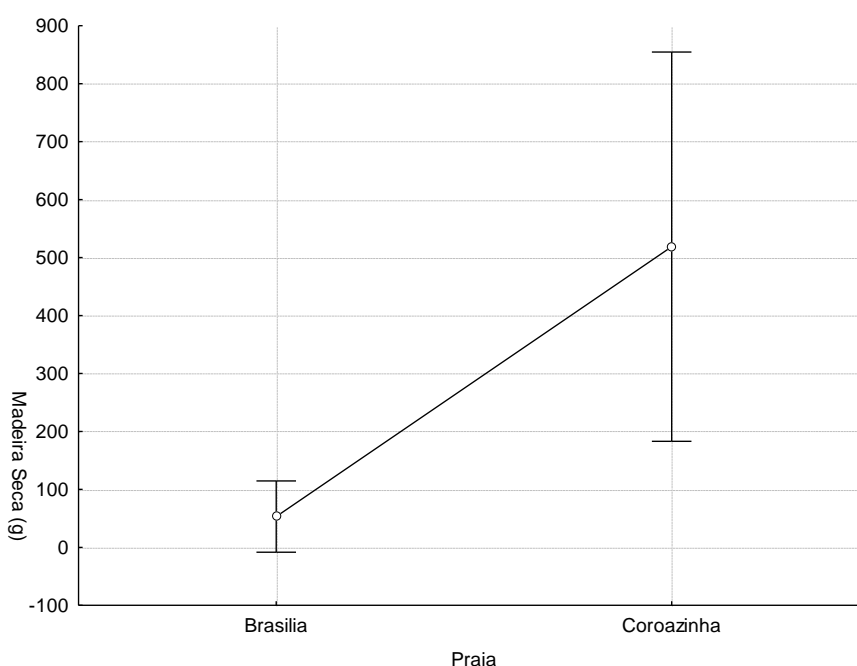


**Figura 14.** Média e desvio-padrão das macroalgas para a primeira linha de detrito.

Ainda avaliando a primeira linha de detrito, os fragmentos de vegetal superior variaram significativamente somente entre as praias (Tab. 3 e Fig. 15), Corozinha apresentou a maior média (518,84 g/m<sup>2</sup>) e Brasília a menor (53,11 g/m<sup>2</sup>).

**Tabela 3.** Resultados da ANOVA multifatorial dos fragmentos de vegetal superior da primeira linha de detrito. SQ = Soma de Quadrados, GL = Grau de Liberdade, MQ = Média de Quadrados.

Efeito	SQ	GL	MQ	F	P
<b>Praia</b>	<b>3904359</b>	<b>1</b>	<b>3904359</b>	<b>75,6718</b>	<b>0,00000</b>
Estação	44792	1	44792	0,8681	0,356138
Maré	10037	1	10037	0,1945	0,661155
Bloco	297663	2	148831	2,8846	0,065615
Praia*Estação	142191	1	142191	2,7559	0,103419
Praia*Maré	14333	1	14333	0,2778	0,600576
Estação*Maré	42194	1	42194	0,8178	0,370349
Praia*Bloco	103329	2	51665	1,0013	0,374934
Estação*Bloco	87502	2	43751	0,8480	0,434605
Maré*Bloco	257907	2	128954	2,4993	0,092778
Praia*Estação*Maré	10160	1	10160	0,1969	0,659224
Praia*Estação*Bloco	93955	2	46977	0,9105	0,409164
Praia*Maré*Bloco	244811	2	122406	2,3724	0,104108
Estação*Maré*Bloco	154066	2	77033	1,4930	0,234946
Praia*Estação*Maré*Bloco	99375	2	49688	0,9630	0,388994
Erro	2476607	48	51596		

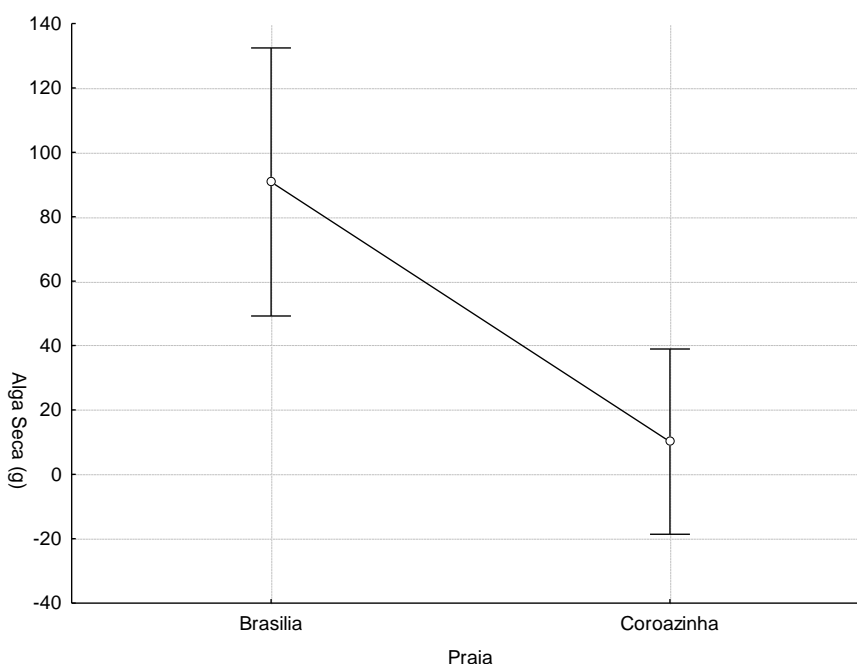


**Figura 15.** Média e desvio-padrão dos fragmentos de vegetal superior da primeira linha de detritos.

Já para a segunda linha de detrito, observada somente na maré de quadratura, a quantidade de macroalgas foi significativamente diferente apenas entre as praias, sendo a média de Brasília (90,81 g/m<sup>2</sup>) superior a de Coroazinha (10,16 g/m<sup>2</sup>, Tab. 4 e Fig. 16).

**Tabela 4.** Resultados da ANOVA multifatorial das macroalgas da segunda linha de detrito. SQ = Soma de Quadrados, GL = Grau de Liberdade, MQ = Média de Quadrados.

Efeito	SQ	GL	MQ	F	p
<b>Praia</b>	<b>58534,96</b>	<b>1</b>	<b>58534,96</b>	<b>39,49158</b>	<b>0,000002</b>
Estação	67,68	1	67,68	0,04566	0,832600
Bloco	364,41	2	182,21	0,12293	0,884880
Praia*Estação	2781,16	1	2781,16	1,87635	0,183430
Praia*Bloco	2842,62	2	1421,31	0,95891	0,397514
Estação*Bloco	1767,37	2	883,68	0,59619	0,558861
Praia*Estação*Bloco	123,78	2	61,89	0,04175	0,959175
Erro	35573,13	24	1482,21		

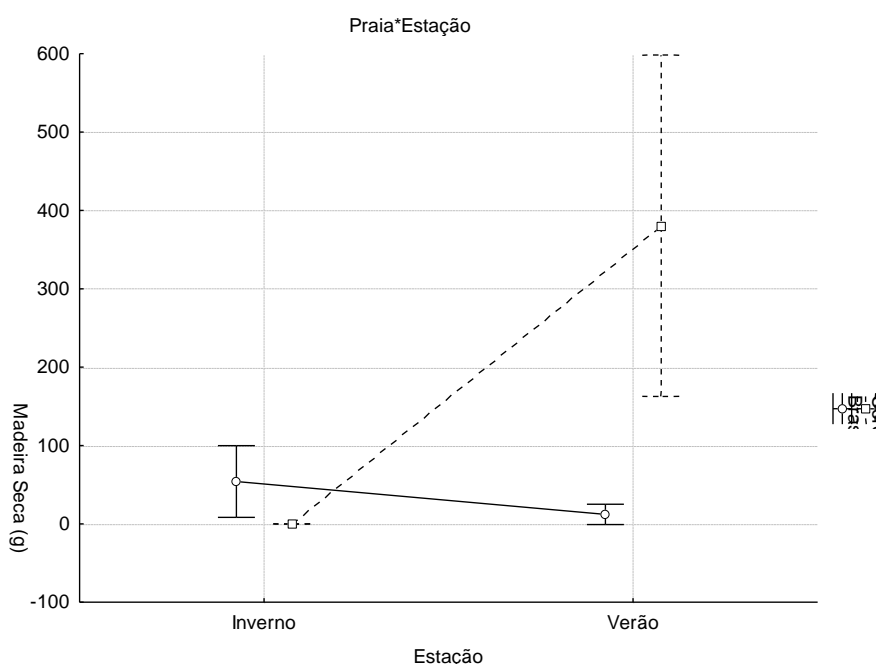


**Figura 16.** Média e desvio-padrão das macroalgas da segunda linha de detritos.

Assim como as macroalgas da primeira linha de detrito, os fragmentos de vegetal superior da segunda linha variaram significativamente entre as praias e as estações, além da interação praia-estação (Tab. 5 e Fig. 17). Os fragmentos de vegetal acumulados no verão na praia de Corozinha foram determinantes destas diferenças com uma média de 380,37 g/m<sup>2</sup> (Tab. 17).

**Tabela 5.** Resultados da ANOVA multifatorial dos fragmentos de vegetal superior da segunda linha de detrito. SQ = Soma de Quadrados, GL = Grau de Liberdade, MQ = Média de Quadrados.

Efeito	SQ	GL	MQ	F	P
<b>Praia</b>	<b>222076,6</b>	<b>1</b>	<b>222076,6</b>	<b>14,82140</b>	<b>0,000769</b>
<b>Estação</b>	<b>257681,4</b>	<b>1</b>	<b>257681,4</b>	<b>17,19768</b>	<b>0,000363</b>
Bloco	4853,9	2	2427,0	0,16198	0,851383
<b>Praia*Estação</b>	<b>401318,0</b>	<b>1</b>	<b>401318,0</b>	<b>26,78399</b>	<b>0,000027</b>
Praia*Bloco	14287,9	2	7144,0	0,47679	0,626529
Estação*Bloco	9440,9	2	4720,5	0,31504	0,732729
Praia*Estação*Bloco	8717,2	2	4358,6	0,29089	0,750195
Erro	359604,1	24	14983,5		



**Figura 17.** Média e desvio-padrão dos fragmentos de vegetal superior da segunda linha de detritos.

#### CARACTERÍSTICAS DO SEDIMENTO

A análise granulométrica da coleta de inverno da praia de Brasília indicou areia fina muito bem selecionada, com distribuição leptocúrtica e assimetria negativa a aproximadamente simétrica. Na de verão, areia muito fina a fina, muito bem selecionada a bem selecionada, leptocúrtica e assimetria positiva a aproximadamente simétrica (Tab. 6). Na praia de Corozinha na coleta de inverno a análise granulométrica indicou areia fina muito bem selecionada, leptocúrtica com assimetria positiva a negativa. Na de verão, areia média a fina muito bem selecionada, leptocúrtica com assimetria negativa a aproximadamente simétrica. O

percentual de material orgânico foi sempre inferior a um, e o carbonato de cálcio esteve totalmente ausente nas amostras (Tab. 6).

**Tabela 6.** Resultados das análises granulométrica das praias em ambas as estações do ano, com os valores médios, mínimo e máximo do tamanho do grão e os valores médios do grau de seleção, da assimetria e da curtose (em valores de  $\emptyset$ ). Mínimos e máximos de matéria orgânica (%).

