

PABLO DAMIAN BORGES GUILHERME

INFLUÊNCIA DAS FISIOGRAFIAS PRAIAIS E SUAS ALTERAÇÕES NA
DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA DO CARANGUEJO *Ocypode quadrata* EM
PRAIAS DE PONTAL DO PARANÁ – PARANÁ – BRASIL.

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre em Ecologia e
Conservação, no Curso de Pós-Graduação em
Ecologia e Conservação, Setor de Ciências
Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Dr. Carlos Alberto Borzone

CURITIBA
2013

CATALOGAÇÃO NA FONTE:
UFPR / SIBI - Biblioteca do Centro de Estudos do Mar

G945i Guilherme, Pablo Damian Borges
Influência das fisiografias praias e suas alterações na distribuição e abundância do caranguejo *Ocypode quadrata* em praias de Pontal do Paraná - Paraná - Brasil. / Pablo Damian Borges Guilherme. – Curitiba, 2013.
87 f.; 29 cm.

Orientador: Dr. Carlos Alberto Borzone.

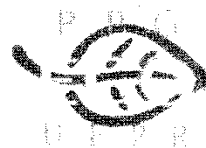
Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

1. Caranguejo. 2. *Ocypode quadrata*. 3. Praias arenosas (Pontal do Paraná,PR).
I. Título. II. Carlos Alberto Borzone. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD 595.3842



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Biológicas
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO




PARECER

Os abaixo-assinados, membros da banca examinadora da defesa da dissertação de mestrado, a que se submeteu **Pablo Damian Borges Guilherme** para fins de adquirir o título de Mestre em Ecologia e Conservação, são de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do trabalho de conclusão do candidato.

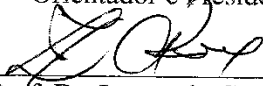
Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

Curitiba, 18 de fevereiro de 2013.

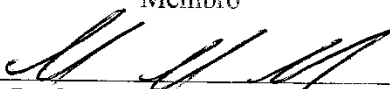
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Carlos Alberto Borzone
Orientador e Presidente




Prof. Dr. Leonardo Cruz da Rosa
Membro



Prof. Dr. André Andrian Padial
Membro

Visto:



Prof. Dra. Maria Regina Torres Boeger
Coordenadora do PPG-ECO

**Ao Mar
As Estrelas
A Lua**

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a todos os espécimes de *Ocypode quadrata* do litoral brasileiro que fazem milhares de tocas todos os dias e nos proporcionam inquietantes ideias sobre “como, porque e onde eles fazem isso?” desde o século passado.

Agradecimentos ao meu orientador Dr. Carlos Alberto Borzone, principalmente por acreditar na minha capacidade de entender esses complexos caranguejos de ambientes em gradiente e principalmente por me deixar viajar.

Agradecimentos mil a minha família, que me proporcionou escolher a vida de estudos a de trabalho, separadamente, ao meu pai por nunca entender o meio acadêmico, a minha mãe por sempre me apoiar impreterivelmente, a minha irmã por não mais me incomodar (a não ser quando a internet não funciona), a minha avó Enilda e ao Jhonny por me fazer lembrar do filme Peixe Grande e Suas Histórias Maravilhosas, a minha sogra por me recepcionar em seu ninho, aos meus tios e tias pelas cervejas e churrascos.

Agradecimentos aos colegas de pós-graduação e laboratório pelos devaneios e risadas, Ana Cráudia, Bernardo, Henrique Chupim, Jeferson Nagata, Maria Cecília, Nádia, Renato Bot, Tiago, Vanessa, Vinicius (Bá, carneiro, ovelha!), Angélica, Ana Gandara, Jenyffer, Larissa e Priscila.

Agradecimentos aos meus amigos, amigos, Guilherme, Fernanda e Gustavo (recentemente) pelo incentivo e comilanças. E claro, ao Bocão pela revisão do manuscrito, dicas de filmes e pelo pinhão.

Agradecimentos aos professores da Ecologia e Conservação que nos dão os melhores e mais fresquinhos conhecimentos sobre o mundo acadêmico.

Agradecimentos e muitos chocolates a nossa querida secretária Valéria.

Agradecimentos aos professores e funcionários do CEM, principalmente aos motoristas que sempre estão propícios a uma conversinha.

Agradecimentos aos membros que aceitaram o convite para participar dessa banca, Dr. Leonardo Cruz da Rosa e o Dr. André A. Padial, que a meu ver são mais do que meros membros de banca, mas também amigos.

Agradecimentos sinceros aos animais (principalmente canídeos) e vegetais (crassuláceas e cactáceas) que me ocuparam em momentos de aflição (preocupações).

Agradecimentos especiais a nossa família de três pessoas, Maris e Luana por me fazerem o marido e pai mais feliz do mundo. E por tudo que o conquistamos nesses dois anos: como nossa grama e árvores cresceram, como os dentes caíram, como as barbas brancas apareceram, como os livros se acumularam, como colhemos maracujás e principalmente como cultivamos nosso amor.

Agradecimentos a Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo (REUNI).

γλαῦκ' εἰς Ἀθήνας¹

¹ Pronuncia-se: “*glauk eis Athenas*”; tradução: “uma coruja para Atenas”. Significa um acréscimo insignificante a uma já enorme quantidade. (N. do T. de O'brian, 2007)

RESUMO

Os caranguejos do gênero *Ocypode* são reconhecidos como peça chave do ecossistema de praias arenosas por participar do fluxo de energia entre o mar, a praia e a duna. A principal ameaça que sofrem é a perda ou fragmentação do habitat causada pela perturbação antrópica e pela elevação do nível do mar devido às mudanças climáticas. O presente estudo teve como objetivo estudar a influência dos estratos fisiográficos da zona litoral ativa e suas alterações sobre a distribuição e abundância da espécie *Ocypode quadrata* em praias do litoral paranaense, Brasil. Primeiramente foi estudada a influência dos estratos fisiográficos em uma praia de Pontal do Paraná com dois setores ligeiramente distintos (A: com dunas e B: sem dunas), nas marés de sizígia e quadratura. Em campo foram estabelecidos três blocos por setor onde se realizou as amostragens, sendo uma transecção para a determinação do perfil praial, outra para análise de cobertura, altura e composição da vegetação, cobertura de detrito, e três para a contagem e mensuração de tocas (ativas e inativas) por bloco. No setor A foram caracterizados cinco estratos: médiolitoral (ML), zona de detrito (DR), supralitoral (SP), duna frontal incipiente (DFI) e duna frontal estabelecida (DFE). No setor B, após o supralitoral, localizou-se a restinga (RE), acima de uma falésia. A abundância de tocas (ativas e inativas) foi maior no setor A do que no B e maior na maré de quadratura do que na sizígia, mesmo que sejam analisados apenas os estratos praias. A distribuição das tocas ativas no setor A foi concentrada no SP e DFI, enquanto no setor B foi no SP e DR. A maioria das tocas inativas no setor A estiveram nas dunas, já no setor B ocorreram nos mesmos estratos que as ativas porém em menor intensidade. A fim de estudar o impacto da remoção de um estrato fisiográfico na abundância e distribuição de tocas de *O. quadrata* foram avaliadas três praias (CEM, Assenodi e Ipanema) de Pontal do Paraná em dois setores: Experimental, que diariamente sofria limpeza da linha de detrito, e Controle que foi mantido o aporte natural de detrito intacto. Nesses setores foram amostradas seis transecções que tiveram as tocas (ativas e inativas) de *O. quadrata* contadas e mensuradas, também em duas situações de maré. A ausência do estrato zona de detrito não afetou a abundância de tocas, pelos menos em curto prazo, embora quando a duna esteve presente, a retirada do detrito forçou a distribuição das tocas em direção contrária ao mar. Desta forma, a perda do ecossistema terrestre (duna) seria extremamente impactante as populações de *Ocypode quadrata*, visto que 35% da abundância de tocas estiveram distribuídas nesse ambiente. Podendo as alterações na distribuição dos caranguejos causadas pela retirada do detrito, serem drásticas quando realizada em longo prazo, alterando o *input* de recursos alimentares e desequilibrando o padrão de segregação espacial.

Palavras-Chave: praias arenosas; dunas; *Ocypode quadrata*; fisiografias; zona detrito