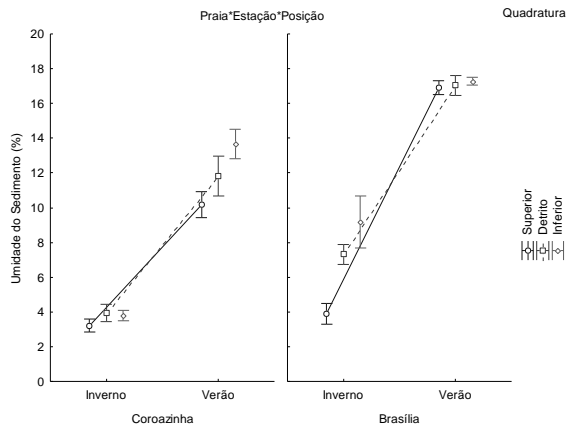
Praia	Tam. Grão	Seleção	Assimetria	Curtose	Mat. Orgânica	CaCO <sub>3</sub>
Brasília Inverno	2,679 2,67-3,11	0,424	-0,559	5,643	0,03-0,97	0
Brasília Verão	2,854 2,58-2,89	0,443	0,536	5,140	0,20-0,50	0
Coroazinha Inverno	2,439 2,30-2,52	0,447	-0,027	5,857	0,20-0,80	0
Coroazinha Verão	2,390 1,62-2,91	0,439	-0,202	4,652	0,06-0,12	0

Quanto ao teor de umidade do sedimento para a primeira linha de detrito, o estrato superior da praia de Coroazinha na maré de quadratura de inverno apresentou a menor média (3,21%) e Brasília na maré de quadratura de inverno apresentou a maior média (17,28%).

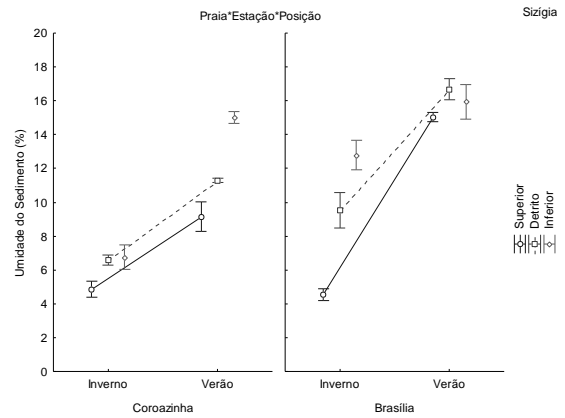
O teor de umidade variou significativamente entre praias, estações do ano, maré e estratos, bem como para a interação praia-estação-estrato (Tab. 7, Fig. 18 e 19). Apenas o estrato superior do inverno de Brasília em relação ao mesmo de Coroazinha, o estrato inferior em relação ao detrito do inverno de Coroazinha, o estrato detrito do verão de Coroazinha em relação ao inferior do inverno de Brasília e os três estratos do verão de Brasília não apresentaram variação significativa (Tab. 18).

**Tabela 7.** Resultados da ANOVA multifatorial para teor de umidade do sedimento da primeira linha de detrito. SQ = Soma de Quadrados, GL = Grau de Liberdade, MQ = Média de Quadrados.

Efeito	SQ	GL	MQ	F	P
<b>Praia</b>	<b>263,006</b>	<b>1</b>	<b>263,006</b>	<b>473,59</b>	<b>0,000000</b>
<b>Estação</b>	<b>1096,363</b>	<b>1</b>	<b>1096,363</b>	<b>1974,18</b>	<b>0,000000</b>
<b>Maré</b>	<b>12,382</b>	<b>1</b>	<b>12,382</b>	<b>22,30</b>	<b>0,000021</b>
<b>Estrato</b>	<b>136,124</b>	<b>2</b>	<b>68,062</b>	<b>122,56</b>	<b>0,000000</b>
<b>Praia*Estação</b>	<b>11,812</b>	<b>1</b>	<b>11,812</b>	<b>21,27</b>	<b>0,000030</b>
Praia*Maré	2,189	1	2,189	3,94	0,052818
<b>Estação*Maré</b>	<b>38,360</b>	<b>1</b>	<b>38,360</b>	<b>69,07</b>	<b>0,000000</b>
Praia*Estrato	3,120	2	1,560	2,81	0,070178
<b>Estação*Estrato</b>	<b>7,084</b>	<b>2</b>	<b>3,542</b>	<b>6,38</b>	<b>0,003498</b>
<b>Maré*Estrato</b>	<b>9,996</b>	<b>2</b>	<b>4,998</b>	<b>9,00</b>	<b>0,000479</b>
Praia*Estação*Maré	0,832	1	0,832	1,50	0,226862
<b>Praia*Estação*Estrato</b>	<b>69,482</b>	<b>2</b>	<b>34,741</b>	<b>62,56</b>	<b>0,000000</b>
Praia*Maré*Estrato	0,707	2	0,353	0,64	0,533557
Estação*Maré*Estrato	0,353	2	0,177	0,32	0,729150
Praia*Estação*Maré*Estrato	3,520	2	1,760	3,17	0,050951
Erro	26,657	48	0,555		



**Figura 18.** Média e desvio-padrão do teor de umidade do sedimento na primeira linha de detrito em maré de quadratura.



**Figura 19.** Média e desvio-padrão do teor de umidade do sedimento na primeira linha de detrito em maré de sizigia.

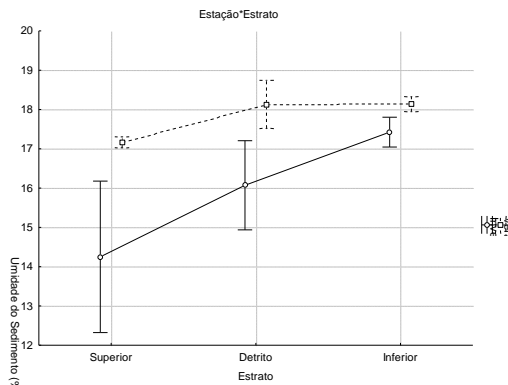
A segunda linha de detrito da praia de Brasília apresentou variações significativas entre estações do ano e estratos (Tab. 8, Fig. 20), sendo a menor média de 14,25% no estrato superior de inverno e a maior média de 18,13% no estrato inferior do verão. Quando avaliada de acordo com a estação do ano verão, a mesma linha apresenta diferenças significativas entre praias e estratos (Tab. 9, Fig. 21), com menor média no estrato superior da praia de CoroaZinha (13,50%) e a maior no estrato inferior de Brasília (18,13%).

**Tabela 8.** Resultados da ANOVA bifatorial para o teor de umidade do sedimento das segundas linhas de detrito da praia de Brasília.

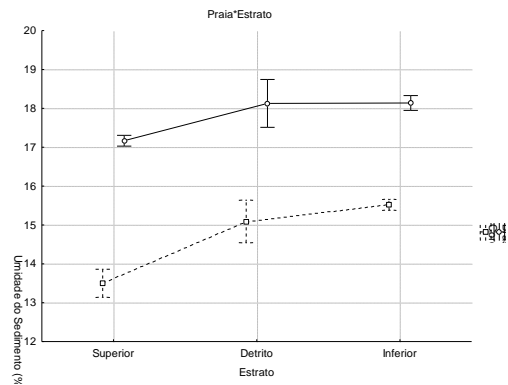
Efeito	SQ	GL	MQ	F	P
<b>Estação</b>	<b>16,161</b>	<b>1</b>	<b>16,161</b>	<b>17,368</b>	<b>0,001305</b>
<b>Estrato</b>	<b>13,389</b>	<b>2</b>	<b>6,694</b>	<b>7,194</b>	<b>0,008843</b>
Estação*Estrato	3,701	2	1,850	1,989	0,179510
Erro	11,166	12	0,930		

**Tabela 9.** Resultados da ANOVA bifatorial para o teor de umidade do sedimento das segundas linhas de detrito do Verão.

Efeito	SQ	GL	MQ	F	P
<b>Praia</b>	<b>43,528</b>	<b>1</b>	<b>43,528</b>	<b>295,89</b>	<b>0,000000</b>
<b>Estrato</b>	<b>7,815</b>	<b>2</b>	<b>3,908</b>	<b>26,56</b>	<b>0,000039</b>
Praia*Estrato	0,833	2	0,417	2,83	0,098248
Erro	1,765	12	0,147		



**Figura 20.** Média e desvio-padrão para o teor de umidade do sedimento das segundas linhas de detrito da praia de Brasília.



**Figura 21.** Média e desvio-padrão para o teor de umidade do sedimento das segundas linhas de detrito do Verão.

## A FAUNA

A fauna amostrada neste trabalho esteve composta por quatro espécies de Amphipoda: *Talorchestia tucurauna*, *Platorchestia monodi*, *Atlantorchestoidea brasiliensis* e *Bathyporeiapus ruffoi* – das quais, as três primeiras pertencem à família Talitridae – pelo Mysidacea *Metamysidopsis neritica*, duas espécies de Isopoda: *Excirrolana armata* e *Tholozodium rhombofrontalis*, além dos três Coleoptera Staphylinidae: *Bledius bonariensis*, *B. fernandezi* e *B. sp.1*.

*T. tucurauna*, *P. monodi* e *T. rhombofrontalis* foram as espécies com maior densidade, enquanto *B. fernandezi*, *B. bonariensis* e *A. brasiliensis* foram as espécies de menor densidade. Na coleta de inverno, a praia de Brasília apresentou o maior número de espécies e riqueza, e a praia de Corozinha, de forma oposta, apresentou o menor número de espécies e riqueza (Tab. 10).

Na praia de Brasília, *T. tucurauna* e *P. monodi* apresentaram densidades semelhantes na coleta de inverno, com queda considerável na coleta de verão. De forma semelhante, a densidade de *B. ruffoi*, *M. neritica* caiu, e as três espécies de *Bledius* não apareceram na amostragem. *E. armata* apresentou densidade semelhante nas coletas de inverno e de verão. *T. rhombofrontalis* e *A. brasiliensis* um aumento da densidade na coleta de verão.

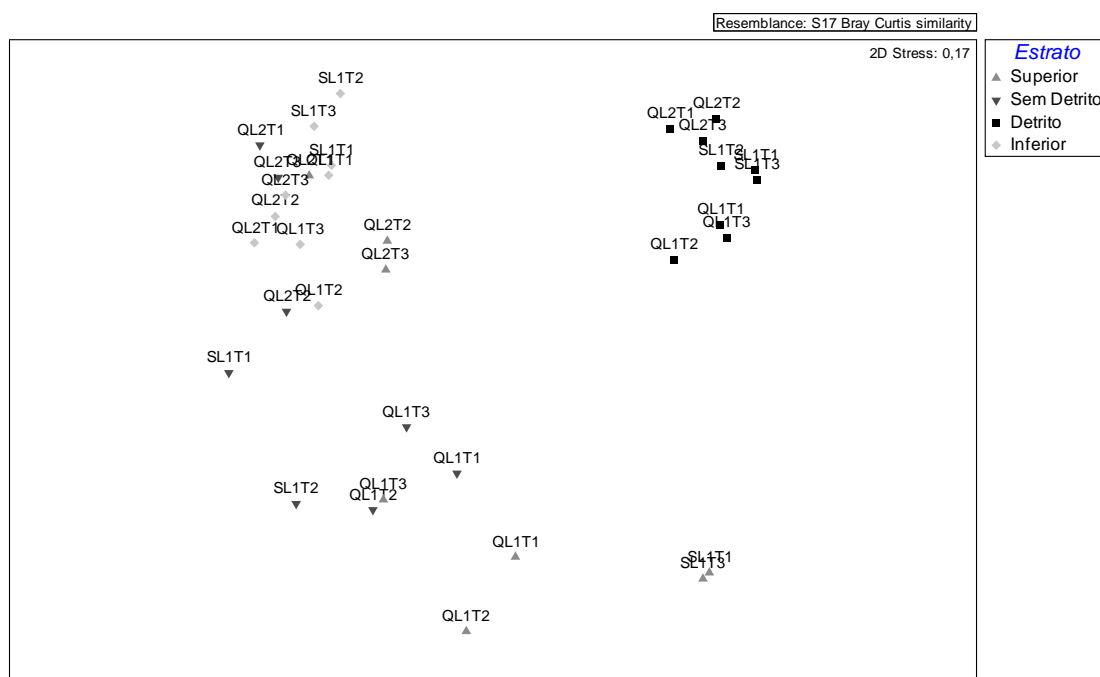
Na praia de Corozinha, *T. tucurauna* apresentou densidades semelhantes nas coletas de inverno e de verão, *P. monodi* apresentou densidade inferior a de *T. tucurauna* em ambas as coletas, com queda na de verão. *A. brasiliensis*, *M. neritica* e *T. rhombofrontalis* não apareceram nas amostras da coleta de inverno e tiveram baixa densidade na de verão. *Bledius sp. 1* apareceu somente na coleta de inverno

e as outras duas espécies de *Bledius* não apareceram na amostragem da praia Coroazinha.

**Tabela 10.** Densidade, número de espécies e riqueza da fauna nas praias de Brasília e Coroazinha.

	<b>Brasília Inverno</b>	<b>Brasília Verão</b>	<b>Total Brasília</b>	<b>Coroazinha Inverno</b>	<b>Coroazinha Verão</b>	<b>Total Coroazinha</b>	<b>Total Geral</b>
<b>Amphipoda</b>	<b>436.472</b>	<b>96.029</b>	<b>532.502</b>	<b>20.950</b>	<b>19.894</b>	<b>40.844</b>	<b>573.346</b>
<i>T. tucurauna</i>	218.688	26.451	245.139	16.127	18.915	35.041	280.180
<i>P. monodi</i>	215.599	68.976	284.575	4.446	678	5.124	289.699
<i>A. brasiliensis</i>	75	528	603	0	151	151	754
<i>B. ruffoi</i>	2.110	75	2.185	377	151	528	2.713
<b>Mysidacea</b>	<b>4.823</b>	<b>1.658</b>	<b>6.481</b>	<b>0</b>	<b>754</b>	<b>754</b>	<b>7.234</b>
<i>M. nerítica</i>	4.823	1.658	6.481	0	754	754	7.234
<b>Isopoda</b>	<b>36.247</b>	<b>234.062</b>	<b>270.309</b>	<b>151</b>	<b>46.571</b>	<b>46.722</b>	<b>317.031</b>
<i>E. armata</i>	25.170	25.471	50.641	151	44.913	45.064	95.705
<i>T. rhombofrontalis</i>	11.078	208.591	219.668	0	1.658	1.658	221.326
<b>Coleoptera</b>	<b>2.487</b>	<b>0</b>	<b>2.487</b>	<b>226</b>	<b>0</b>	<b>226</b>	<b>2.713</b>
<i>B. bonariensis</i>	151	0	151	0	0	0	151
<i>B. fernandesi</i>	528	0	528	0	0	0	528
<i>B. sp.1</i>	1.809	0	1.809	226	0	226	2.035
<b>Número de Espécies</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
<b>Riqueza</b>	<b>0,69</b>	<b>0,47</b>	<b>0,66</b>	<b>0,40</b>	<b>0,54</b>	<b>0,61</b>	<b>0,66</b>

O n-MDS da praia de Brasília na coleta de inverno (Tab. 19) indicou que o detrito distinguiu-se faunisticamente do restante das amostras, devido ao predomínio das espécies de Talitridae *T. tucurauna* e *P. monodi*, as quais apresentaram as maiores densidades. O estrato inferior apresentou *E. armata* como espécie característica, mas se assemelha aos demais estratos devido à *T. rhombofrontalis* (Fig. 22). A ANOSIM confirma que o estrato contendo detrito, de ambas as marés e linhas, se diferencia dos demais estratos bem como o estrato superior se diferencia do inferior (Tab. 11).

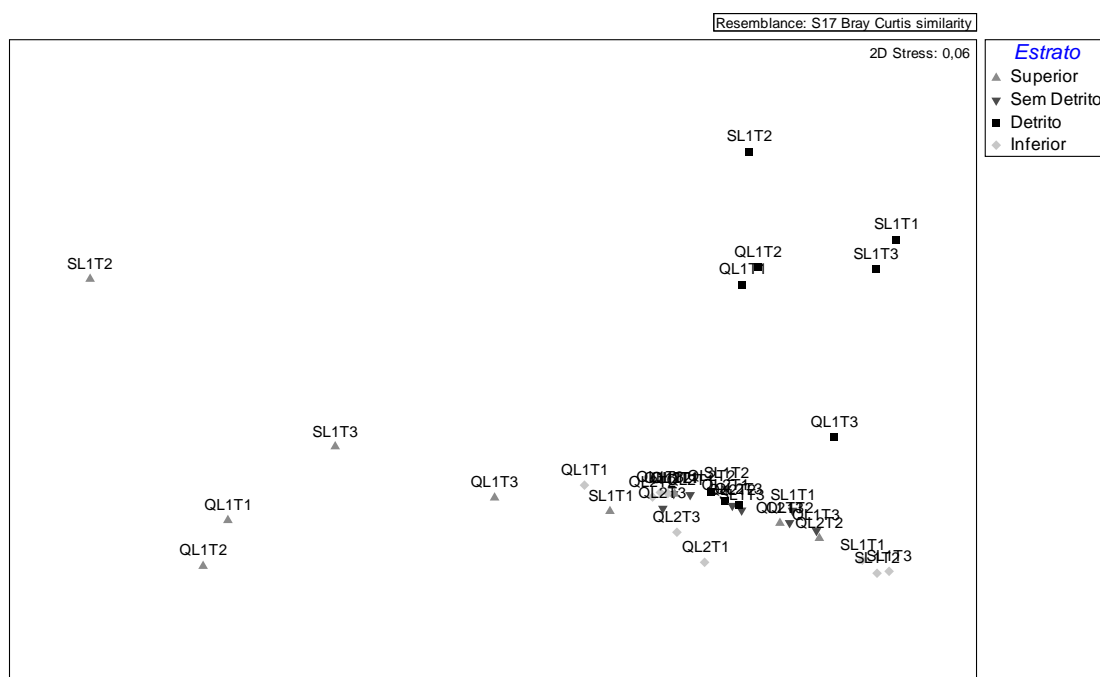


**Figura 22.** Resultado do n-MDS para a praia de Brasília no inverno. S = Sizígia, Q = Quadratura, L = Linha e T = Bloco.

**Tabela 11.** Resultado da ANOSIM da praia de Brasília no inverno.

Grupos	R	Nível de Significância (%)	Permutações realizadas	Obs. ≥
Superior, Sem Detrito	-0,033	52,4	1386	726
<b>Superior, Detrito</b>	<b>0,728</b>	<b>0,02</b>	<b>4620</b>	<b>1</b>
<b>Superior, Inferior</b>	<b>0,334</b>	<b>0,6</b>	<b>4620</b>	<b>27</b>
<b>Sem Detrito, Detrito</b>	<b>0,812</b>	<b>0,02</b>	<b>4620</b>	<b>1</b>
Sem Detrito, Inferior	0,207	6,8	4620	316
<b>Detrito, Inferior</b>	<b>1</b>	<b>0,02</b>	<b>4620</b>	<b>1</b>
Entre Grupos	0,54	0,02		0
Entre Marés	0,25	1,5		76

Já na coleta de verão da mesma praia (Tab. 20), o n-MDS mostrou que as duas espécies de Talitridae, *T. tucurauna* e *P. monodi*, diferenciaram apenas os estratos das primeiras linhas de detrito de ambas as marés. A grande semelhança entre todos os outros estratos se deve as altas densidades dos Isopoda, *E. armata* e *T. rhombofrontalis*, inclusive nos estratos da segunda linha de detrito da maré de quadratura, a qual praticamente não apresentou os Talitridae. O estrato superior se diferenciou um pouco pelas baixas densidades de quaisquer espécies (Fig. 23). A ANOSIM mais uma vez mostrou o detrito como diferenciado do restante dos estratos, isso provavelmente devido às densidades dos Talitridae, bem como o inferior devido às densidades dos Isopoda (Tab. 12).

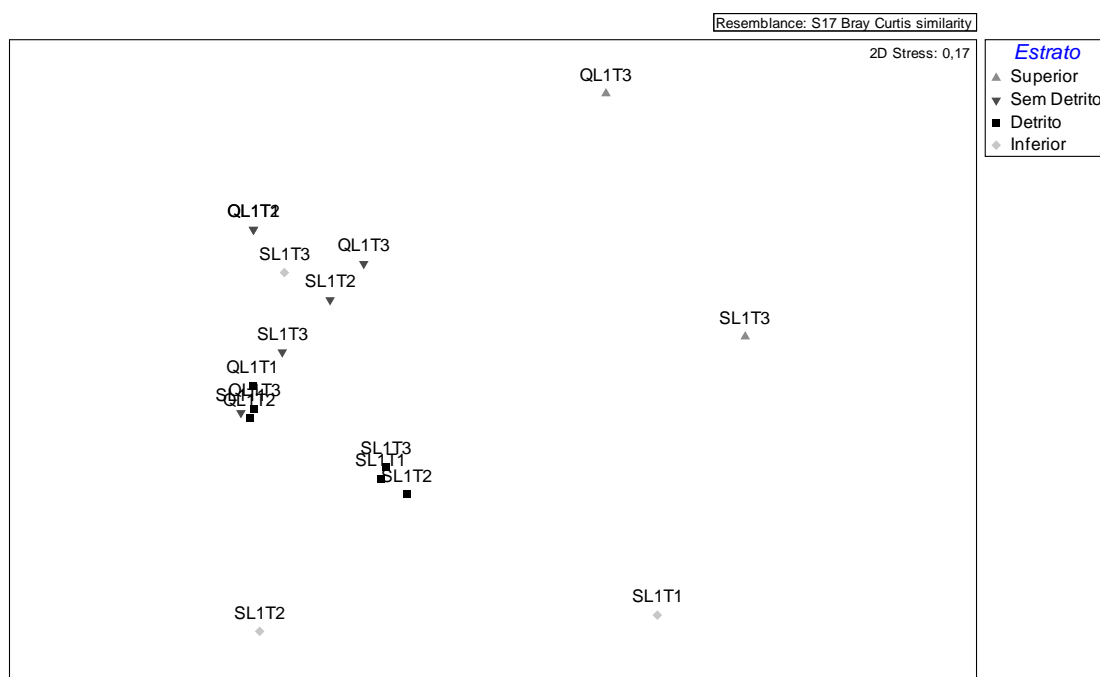


**Figura 23.** Resultado do n-MDS para a praia de Brasília no verão. S = Sizígia, Q = Quadratura, L = Linha e T = Bloco.

**Tabela 12.** Resultado da ANOSIM da praia de Brasília no verão.

Grupos	R	Nível de Significância (%)	Permutações realizadas	Obs. $\geq$
Superior, Sem Detrito	0,147	8,3	4620	382
<b>Superior, Detrito</b>	<b>0,26</b>	<b>1,1</b>	<b>4620</b>	<b>49</b>
<b>Superior, Inferior</b>	<b>0,269</b>	<b>0,6</b>	<b>4620</b>	<b>29</b>
<b>Sem Detrito, Detrito</b>	<b>0,228</b>	<b>3,8</b>	<b>4620</b>	<b>175</b>
<b>Sem Detrito, Inferior</b>	<b>0,273</b>	<b>1</b>	<b>4620</b>	<b>47</b>
<b>Detrito, Inferior</b>	<b>0,461</b>	<b>0,02</b>	<b>4620</b>	<b>1</b>
Entre Grupos	0,247	0,04		1
Entre Marés	0,367	0,3		13

A praia de Corozinha na coleta de inverno (Tab. 21) na qual não houve segunda linha de detrito durante a maré de quadratura, o n-MDS apresentou as amostras com detrito da linha de sizígia diferenciadas das demais, mais uma vez pela presença dos Amphipoda Talitridae em alta densidade. O detrito da linha de quadratura também é agrupado devido aos Talitridae, porém sua densidade é bem inferior à de sizígia (Fig. 24). A ANOSIM diferencia apenas o estrato com detrito do sem.