ABSTRACT

The crabs of the genus *Ocypode* are recognized as a key of the ecosystem sandy beaches to participate in the flow of energy between the ocean, the beach and dune. The main threat is suffering the loss or fragmentation of habitat caused by human disturbance and by rising sea levels due to climate change. The present study aimed to investigate the influence of subenvironments of active coastal zone and its changes on the distribution and abundance of *Ocypode quadrata* on beaches off the coast of Paraná, Brazil. First we studied the influence of subenvironments in a beach Pontal do Paraná two sectors with slightly different (A: with dunes and B: without dunes), on the spring and neap tide. In the field were established three blocks per sector where the sampling took place, one transect for determining the beach profile, one for coverage, height and composition of vegetation, debris cover, and three for counting and measuring burrows (active and inactive) per block. The sector was characterized five subenvironments: mediolittoral (ML), debris zone (DR), supralittoral (SP), incipient foredune (DFI) and established foredune (DFE). In sector B after the SP, located up the scrub (RE) over a cliff. The abundance of burrows (active and inactive) was higher in the sector A than in B and higher in the neap than at spring tide, even if they are only analyzed the beach subenvironments. The distribution of active burrows in the sector A was concentrated in SP and DFI, while the sector B was in SP and DR. Most inactive burrows in the sector were in the dunes, as occurred in the sector B in the same subenvironments that active but at a lower intensity. In order to study the impact of the removal a subenvironments in the abundance and distribution of burrows *O. quadrata* were evaluated three beaches (CEM Assenodi and Ipanema) Pontal do Paraná in two sectors: Experimental, who suffered daily cleaning of the debris zone and Control, where the natural debris zone was kept intact. These sectors were sampled by six transects that had burrows (active and inactive) counted and measured, also in two situations tide. The absence of subenvironments of debris didn't affect the abundance of burrows, at least in the short term, but when the dune was present, removal of debris forced the distribution of burrows in the opposite direction to the sea. Thus, loss of the dune's ecosystem would be extremely striking populations *Ocypode quadrata*, whereas 35% the abundance of burrows were distributed in this subenvironment. Changes in the distribution of crabs can be caused by removal of debris zone, changing the input of food resources and unbalancing the pattern of segregation.

Keywords: sandy beaches, dunes, *Ocypode quadrata*; subenvironments; debris zone

LISTA DE FIGURAS

Prefacio

Figura 0.1 - Número e índice H dos artigos publicados no portal *Web of Knowledge* com os principais gêneros animais no título do trabalho encontrados nas praias arenosas (em 07/12/2012). 17

Capítulo 1

- Figura 1.1 - Mapa da região central do litoral paranaense. Em destaque o balneário de Pontal do Sul demonstrando os setores (A e B) e os blocos amostrados. 27
- Figura 1.2 - Diagrama mostrando o perfil praiial e os estratos fisiográficos nos dois setores (A e B) da praia de Pontal do Sul no município de Pontal do Paraná (PR). 29
- Figura 1.3 - Esquema do tripé adaptado utilizado para a aquisição das fotografias. 30
- Figura 1.4 - Perfil topográfico (m) em relação a distância da linha de detrito (m) de cada bloco em dois setores (A e B) praiiais no Balneário de Pontal do Sul – Município Pontal do Paraná, obtidos no dia 25 de outubro de 2011. As mudanças de cores indicam alteração de estrato fisiográfico. 38
- Figura 1.5 - Taxa de cobertura vegetal (%) em relação a distância da linha de detrito (m) de cada bloco em dois setores (A e B) praiiais no Balneário de Pontal do Sul – Município Pontal do Paraná, obtidos no dia 25 de outubro de 2011. As mudanças de cores indicam alteração de estrato fisiográfico. . 38
- Figura 1.6 - Taxa de cobertura de detrito (%) em relação a distância da linha de detrito (m) de cada bloco em dois setores (A e B) praiiais no Balneário de Pontal do Sul – Município Pontal do Paraná, obtidos no dia 25 de outubro de 2011. As mudanças de cores indicam alteração de estrato fisiográfico. . 39
- Figura 1.7 - Altura média da vegetação (cm) em relação a distância da linha de detrito (m) de cada bloco em dois setores (A e B) praiiais no Balneário de Pontal do Sul – Município Pontal do Paraná, obtidos no dia 25 de outubro de 2011. As mudanças de cores indicam alteração de estrato fisiográfico. . 39
- Figura 1.8 - Entropia da textura em relação a distância da linha de detrito (m) de cada bloco em dois setores (A e B) praiiais no Balneário de Pontal do Sul – Município Pontal do Paraná, obtidos no dia 25 de outubro de 2011. As mudanças de cores indicam alteração de estrato fisiográfico. 40
- Figura 1.9 - Abundância média (± 1 DP) total e somente da região praiial de tocas.m⁻¹ (ativas e inativas) do caranguejo *Ocypode quadrata* em diferentes setores (A e B) e marés (Sizígia e Quadratura) de uma praia de Pontal do Paraná. ML: Médiolitoral; DR: Zona de Detrito; SP: Supralitoral. 41
- Figura 1.10 - Número médio (± 1 DP) de tocas.m⁻¹ (ativas e inativas) de caranguejos *Ocypode quadrata* separado por estratos fisiográficos, setores e marés de uma praia de Pontal do Paraná. ML: Médiolitoral; DR: Zona de detrito; SP: Supralitoral; DFI: Duna frontal incipiente; DFE: Duna frontal estabelecida; RE: Restinga. As letras marcam os grupos homogêneos no teste SNK. 43