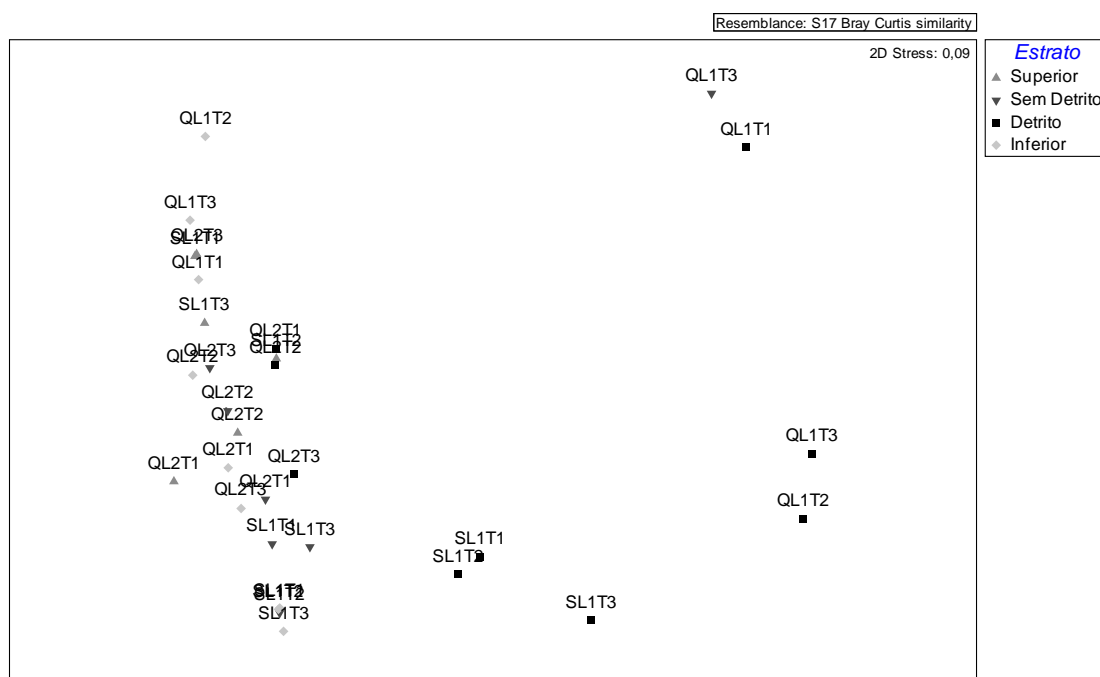


**Figura 24.** Resultado do n-MDS para a praia de Coroazinha no inverno. S = Sizígia, Q = Quadratura, L = Linha e T = Bloco.

**Tabela 13.** Resultado da ANOSIM da praia de Coroazinha no inverno.

Grupos	R	Nível de Significância (%)	Permutações realizadas	Obs. $\geq$
<b>Sem Detrito, Detrito</b>	<b>0,889</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	<b>1</b>
Sem Detrito, Inferior	-0,074	60	10	6
Sem Detrito, Superior	1	6,3	16	1
Detrito, Inferior	0,111	30	10	3
Detrito, Superior	1	6,3	16	1
Inferior, Superior	0	100	4	4
Entre Grupos	0,582	0,04		1
Entre Marés	0,648	2		2

Já no verão (Tab. 22), as amostras do detrito da maré de sizígia e da primeira linha da maré de quadratura se diferenciam do restante das amostras devido principalmente à *T. tucurauna*, pois *P. monodi* apresentou baixa frequência e densidade. O detrito da segunda linha e o restante das amostras apresentou grande densidade de *E. armata* e por este motivo se agrupam de forma próxima. *T. rhombofrontalis* exerce influência sobre os pontos da segunda linha de detrito (Fig. 25). A ANOSIM diferenciou o detrito dos pontos superior e inferior da linha, isto devido à densidade de *T. tucurauna* (Tab. 14). Já a igualdade dos pontos sem e com detrito se deve a presença abundante e freqüente de *E. armata* em ambos os extratos.

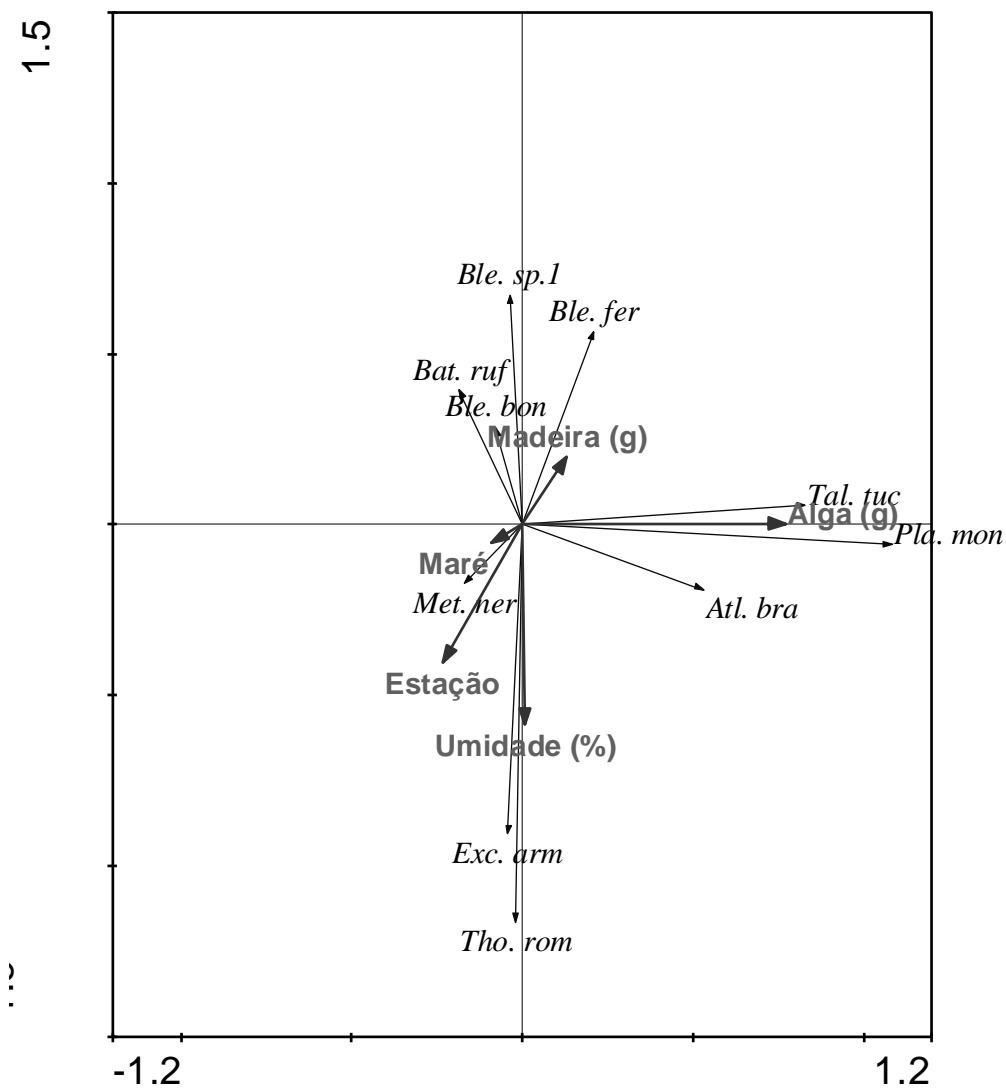


**Figura 25.** Resultado do n-MDS para a praia de Corozinha no verão. S = Sizígia, Q = Quadratura, L = Linha e T = Bloco.

**Tabela 14.** Resultado da ANOSIM da praia de Corozinha no verão.

Grupos	R	Nível de Significância (%)	Permutações realizadas	Obs. ≥
Superior, Sem Detrito	0,313	8	350	28
<b>Superior, Detrito</b>	<b>0,403</b>	<b>2,3</b>	<b>840</b>	<b>19</b>
Superior, Inferior	0,152	16,7	840	140
Sem Detrito, Detrito	0,178	13	2100	273
Sem Detrito, Inferior	0,081	25,3	2100	531
<b>Detrito, Inferior</b>	<b>0,392</b>	<b>0,06</b>	<b>4620</b>	<b>3</b>
Entre Grupos	0,239	0,5		23
Entre Marés	0,226	3,9		196

O resultado da RDA mostrou uma forte associação entre as três espécies de Amphipoda Talitridae: *T. tucurauna*, *P. monodi* e *A. brasiliensis*, associação que por sua vez esteve influenciada pela quantidade de algas na linha de detrito. O teor de umidade do sedimento influenciou de forma direta a associação entre os Isopoda *E. armata* e *T. rhombofrontalis* e de forma inversa as três espécies de Coleoptera Staphylinidae do gênero *Bledius* e o Amphipoda *B. ruffoi*. O Mysidacea *M. neritica* parece mais dependente do teor de umidade do sedimento e da estação do ano. As variáveis: maré e fragmento de vegetal superior (Madeira), não apresentaram grande influência na distribuição das espécies (Fig. 26 e Tab. 15).



**Figura 26.** Análise de Redundância para os fatores bióticos e abióticos.

**Tabela 15.** Resultados da RDA para os dados bióticos e abióticos.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4
Umidade (%)	0,0078	-0,589	0,035	-0,0261
Alga (g)	0,7709	0,0028	-0,1013	-0,0099
Madeira (g)	0,1296	0,1998	0,2346	0,0856
Estação	-0,2328	-0,4069	-0,0776	0,0493
Maré	-0,0908	-0,0554	0,0765	-0,2338
R	0,8292	0,7622	0,4575	0,3104
Autovalores	0,435	0,127	0,014	0,004
Correlação Espécies-Ambiente	0,829	0,762	0,458	0,31
Porcentagem cumulativa da variância				
das Espécies	43,5	56,2	57,6	58,1
da relação Espécies-Ambiente	74,8	96,6	99	99,8
Soma de todos os autovalores canônicos	0,582			

## DISCUSSÃO

Em estuários e baías protegidas, a diminuição da influência das vagas oceânicas, assim como a ação de ondas geradas por ventos locais, de período curto, determina a presença de praias com características morfológicas distintas das praias oceânicas. Por outro lado, a amplitude de maré ganha importância relativa à altura das ondas, o que condiciona a largura e morfologia da praia devido à distribuição vertical da energia das ondas, geralmente formando um perfil composto de uma praia superior íngreme e uma planície inferior de declive suave (Masselink & Short 1993; Borzone *et al.* 1996; Barros *et al.* 2001). Além disso, a orientação da linha de costa, o maior aporte de matéria orgânica, a configuração dos fundos adjacentes, o vento e condicionamentos antrópicos assumem maior relevância do que em zonas costeiras abertas (Nordstrom 1980; Jackson & Nordstrom 1992).

As praias estuarinas estudadas apresentaram a configuração topográfica descrita acima, com uma praia superior íngreme, local de deposição de detrito, e uma planície inferior. Esta parte superior teve configurações distintas entre as praias.

Como a fauna responde mais diretamente à disponibilidade de alimento que as características morfológicas (Marsden 1991b; Dugan *et al.* 2003), no atual estudo, devido a um erro amostral, as caracterizações físicas das praias tais como a posição do lençol freático e a granulometria foram realizadas, a primeira apenas na coleta de inverno e a segunda no verão e inverno de 2006 e não no verão de 2007 onde foi coletado o material biológico, logo estes dados não foram utilizados para relações com as espécies e são meramente descritivos.

Diferenças foram observadas no teor de umidade do sedimento, o verão apresentou maiores percentuais de umidade do sedimento, provavelmente devido à maior precipitação característica da estação. A diferença no percentual de umidade do sedimento entre as linhas se deu, obviamente, devido à variação da proximidade entre as linhas de detrito e a zona de ressurgência.

Na realidade a primeira linha da maré de quadratura nada mais é que uma linha de maré do ciclo anterior envelhecida, na qual o processo de colonização, decomposição e consumo está adiantado algumas horas em relação à segunda

linha da mesma maré, que consiste de uma deposição mais recente, desta forma a primeira linha da maré de quadratura sempre apresentou um tempo maior deposição sobre o sedimento, e ao longo do ciclo lunar parte do detrito da maré quadratura acaba sendo somado ao de sizígia e acumulado nesta única linha. O aporte de detrito foi maior na maré de quadratura se somados os valores das duas linhas, porém individualmente a quantidade de detrito foi maior na linha de sizígia. De forma geral a linha de detrito da maré de sizígia apresentou mais macroalgas que as primeiras e segundas linhas das marés de quadratura, enquanto que o material vegetal superior variou muito entre as linhas. Sugere-se pelos resultados obtidos que a forma de transporte e deposição do material que forma o detrito depende da composição do mesmo. Restos de vegetais superiores geralmente bóiam mais do que algas, devido à presença de óleos em sua composição química (Raven *et al.* 1996), e isso pode fazer a diferença para que este seja depositado em maior quantidade nas marés de sizígias. Tal diferença na composição química, das diversas espécies que compõe o detrito ao longo de praias do mundo, provavelmente tem grande importância nas proporções de acúmulo destas espécies.

Assim como observado no presente estudo, Marsden (1991a) encontrou maiores acúmulos de detrito no inverno, chegando a 7,5 kg/m em uma praia exposta da Nova Zelândia, este material era composto principalmente por madeira, algas e grama. Ele encontrou associado a este material o Talitridae *T. quoyana* com uma densidade média de 121.750 ind/m<sup>2</sup>, valor inferior ao encontrado na praia de Brasília no inverno para *T. tucurauna* e *P. monodi*. Infelizmente maiores comparações numéricas de resultados obtidos aqui com aqueles encontrados na bibliografia não foram possíveis devido à diferente forma de se expressar os mesmos. Dugan (2003), por exemplo, utilizam-se da medida de área de cobertura de detrito e abundância linear das espécies, enquanto aqui se utiliza da massa de detrito depositado em g/m<sup>2</sup> e da densidade das espécies.

Nas praias estudadas foi coletado um máximo de 10 espécies na região onde são depositados os detritos pela ação da maré, número este justificado pela zona da praia estudada, a região mais seca, supralitoral, comumente apresenta em menor número de espécies se comparada às zonas mais próximas à linha d'água (Souza & Gianuca 1995). Duas espécies de Amphipoda Talitridae, *P. monodi* e *T. tucurauna*

estiveram diretamente associadas ao detrito, particularmente ao depositado nas primeiras linhas, tanto nas marés de quadratura como de sizígia.

Confirmando o observado por Rosa *et al.* (2007), das quatro espécies de Talitridae descritas para o litoral brasileiro (Serejo 2004), três estiveram presentes no estado do Paraná. Incluindo *A. brasiliensis*, que não foi encontrada no estado por Serejo (2004).

No detrito das praias de Brasília e Coroazinha uma fauna composta pelos Talitridae *T. tucurauna* e *P. monodi* pode ser facilmente observada, o que era previsto dado o fato que estes animais são os colonizadores primários dos novos depósitos de detrito, são os mais importantes consumidores do mesmo (Colombini *et al.* 2000) e têm uma clara preferência pelo material ainda fresco (Marques *et al.* 2003). A composição do material depositado teve uma forte influência sobre as abundâncias destas espécies e uma clara preferência pelo material algal em relação aos fragmentos de vegetal superior foi observada. Esta preferência pode ser explicada pelo fato de que o aproveitamento do alimento é direto, no caso das algas, podendo ser facilmente assimilado (Adin & Riera 2003) e a alga *Acanthophora spicifera* tem alto valor nutritivo (Fong *et al.* 2001; Pádua *et al.* 2004). Além do fato de que, a completa digestão de celulose por Talitridae é rara (Johnston *et al.* 2005). Não há informação disponível para as espécies identificadas nesse trabalho, mas é provável que a celulose consista numa limitação fisiológica para o consumo dos fragmentos de vegetal superior. Além disso, os fragmentos nas praias estudadas provém de mangues e marismas, e é sabido que estas espécies apresentam fibras e cinzas que refratam a herbivoria (Lacerda *et al.* 1986).

Tais preferências alimentares estão, inclusive, associadas às diferenças sutis no aparelho bucal de várias espécies de Talitridae (Johnston *et al.* 2004). Essa preferência pela alga justifica a maior densidade de ambas as espécies na praia de Brasília onde a quantidade de alga na faixa de detrito foi bem maior.

A variação temporal de longo prazo, situação verão-inverno, influencia nas densidades dos Talitridae e na quantidade de detrito acumulado, o que era previsto dado que a temperatura é um dos principais fatores que regula a reprodução destes (Persson 2001) e de outros organismos (Martínez & Defeo 2006). A alta temperatura do verão é auto correlacionada com a intensidade luminosa (Raven *et al.* 1996), interferindo, neste caso, negativamente nos produtores primários, a fonte do detrito.

A alga *Acanthophora spicifera* está presente no saco do Limoeiro o ano todo, mas quedas na sua produção primária já foram observadas no período de verão (Couto 1996).

Não se devem caracterizar as estações de inverno e verão pelos resultados alcançados neste estudo, pois eles são pontuais e inadequados para representar períodos de aproximadamente três meses.

A variação temporal de curto prazo definida pelo ciclo de maré sizígia-quadratura refletiu a variação do acúmulo de material sobre a densidade de *T. tucurauna* e *P. monodi*. A maior quantidade de material algal presente durante a maré de sizígia apresentou também as maiores densidades dos Talitridae. De forma geral, a segunda linha de detrito da maré de quadratura apresentou um número de indivíduos inferior ao da primeira, provavelmente por causa da pequena variação da maré. A região da segunda linha se encontra sobre maior influência das águas e o detrito permanece estável na areia por um período muito curto de tempo sendo durante o ciclo diário jogado para cima e acumulado na primeira linha. Um exemplo dessa instabilidade foi o inverno na praia de Coroazinha na qual a segunda linha nem sequer chegou a se formar.

O comportamento desses animais durante tempestades quando a variação da maré pode depositar o detrito além do limite da restinga, ou quando o mesmo não se deposita na areia da praia, é desconhecido. Algumas alternativas seriam enterrar-se na areia, deslocar-se em direção à restinga ou à linha d'água. Para definir qual das alternativas estas espécies poderiam utilizar é necessário maior conhecimento de sua tolerância fisiológica e de seu comportamento, pois as espécies da família adotam todas as alternativas mencionadas acima (Cowling *et al.* 2003; Herkül *et al.* 2006; McLachlan & Brown 2006).

A umidade do sedimento não pareceu influenciar os Talitridae associados ao detrito, observação já feita anteriormente para várias praias da Baía de Paranaguá, nas quais *P. monodi* apresentou ampla distribuição e *T. tucurauna* se encontrou limitada a entrada da baía devido à sua limitação fisiológica relacionada à salinidade (Rosa *et al.* 2007). No mesmo trabalho evidenciou-se também que as características granulométricas do sedimento não causaram influências sobre essa fauna, provavelmente porque, de acordo com a observação de campo, as duas espécies

em questão não apresentaram o hábito escavador característico de alguns Talitridae de praias arenosas (McLachlan & Brown 2006).

Dependendo do que está sendo analisado, a baixa influência de outros fatores físicos como a morfodinâmica ou fatores associados sobre a macrofauna não é novidade e foi observada em algumas praias expostas onde o aporte de detrito é substancial (Dugan *et al.* 2003). Tais fatores aparecem não influenciar *T. tucurauna* e *P. monodi* que, provavelmente, usam o detrito também como abrigo (Bousfield 1984). Isto associado à resistência fisiológica a dessecação, explica o fato de apesar do efeito negativo da temperatura sobre a densidade, esta ainda foi alta. Além disso, a preferência de *P. monodi* por praias protegidas já é conhecida em outros locais do mundo (Morino & Ortal 1995) e esta preferência deve influenciar sua distribuição e densidade.

Quanto ao Talitridae de baixa densidade e baixa frequência, *A. brasiliensis*, é sabido que esta espécie tem suas maiores densidades e ocorrências em praias reflectivas (Defeo & Gómez 2005). A ausência de ambientes em estágios reflectivos e o grande aporte de material refratário devido à influência estuarina (Borzzone *et al.* 1996; Barros *et al.* 2001), podem ser os fatores inibindo o estabelecimento de populações estáveis de *A. brasiliensis* nas praias estudadas, onde mostrou uma ocorrência esporádica (Souza & Gianuca 1995).

Os Isopoda *E. armata* e *T. rhombofrontalis* constituíram algumas das espécies mais abundantes deste estudo e sua relação foi muito forte com o teor de umidade do sedimento e um pouco mais fraca com a estação do ano, não sendo caracterizados como espécies associadas a faixa de detritos. *E. armata* é escavadora especialista, o que pode interferir em sua zonação na praia (Yannicelli *et al.* 2002). De hábito carniceiro, é comumente restrita às praias dissipativas (Yannicelli *et al.* 2001) e como um outro Cirolanidae congênere, *E. brasiliensis*, deve ocupar zonas mais intermediárias da praia (Veloso *et al.* 2003). Esta espécie não se mostrou muito influenciada pela estação do ano já que sua densidade se manteve praticamente igual no verão e no inverno. Quanto a *T. rhombofrontalis*, pouco se conhece da biologia desta espécie de Isopoda, mas ele parece seguir o mesmo tipo de distribuição de *E. armata* numa região intermediária da praia sob forte influência da umidade do sedimento. Esta espécie também se mostrou influenciada pela estação do ano, sendo suas maiores densidades durante o verão. Tanto *E. armata*

quanto *T. rhombofrontalis* são características de zonas de retenção em outras praias do Paraná (Souza & Gianuca 1995). Não se podem descartar algumas pequenas diferenças de distribuição destas duas espécies devido à competição interespecífica (Yannicelli *et al.* 2001; Veloso *et al.* 2003) e outras que possam existir por influência de características do sedimento não abordadas neste trabalho.

As três espécies do gênero *Bledius* apresentaram padrões semelhantes de distribuição, sendo inversamente afetados pela umidade do sedimento, pois se encontraram predominantemente acima dos limites da faixa de detrito. Esses animais já foram relatados na região seca da areia de praias arenosas do Paraná anteriormente (Souza & Gianuca 1995) e algumas outras espécies do mesmo gênero são conhecidas por sua importância no enriquecimento do substrato com matéria orgânica (Garcia & Niell 1991). O resultado do presente trabalho mostrou que eles não estavam diretamente associados à linha de detritos. Isto pode ser devido ao seu tipo de alimentação, já que espécies do mesmo gênero se alimentam de microalgas que crescem no interstício pouco úmido dos grãos de areia (Herman 1986).

Algumas das espécies identificadas neste trabalho não são típicas da região de supralitoral de praias arenosas, como é o caso de *M. neritica*, característica de uma zona de saturação (Barros *et al.* 2001) e de *B. ruffoi* característico de áreas de ressurgência (Souza & Gianuca 1995). A presença destes organismos, ainda que em baixa densidade, se deu provavelmente pelo transporte passivo com a maré ou com o detrito antes de sua eventual deposição.

É possível concluir que há uma fauna tipicamente associada à faixa de detrito em período diurno de maré baixa, tanto de marés de sizígia como de quadratura, no verão e no inverno, composta pelos Amphipoda Talitridae *Talorchestia tucurauna* e *Platorchestia monodi*, e que o material algal é um dos motivos pelo qual estas espécies buscam esta faixa. Estas espécies fazem deste detrito uma das suas fontes de alimento, de proteção contra a dessecação e predação por aves (Rosa *et al.* 2007). Em especial a praia de Brasília é um excelente local para estudos futuros focados na dinâmica populacional e produção secundária destas espécies associadas às faixas de detrito. Aconselhando-se um estudo mensal de no mínimo um ano (Brazeiro & Defeo 1996).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adin, R. & P. Riera (2003). "Preferential food source utilization among stranded macroalgae by *Talitrus saltator* (Amphipod, Talitridae): a stable isotope study in the northern coast of Brittany (France)." Estuarine Coastal and Shelf Science **56**: 91-98.
- Angulo, R. J. (1993). "Variações na Configuração da Linha de Costa no Paraná nas Últimas Quatro Décadas." Boletim Paranaense de Geociências **41**: 52-72.
- Barros, F., C. A. Borzone & S. Rosso (2001). "Macroinfauna of six beaches near Guaratuba Bay, Southern Brazil." Brazilian Archives of Biology and Technology **44**(4): 351-364.
- Borzone, C. A., S. G. Melo, K. V. Rezende, R. Vale & R. Krul (2003). "Macrobenthic intertidal communities from wave to tide dominated beach environments. A case study in two Brazilian beaches." Journal of Coastal Research **35**(SI): 472-480.
- Borzone, C. A. & J. R. B. Souza (1997). "Estrutura da macrofauna bentônica no supra, meso e infralitoral de uma praia arenosa do sul do Brasil. *In*: Ecologia de Praias Arenosas do Litoral Brasileiro." Oecologia Brasiliensis **3**: 197-212.
- Borzone, C. A., J. R. B. Souza & A. G. Soares (1996). "Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofauna communities of subtropical sandy beaches." Revista Chilena de Historia Natural **69**: 565-577.
- Bousfield, E. L. (1984). "Recent advances in the systematics and biogeography of landhoppers (Amphipoda: Talitridae) of the Indo-Pacific region." Bishop Museum Special Publication **72**: 171-210.
- Brazeiro, A. & O. Defeo (1996). "Macroinfauna Zonation in Microtidal Sandy Beaches: is it Possible to Identify Patterns in Such Variable Environments?" Estuarine Coastal and Shelf Science **42**: 523-536.
- Cardoso, R. S. (2002). "Behavioural strategies and surface activity of the sandhopper *Pseudorchestoidea brasiliensis* (Amphipoda: Talitridae) on a Brazilian beach." Marine Biology (Berlin) **141**: 167-173.
- Charmantier, G. & M. Charmantier-Daures (2001). "Ontogeny of osmoregulation in crustaceans: The embryonic phase." American Zoologist **41**: 1078-1089.

- Colijn, F. & V. N. d. Jonge (1984). "Primary production of microphytobenthos in the Ems-Dollard Estuary." Marine Ecology Progress Series **14**: 185-196.
- Colombini, I., A. Aloia, M. Fallaci, G. Pezzoli & L. Chelazzi (2000). "Temporal and spatial use of stranded wrack by the macrofauna of a tropical sandy beach." Marine Biology (Berlin) **136**: 531-541.
- Colombini, I. & L. Chelazzi (2003). "Influence of Marine Allochthonous input on sandy beach communities." Oceanography and Marine Biology: an Annual Review **41**: 115-159.
- Couto, E. d. C. G. (1996). Estrutura espaço-temporal da comunidade macrobêntica da planície intertidal do saco do Limoeiro - Ilha do Mel (Paraná, Brasil). Zoologia. Curitiba, UFPR. **Doutorado**: 120.
- Cowling, J. E., J. I. Spicer, J. M. Weeks & K. J. Gaston (2003). "Environmental tolerances of an invasive terrestrial amphipod, *Arcitalitrus dorrieni* (Hunt) in Britain." Comparative Biochemistry and Physiology A Comparative Physiology **136**: 735-747.
- Dahlhoff, E. & B. A. Menge (1996). "Influence of phytoplankton concentration and wave expose on the ecophysiology of *Mytilus californianus*." Ecology (New York) **144**: 97-107.
- Dean, W. E. (1974). "Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition; comparison with other methods." Journal of Sedimentary Research **44**(1): 242-248.
- Defeo, O. & J. Gómez (2005). "Morphodynamics and habitat safety in a sandy beaches: life-history adaptations in a supralittoral amphipod." Marine Ecology Progress Series **293**: 143-153.
- Dugan, J. E. (1999). "Utilization of sandy beaches by shorebirds: relationships to population characteristics of macrofauna prey species and beach morphodynamics."
- Dugan, J. E., D. M. Hubbard, M. D. McCrary & M. O. Pierson (2003). "The response of macrofauna communities and shorebirds to macrophyte wrack subsidies on exposed sandy beaches of southern California." Estuarine Coastal and Shelf Science **58S**: 25-40.
- Fallaci, M., A. Aloia, M. Audoglio, I. Colombini, F. Scapini & L. Chelazzi (1999). "Differences in Behavioural Strategies between Two Sympatric Talitrids

- (Amphipoda) Inhabiting an Exposed Sandy Beach of the French Atlantic Coast." Estuarine Coastal and Shelf Science **48**: 469-482.
- Filho, A. C. P. (1996). O processo erosivo e as variações morfodinâmicas das praias na Ilha do Mel (Baía de Paranaguá-PR). Geologia. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. **Mestrado**.
- Fong, P., K. Kamer, K. E. Boyer & K. A. Boyle (2001). "Nutrient content of macroalgae with differing morphologies may indicate sources of nutrients for tropical marine systems." Marine Ecology Progress Series **220**: 137-152.
- Ford, R. B., S. F. Thrush & P. K. Probert (1999). "Macrobenthic colonization of disturbances on an infaunal communities associated with the seagrass *Zostera marina*." Aquatic Conservation **9**: 163-174.
- Garcia, C. M. & F. X. Niell (1991). "Burrowing beetles of the genus *Bledius* (Staphylinidae) as agents of bioturbation in the emergent areas and shores of an athalassic inland lake (Fuente de Piedra, southern of Spain)." Hydrobiologia **215**(2): 163-173.
- Giannini, P. C. F., R. J. Angulo & M. C. De (2004). "A Erosão na Costa Leste da Ilha do Mel, Baía de Paranaguá, Estado do Paraná: Modelo Baseado na Distribuição Espacial de Formas Depositionais e Propriedades Sedimentológicas." Revista Brasileira de Geociências **34**(2): 231-242.
- Gonçalves, S. C., L. C. Marques, M. A. Pardal, M. F. Bouslama, M. E. Gtari & F. Charfi-Cheikhrouha (2003). "Comparison of the biology, dynamics, and secondary production of *Talorchestia brito* (Amphipoda, Talitridae) in Atlantic (Portugal) and Mediterranean (Tunisia) populations." Estuarine Coastal and Shelf Science **58**: 901-916.
- Gotelli, N. J. & A. M. Ellison (2004). A Primer of Ecological Statistics. Sunderland, Sinauer Associates Inc.
- Herkül, K., J. Kotta & I. Kotta (2006). "Distribution and population characteristics of the alien talitrid amphipod *Orchestia cavimana* in relation to environmental conditions in the Northeastern Baltic Sea." Helgoland Marine Research **60**: 121-126.
- Herman, L. H. (1986). "Revision of *Bledius*. Part IV. Classification of Species Groups, Phylogeny, Natural, and Catalogue (Coleoptera, Staphylinidae, Oxytelinae)." Bulletin of the American Museum of Natural History **184**(1): 1-368.

- Hudson, L. J. & D. P. Maitland (1996). "Anatomy of structures associated with air-breathing in *Orchestia gammarellus* (Crustacea: Amphipoda: Talitridae): coxal plates and gills." Marine Biology (Berlin) **125**: 287-295.
- Hunter, M. D. & P. W. Price (1992). "Playing chutes and ladders: heterogeneity and the relative roles of bottom-up and top-down forces in natural communities." Ecology (New York) **73**: 724-732.
- Inglis, G. (1989). "The colonisation and degradation of stranded *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Ag. by the macrofauna of a New Zealand sandy beach." Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **125**: 203-217.
- Ingólfsson, A., Ó. P. Ólafsson & D. Morritt (2007). "Reproduction and life-cycle of the beachflea *Orchestia gammarellus* (Palas) (Crustacea: Amphipoda) at thermal and non-thermal sites in the intertidal of Iceland: how important is temperature?" Marine Biology (Berlin) **150**(6): 1333-1343.
- Jackson, N. & K. Nordstrom (1992). "Site Specific Controls on Wind and Wave Processes and Beach Mobility on Estuarine Beaches in New Jersey, USA." Journal of Coastal Research **8**(1): 88-98.
- Jaramillo, E., H. Contreras, C. Duarte & M. H. Avellanal (2003). "Locomotor activity and zonation of upper shore arthropods in a sandy beach of north central Chile." Estuarine Coastal and Shelf Science **58S**: 177-197.
- Jedrzejczak, M. F. (2002a). "Spatio-temporal decay "hot spots" of stranded wrack in a Baltic sandy coastal system. Part I. Comparative study of the pattern: 1 type of wrack vs 3 beach sites." Oceanologia **44**(4): 491-512.
- Jedrzejczak, M. F. (2002b). "Stranded *Zostera marina* L. vs wrack fauna community interactions on a Baltic sandy beach (Hel, Poland): a short-term pilot study. Part II. Drifline effects of succession changes and colonisation of beach fauna." Oceanologia **44**(3): 367-387.
- Johnston, M. D., D. J. Johnston & A. Richardson (2005). "Digestive capabilities reflect the major food sources in three species of talitrid amphipods." Comparative Biochemistry and Physiology B Comparative Biochemistry **140**: 251-257.
- Johnston, M. D., D. J. Johnston & A. M. M. Richardson (2004). "Mouthpart and digestive tract structure in four talitrid amphipods from a translittoral series in

- Tasmania." Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom **84**: 717-726.
- Karlbrink, F. (1969). "Distribution and dispersal of Talitridae (Amphipoda) in southern Sweden." Oikos **20**: 327-334.
- Kennedy, F., E. Naylor & E. Jaramillo (2000). "Ontogenetic differences in the circadian locomotor activity rhythm of the talitrid amphipod crustacean *Orchestoidea tuberculata*." Marine Biology (Berlin) **137**(3): 511-517.
- Koop, K. & C. L. Griffiths (1982). "The relative significance of macro-, meio- and microfauna on an exposed sandy beach." Marine Biology (Berlin) **66**: 295-300.
- Lacerda, L. D. d., D. V. Jose, C. E. d. Rezende, M. C. F. Francisco, J. C. Wasserman & J. C. Martins (1986). "Leaf Chemical Characteristics Affecting Herbivory in a New World Mangrove Forest." Biotropica **18**(4): 350-355.
- Legendre, P. & L. Legendre (1998). Numerical Ecology. Amsterdam, Elsevier Science B.V.
- Marques, J. C., S. C. Gonçalves, M. A. Pardal, L. Chelazzi, I. Colombini, M. Fallaci, M. F. Bouzlama, M. E. Gtari, F. Charfi-Cheikhrouha & F. Scapini (2003). "Comparison of *Talitrus saltator* (Amphipoda, Talitridae) biology, dynamics, and secondary production in Atlantic (Portugal) and Mediterranean (Italy and Tunisia) populations." Estuarine Coastal and Shelf Science **58S**: 127-148.
- Marques, M. C. M. & R. M. d. Britez (2005). História Natural e Conservação da Ilha do Mel. Curitiba, Editora UFPR.
- Marsden, I. D. (1991a). "Kelp-sandhopper interactions on a sand beach in New Zealand. I. Drift composition and distribution." Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **152**: 61-74.
- Marsden, I. D. (1991b). "Kelp-sandhopper interactions on a sand beach in New Zealand. II. Population dynamics of *Talorchestia quoyana* (Milne-Edwards)." Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **152**: 75-90.
- Martínez, G. & O. Defeo (2006). "Reproductive biology of the isopod *Exciorolana braziliensis* at the southern edge of its geographical range." Helgoland Marine Research **60**(4): 273-280.
- Masselink, G. & A. D. Short (1993). "The effect of tide range on beach morphodynamics and morphology: a conceptual beach model." J. Coast. Res **9**(3): 785-800.

- McGwynne, L. E., A. McLachlan & J. P. Furstenberg (1988). "Wrack breakdown on sandy beaches - its impact on interstitial meiofauna." Marine Environmental Research **25**: 213-232.
- McLachlan, A. & A. Brown (2006). The Ecology of Sandy Shores. San Diego, Academic Press.
- Menge, B. A. (1992). "Community regulation: under what conditions are bottom-up regulation factors important on rocky shores?" Ecology (New York) **69**: 297-330.
- Miller, D. C., R. J. Geider & H. L. MacIntyre (1996). "Microphytobenthos: The Ecological Role of the "Secret Garden" of Unvegetated, Shallow-Water Marine Habitats. II. Role in Sediement Stability and Shallow-Water Food Webs." Estuaries **19**(2): 202-212.
- Minchinton, T. E. (2006). "Rafting on wrack as a model of dispersal for plants in coastal marshes." Aquatic Botany **84**: 372-376.
- Moore, P. G., H. E. MacAlister & A. C. Taylor (1995). "The environmental tolerances and behavioural ecology of the sub-Antarctic beach-hopper "*Orchestia scutigera*" Dana (Crustacea: Amphipoda) from Husvik, South Georgia." Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **189**: 159-182.
- Morino, H. & R. Ortal (1995). "Two *Platorchestia* species (Amphipoda, Talitridae) from Israel." Crustaceana (Leiden) **68**: 824-832.
- Morritt, D. & A. M. M. Richardson (1998). "Female control of the embryonic environment in a terrestrial amphipod, *Mysticotalitrus cryptus* (Crustacea)." Functional Ecology **12**: 351-358.
- Morritt, D. & A. M. M. Richardson (1999). "Osmoregulation and evolutionary patterns in coastal terrestrial amphipods (Talitridae)." Journal of Crustacean Biology **20**(1): 67-74.
- Morritt, D. & J. I. Spicer (1999). "Developmental ecophysiology of the beachflea *Orchestia gammarellus* (Pallas) (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) III. Physiological competency as a possible explanation for timing of hatchling release." Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **232**: 275-283.
- Nordstrom, K. F. (1980). "Cyclic and Seasonal Beach Response: A comparison of Oceanside and Bayside Beaches." Physical Geography **1**(2): 177-196.

- Nordstrom, K. F. (1992). Estuarine Beaches: An introduction to the Physical and Human factors affecting use and management of beaches in estuaries, laggons, bays and fjords, Elsevier Science Publishers.
- Olabarria, C., M. Lastra & J. Garrido (2007). "Succession of macrofauna on macroalgal wrack of an exposed sandy beach: Effects of patch size and site." Marine Environmental Research **63**: 19-40.
- Pádua, M. d., P. S. G. Fontoura & A. L. Mathias (2004). "Chemical composition of *Ulvaria oxysperma* (Kützing) Bliding, *Ulva lactuca* (Linnaeus) and *Ulva fasciata* (Delile)." Brazilian Archives of Biology and Technology **47**(1): 49-55.
- Persson, L. E. (2001). "Dispersal of *Platorchestia platensis* (Krøyer) (Amphipod: Talitridae) along Swedish coast: A slow but successful process." Estuarine Coastal and Shelf Science **52**: 201-210.
- Polis, G. A. & S. D. Hurd (1995). "Extraordinary high spider densities on islands: flow of energy from marine to terrestrial food webs and absence of predation." Proceedings of the National Academy of Sciences **92**: 4382-4386.
- Polis, G. A. & S. D. Hurd (1996). "Linking marine and terrestrial food webs: allochthonous input from the ocean supports high secondary productivity on small island and coastal land communities." American Naturalist **147**: 396-423.
- Raven, P. H., R. F. Evert & S. E. Eichhorn (1996). Biologia Vegetal. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan.
- Revsbech, N. P., B. B. Jorgensen & O. Brix (1981). "Primary production of microalgae in sediments measured by oxygen microprofile, H<sup>14</sup>CO<sub>3</sub><sup>-</sup> fixation, and oxygen exchange methods." Limnology and Oceanography **26**(4): 717-730.
- Rosa, L. C. d., R. Aluizio & C. A. Borzone (2007). "Talitridae (Amphipoda, Crustacea) nas praias estuarinas da Baía de Paranaguá, Sul do Brasil: Distribuição Espacial e Abundância." Brazilian Journal of Aquatic Sciences and Technology **11**(1): 37-41.
- Rossi, F. & A. J. Underwood (2002). "Small-scale disturbance and increased nutrients as influences on intertidal macrobenthic assemblages: experimental burial of wrack in different intertidal environments." Marine Ecology Progress Series **241**(29-39).

- Serejo, C. S. (2004). "Talitridae (Amphipoda, Gammaridae) from the Brazilian coastline." Zootaxa **646**: 1-29.
- Souza, J. R. B. & N. Gianuca (1995). "Zonation and seasonal variation of the intertidal macrofauna on a sandy beach of Parana State, Brazil." Scientia Marina **59**(2): 103-111.
- Spicer, J. I., P. G. Moore & A. C. Taylor (1987). "The physiological ecology of land invasion by the Talitridae (Crustacea: Amphipoda)." Proceedings of the Royal Society Biological Sciences Series B **232**: 95-124.
- Suguo, K. (1973). Introdução à Sedimentologia. São Paulo, EDUSP.
- Tanner, W. F. (1995). "Environmental clastic granulometry." Florida Global Survey, Special Publication **40**: 163.
- Ugolini, A. (2006). "Equatorial sandhoppers use body scans to detect the earth's magnetic field." Journal of Comparative Physiology A Sensory Neural and Behavioral Physiology **192**: 45-49.
- Ugolini, A., T. Fantini & R. Innocenti (2003). "Orientation at night: an innate moon compass in sandhoppers (Amphipoda: Talitridae)." Proceedings of the Royal Society of London B Biological Sciences **270**: 279-281.
- Ugolini, A., S. Somigli & L. Mercatelli (2006). "Green land and blue sea: a coloured landscape in the orientation of the sandhopper *Talitrus saltator* (Montagu) (Amphipoda, Talitridae)." Journal of Experimental Biology **209**: 2509-2514.
- Veloso, V. G., C. H. S. Caetano & R. S. Cardoso (2003). "Composition, structure and zonation of intertidal macroinfauna in relation to physical factors in microtidal sandy beaches in Rio de Janeiro state, Brazil." Scientia Marina **67**(4): 393-402.
- Yannicelli, B., R. Palacios & L. Giménez (2001). "Activity rhythms of two cirrolanid isopods from an exposed microtidal sandy beach in Uruguay." Marine Biology (Berlin) **138**: 187-197.
- Yannicelli, B., R. Palacios & L. Giménez (2002). "Swimming ability and burrowing time of two cirrolanid isopods from different levels of exposed sandy beaches." Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **273**: 73-88.

## **ANEXO**

**Tabela 16.** Post-Hoc Fischer LSD da ANOVA para as macroalgas da primeira linha de detrito. Interação Praia\*Estação.

Praia	Estação	(1) 287,04	(2) 91,83	(3) 0,00	(4) 24,14
Brasília	Inverno		<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Brasília	Verão	<b>0,000</b>		<b>0,026</b>	0,097
Coroazinha	Inverno	<b>0,000</b>	<b>0,026</b>		0,549
Coroazinha	Verão	<b>0,000</b>	0,097	0,549	

**Tabela 17.** Post-Hoc Fischer LSD da ANOVA para os fragmentos de vegetal superior da segunda linha de detrito. Interação Praia\*Estação.

Praia	Estação	(1) 54,08	(2) 12,12	(3) 0,00	(4) 380,37
Brasília	Inverno		0,474	0,358	<b>0,000</b>
Brasília	Verão	0,474		0,835	<b>0,000</b>
Coroazinha	Inverno	0,358	0,835		<b>0,000</b>
Coroazinha	Verão	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	

**Tabela 18.** Post-Hoc Fischer LSD da ANOVA para o teor de umidade do sedimento da primeira linha de detrito. Interação Praia\*Estação\*Estrato.

Praia	Estação	Estrato	(1) 4,03	(2) 5,27	(3) 5,27	(4) 9,65	(5) 11,56	(6) 14,34	(7) 4,21	(8) 8,41	(9) 10,98	(10) 15,97	(11) 16,86	(12) 16,62
Coroazinha	Inverno	Superior		<b>0,006</b>	<b>0,006</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,682	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Coroazinha	Inverno	Detrito	<b>0,006</b>		0,998	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,017</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Coroazinha	Inverno	Inferior	<b>0,006</b>	0,998		<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,017</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Coroazinha	Verão	Superior	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>		<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,006</b>	<b>0,003</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Coroazinha	Verão	Detrito	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>		<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,186	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Coroazinha	Verão	Inferior	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>		<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Brasília	Inverno	Superior	0,682	<b>0,017</b>	<b>0,017</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>		<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Brasília	Inverno	Detrito	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,006</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>		<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Brasília	Inverno	Inferior	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,003</b>	0,186	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>		<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Brasília	Verão	Superior	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>		<b>0,044</b>	0,140
Brasília	Verão	Detrito	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,044</b>		0,570
Brasília	Verão	Inferior	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,140	0,570	

**Tabela 19.** Matriz de abundância utilizada no n-MDS da praia de Brasília no Inverno. Siglas ao final do nome da amostra: S = superior, ND = sem detrito, D = com detrito, I = inferior.

Amostra	Tal. tna	Pla. mdi	Atl. bis	Exc. ata	Bat. Roi	Tho. ris	Met. nca	Ble. fzi	Ble. 1	Ble. bis
SL1T1S	0	0	0	0	0	0	0	226,07	0	0
SL1T1ND	75,36	0	0	150,72	0	0	0	0	0	0
SL1T1D	12886,22	44913,34	75,36	0	0	0	0	0	0	0
SL1T1I	0	0	0	1582,51	0	0	0	0	75,36	0
SL1T2ND	301,44	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SL1T2D	7761,86	37076,12	0	527,5	0	0	0	0	0	0
SL1T2I	0	0	0	4370,76	75,36	0	0	0	0	0
SL1T3S	0	0	0	0	0	0	0	150,72	0	0
SL1T3D	7385,08	38884,7	0	0	0	0	0	75,36	0	0
SL1T3I	0	0	0	1657,87	0	0	0	0	0	0
QL1T1S	0	75,36	0	0	452,15	0	0	75,36	150,72	0
QL1T1ND	904,3	0	0	0	150,72	0	1130,37	0	226,08	0
QL1T1D	11303,7	9570,5	0	75,36	0	75,36	0	0	75,36	0
QL1T1I	75,36	0	0	2260,74	0	0	75,36	0	0	0
QL1T2S	0	0	0	0	0	0	0	0	301,44	0
QL1T2ND	226,08	0	0	0	75,36	0	75,36	0	301,44	150,72
QL1T2D	5275,06	3541,84	0	75,36	0	0	0	0	0	0
QL1T2I	226,08	75,36	0	678,22	75,36	0	0	0	0	0
QL1T3S	150,72	0	0	0	75,36	0	527,51	0	301,43	0
QL1T3ND	301,44	527,5	0	75,36	150,72	0	301,43	0	301,43	0
QL1T3D	9947,26	7309,74	0	0	0	0	0	0	75,31	0
QL1T3I	75,36	0	0	979,65	0	0	75,36	0	0	0
QL2T1S	150,72	0	0	1808,59	0	1130,38	0	0	0	0
QL2T1ND	0	75,36	0	602,86	0	2336,1	0	0	0	0
QL2T1D	42125,09	11906,58	0	1507,16	0	602,86	0	0	0	0
QL2T1I	150,72	0	0	376,8	0	2110,02	75,36	0	0	0
QL2T2S	602,87	376,79	0	2637,53	0	75,36	1130,38	0	0	0
QL2T2ND	150,72	0	0	376,79	0	75,36	0	0	0	0
QL2T2D	69555,39	32479,27	0	753,57	0	150,72	0	0	0	0
QL2T2I	0	0	0	602,86	678,22	753,58	0	0	0	0
QL2T3S	452,15	527,5	0	1582,52	226,08	0	1281,09	0	0	0
QL2T3ND	75,36	150,72	0	753,58	0	1959,31	0	0	0	0
QL2T3D	48529,52	28108,52	0	904,29	0	828,94	150,72	0	0	0
QL2T3I	0	0	0	828,94	150,72	979,66	0	0	0	0

**Tabela 20.** Matriz de abundância utilizada no n-MDS da praia de Brasília no Verão. Siglas ao final do nome da amostra: S = superior, ND = sem detrito, D = com detrito, I = inferior.

Amostra	<i>Tal. tna</i>	<i>Pla. mdj</i>	<i>Atl. Bis</i>	<i>Exc. Ata</i>	<i>Tho. ris</i>	<i>Bat. roi</i>	<i>Met. nca</i>
SL1T1S	0	0	0	0	2863,6	0	0
SL1T1ND	75,36	226,08	0	979,65	8967,6	0	301,43
SL1T1D	7837,24	24566,69	0	1281,08	5576,48	0	0
SL1T1I	75,36	75,36	0	3692,54	13489,04	0	0
SL1T2S	0	75,36	0	75,36	0	0	0
SL1T2ND	75,36	226,08	0	75,36	6179,35	0	150,72
SL1T2D	8440,1	5501,15	376,8	75,36	1808,6	0	0
SL1T2I	0	0	0	3993,97	15448,38	0	0
SL1T3S	0	75,36	0	0	527,51	0	0
SL1T3ND	0	0	0	75,36	6857,57	0	301,44
SL1T3D	4446,13	19917,67	150,72	602,86	5727,21	0	0
SL1T3I	0	75,36	0	3843,26	16955,54	0	150,72
QL1T1S	0	0	0	75,36	226,07	0	0
QL1T1ND	0	0	0	527,51	4295,4	0	0
QL1T1D	1959,31	6480,8	0	226,08	3315,74	0	0
QL1T1I	0	0	0	226,07	2411,46	0	226,08
QL1T2S	0	0	0	75	151	0	75
QL1T2ND	0	0	0	301,43	9344,38	0	0
QL1T2D	2637,54	8138,67	0	301,44	3315,75	0	0
QL1T2I	0	0	0	226,08	4295,4	0	75,36
QL1T3S	0	0	0	75,36	1431,8	0	75,36
QL1T3ND	0	0	0	1657,87	10474,75	75,36	150,72
QL1T3D	904,31	3541,82	0	527,51	10248,68	0	0
QL1T3I	0	0	0	376,79	3993,97	0	0
QL2T1S	0	0	0	602,86	4295,41	0	0
QL2T1ND	0	0	0	226,07	4822,92	0	0
QL2T1D	0	0	0	226,08	6028,64	0	0
QL2T1I	0	0	0	2637,53	4295,4	0	0
QL2T2S	0	0	0	301,43	11680,49	0	0
QL2T2ND	0	0	0	75,36	6405,43	0	0
QL2T2D	0	75,36	0	75,36	5727,2	0	0
QL2T2I	0	0	0	150,72	3843,25	0	0
QL2T3S	0	0	0	150,72	8892,24	0	75,36
QL2T3ND	0	0	0	0	4069,32	0	75,36
QL2T3D	0	0	0	301,43	6631,5	0	0
QL2T3I	0	0	0	1431,8	3993,97	0	0

**Tabela 21.** Matriz de abundância utilizada no n-MDS da praia de Corozinha no Inverno. Siglas ao final do nome da amostra: S = superior, ND = sem detrito, D = com detrito, I = inferior.

Amostra	Tal. Tna	Pla. mdi	Exc. Ata	Ble. 1	Bat. roi
SL1T1ND	150,72	376,8	0	0	0
SL1T1D	4898,28	979,66	0	0	0
SL1T1I	0	0	75,36	0	0
SL1T2ND	301,44	0	0	0	0
SL1T2D	4973,64	828,94	75,36	0	0
SL1T2I	0	75,36	0	0	0
SL1T3S	0	0	0	226,07	0
SL1T3ND	150,72	75,36	0	0	0
SL1T3D	4370,77	1055,02	0	0	0
SL1T3I	150,72	0	0	0	0
QL1T1ND	75,36	0	0	0	0
QL1T1D	150,72	226,08	0	0	0
QL1T2ND	75,36	0	0	0	0
QL1T2D	301,44	452,15	0	0	0
QL1T3S	0	0	0	0	301,43
QL1T3ND	226,08	0	0	0	75,36
QL1T3D	301,44	376,79	0	0	0

**Tabela 22.** Matriz de abundância utilizada no n-MDS da praia de Corozinha no Verão. Siglas ao final do nome da amostra: S = superior, ND = sem detrito, D = com detrito, I = inferior.

Amostra	Tal. tna	Pla. mdi	Atl. bis	Exc. ata	Tho. Ris	Met. nca	Bat. roi
SL1T1S	0	0	0	452,16	0	0	0
SL1T1ND	0	0	0	2486,72	0	0	0
SL1T1D	3315,76	0	0	2110,03	0	0	0
SL1T1I	0	0	0	3692,54	0	0	0
SL1T2S	75	0	0	904	0	0	0
SL1T2ND	0,00	0	0	3918,62	0	0	0
SL1T2D	2712,89	150,72	0	2712,89	0	0	0
SL1T2I	0	0	0	3767,89	0	0	75,36
SL1T3S	0	0	0	678,22	0	0	75,36
SL1T3ND	75,36	0	0	2788,25	0	0	0
SL1T3D	8816,88	452,14	150,72	1431,81	0	0	0
SL1T3I	0	0	0	4295,41	0	0	0
QL1T1D	150,72	0	0	0	0	0	0
QL1T1I	0	0	0	527,51	0	0	0
QL1T2D	2034,67	75,36	0	0	0	0	0
QL1T2I	0	0	0	226,07	0	0	0
QL1T3ND	75,36	0	0	0	0	0	0
QL1T3D	1431,81	0	0	0	0	0	0
QL1T3I	0	0	0	376,79	0	0	0
QL2T1S	0	0	0	1281,08	0	753,58	0
QL2T1ND	0	0	0	1959,31	75,36	0	0
QL2T1D	75,36	0	0	828,93	75,36	0	0
QL2T1I	0	0	0	1431,8	376,79	0	0
QL2T2S	0	0	0	1281,09	0	0	0
QL2T2ND	0	0	0	1130,37	0	0	0
QL2T2D	75,26	0	0	904,29	75,36	0	0
QL2T2I	0	0	0	828,94	301,44	0	0
QL2T3S	0	0	0	452,14	0	0	0
QL2T3ND	0	0	0	829	151	0	0
QL2T3D	75,36	0	0	1808,59	75,36	0	0
QL2T3I	0	0	0	1808,6	527,5	0	0

**Tabela 23.** Matriz abiótica utilizada para a análise de redundância.

Amostra	Umidade (%)	Alga (g)	Madeira (g)	Temperatura	Maré
BIS-1S	4,53	0,00	0,00	17,00	0,00
BIS-1SD	9,51	0,00	0,00	17,00	0,00
BIS-1D	9,51	3477,93	212,28	17,00	0,00
BIS-1I	12,79	0,00	0,00	17,00	0,00
BIQ-1S	3,88	0,00	102,41	17,00	1,00
BIQ-1SD	7,31	0,00	0,00	17,00	1,00
BIQ-1D	7,31	1688,77	392,76	17,00	1,00
BIQ-1I	9,18	28,03	51,70	17,00	1,00
BIQ-2S	14,25	0,00	0,00	17,00	1,00
BIQ-2SD	16,07	11,30	0,00	17,00	1,00
BIQ-2D	16,07	884,03	486,74	17,00	1,00
BIQ-2I	17,42	0,00	0,00	17,00	1,00
BVS-1S	15,03	0,00	0,00	25,00	0,00
BVS-1SD	16,68	0,00	0,00	25,00	0,00
BVS-1D	16,68	909,74	785,16	25,00	0,00
BVS-1I	15,95	0,00	0,00	25,00	0,00
BVQ-1S	16,91	0,00	0,00	25,00	1,00
BVQ-1SD	17,05	0,00	0,00	25,00	1,00
BVQ-1D	17,05	743,25	521,79	25,00	1,00
BVQ-1I	17,29	0,00	0,00	25,00	1,00
BVQ-2S	17,17	0,00	0,00	25,00	1,00
BVQ-2SD	18,13	0,00	0,00	25,00	1,00
BVQ-2D	18,13	750,50	109,12	25,00	1,00
BVQ-2I	18,14	0,00	0,00	25,00	1,00
CIS-1S	4,85	0,00	461,86	17,00	0,00
CIS-1SD	6,59	0,00	0,00	17,00	0,00
CIS-1D	6,59	0,00	4736,02	17,00	0,00
CIS-1I	6,76	0,00	0,00	17,00	0,00
CIQ-1S	3,21	0,00	539,11	17,00	1,00
CIQ-1SD	3,94	0,00	13,87	17,00	1,00
CIQ-1D	3,94	0,00	5852,07	17,00	1,00
CVS-1S	9,14	0,00	0,00	25,00	0,00
CVS-1SD	11,29	0,00	0,00	25,00	0,00
CVS-1D	11,29	367,15	4136,71	25,00	0,00
CVS-1I	15,02	0,00	0,00	25,00	0,00
CVQ-1SD	11,83	0,00	0,00	25,00	1,00
CVQ-1D	11,83	67,30	3953,64	25,00	1,00
CVQ-1I	13,66	0,00	0,00	25,00	1,00
CVQ-2S	13,50	0,00	0,00	25,00	1,00
CVQ-2SD	15,09	0,00	0,00	25,00	1,00
CVQ-2D	15,09	182,89	3423,36	25,00	1,00
CVQ-2I	15,51	0,00	0,00	25,00	1,00

**Tabela 24.** Matriz biótica utilizada para a análise de redundância.

Amostra	Tal. tna	Pla. mdi	Atl. bis	Exc. Ata	Tho. ris	Bat. roi	Met. Nca	Ble. fzi	Ble. bis	Ble. sp.1
BIS-1S	0	0	0	0	0	0	0	377	0	0
BIS-1SD	377	0	0	151	0	0	0	0	0	0
BIS-1D	28033	120874	75	528	0	0	0	75	0	0
BIS-1I	0	0	0	7611	0	75	0	0	0	75
BIQ-1S	151	75	0	0	0	528	528	151	0	754
BIQ-1SD	1432	528	0	75	0	377	1507	0	151	904
BIQ-1D	26526	20422	0	151	75	0	0	0	0	151
BIQ-1I	377	75	0	3919	0	75	151	0	0	0
BIQ-2S	1206	904	0	6029	1206	226	2411	0	0	0
BIQ-2SD	226	226	0	1733	4371	0	0	0	0	0
BIQ-2D	160210	72494	0	3165	1583	0	151	0	0	0
BIQ-2I	151	0	0	1809	3843	829	75	0	0	0
BVS-1S	0	151	0	75	3391	0	0	0	0	0
BVS-1SD	151	452	0	1130	22005	0	754	0	0	0
BVS-1D	20723	49986	528	1959	13112	0	0	0	0	0
BVS-1I	75	151	0	11530	45893	0	151	0	0	0
BVQ-1S	0	0	0	226	1809	0	151	0	0	0
BVQ-1SD	0	0	0	2487	24115	75	151	0	0	0
BVQ-1D	5501	18161	0	1055	16880	0	0	0	0	0
BVQ-1I	0	0	0	829	10701	0	301	0	0	0
BVQ-2S	0	0	0	1055	24868	0	75	0	0	0
BVQ-2SD	0	0	0	301	15298	0	75	0	0	0
BVQ-2D	0	75	0	603	18387	0	0	0	0	0
BVQ-2I	0	0	0	4220	12133	0	0	0	0	0
CIS-1S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	226
CIS-1SD	603	452	0	0	0	0	0	0	0	0
CIS-1D	14243	2864	0	75	0	0	0	0	0	0
CIS-1I	151	75	0	75	0	0	0	0	0	0
CIQ-1S	0	0	0	0	0	301	0	0	0	0
CIQ-1SD	377	0	0	0	0	75	0	0	0	0
CIQ-1D	754	1055	0	0	0	0	0	0	0	0
CVS-1S	75	0	0	2035	0	75	0	0	0	0
CVS-1SD	75	0	0	9194	0	0	0	0	0	0
CVS-1D	14846	603	151	6255	0	0	0	0	0	0
CVS-1I	0	0	0	11756	0	75	0	0	0	0
CVQ-1SD	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CVQ-1D	3617	75	0	0	0	0	0	0	0	0
CVQ-1I	0	0	0	1130	0	0	0	0	0	0
CVQ-2S	0	0	0	3014	0	0	754	0	0	0
CVQ-2SD	0	0	0	3919	226	0	0	0	0	0
CVQ-2D	226	0	0	3542	226	0	0	0	0	0
CVQ-2I	0	0	0	4069	1206	0	0	0	0	0