Figura 1.11 - Histograma de frequência de classes de diâmetro da abertura de tocas (mm; ativas e inativas) em dois setores (A e B) e seis diferentes estratos fisiográficos (ML, DR, SP, DFI, DFE, RE) de uma praia de Pontal do Paraná - PR.	46
--	----

Capítulo 2

Figura 2.1 - Mapa da região central do litoral paranaense. Em destaque o balneário de Pontal do Sul (CEM e Assenodi) e o Balneário de Ipanema com o local onde os setores (CTL e EXP) que foram amostrados.....	64
Figura 2.2 - Fotos de algumas praias e setores mencionados ao longo do texto, fotografados durante o Verão de 2012. Praia do CEM no (a) setor controle demonstrando a linha de detrito e (b) setor experimental sem detrito; praia do Assenodi (c) setor controle e (d) setor experimental; praia de Ipanema (e) setor controle e (f) setor experimental; (g) trator de limpeza mecânica que realiza a retirada do detrito no litoral do Paraná, fotografado na praia de Matinhos (h) trator e caminhão que fazem a remoção de detrito e lixo acumulado nas praias do litoral do Paraná.	65
Figura 2.3 - Perfil topográfico das três praias estudadas (CEM, Assenodi e Ipanema) em dois setores (EXP e CTL), localizadas no Município Pontal do Paraná durante o verão de 2012.	67
Figura 2.4 - Número médio de tocas.m ⁻¹ (± 1 DP) (ativas e inativas) de <i>Ocypode quadrata</i> em relação aos setores (EXP: Experimental e CTL: Controle) e praias (CEM, ASS: Assenodi e IPA: Ipanema) no litoral do Paraná, durante o verão de 2012. * indica $p < 0,05$ entre os setores (SNK).	69
Figura 2.5 - Abundância média (±1 DP) de tocas.m ⁻¹ (ativas) de caranguejos <i>Ocypode quadrata</i> em relação aos estratos fisiográficos, setores (CTL e EXP), praias (CEM, Assenodi e Ipanema) e situação de maré (sizígia e quadratura) em Pontal do Paraná durante o verão de 2012. * indica $p < 0,05$ entre os setores (SNK).	72
Figura 2.6 - Abundância média (±1 DP) de tocas.m ⁻¹ (inativas) de caranguejos <i>Ocypode quadrata</i> em relação aos estratos fisiográficos, setores (CTL e EXP), praias (CEM, Assenodi e Ipanema) e situação de maré (sizígia e quadratura) em Pontal do Paraná durante o verão de 2012. * indica $p < 0,05$ entre os setores (SNK).	73

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

- Tabela 1.1 - Datas das campanhas amostrais realizadas no Balneário Pontal do Sul – Pontal do Paraná durante o ano de 2011..... 28
- Tabela 1.2 - Valor médio (\pm DP) dos dados ambientais (temperatura, pressão atmosférica e velocidade do vento) da estação meteorológica da Ilha do Mel referentes às quatro campanhas realizadas no balneário de pontal do sul no município de Pontal do Paraná (PR) durante o ano de 2011, entre as 8:00 e 12:00 da manhã. * demonstra as diferenças estatísticas na ANOVA. 33
- Tabela 1.3 - Soma do número de pontos e frequência (%) das espécies vegetais encontradas nos respectivos estratos fisiográficos (Duna Frontal Incipiente, Duna Frontal Estabelecida e Restinga) de um trecho de praia em Pontal do Sul - Pontal do Paraná. 37
- Tabela 1.4- Sumário da análise de variância hierárquica avaliando diferenças na abundância linear total e na região praial de tocas (ativas e inativas) de *Ocypode quadrata* entre as marés (sizígia e quadratura), coletas (1 e 2), setores (A e B), blocos (1, 2 e 3). (NS) Não significativo $p > 0,05$, (***) significativo $p < 0,001$ 42
- Tabela 1.5 - Sumário da análise de variância hierárquica avaliando diferenças na abundância linear (total) de tocas de *Ocypode quadrata* entre as marés (sizígia e quadratura), coletas (1 e 2), Estrato (ML, DR, SP, DFI, DFE), blocos (1, 2 e 3) do setor A e B. (NS) Não significativo $p > 0,05$, (***) significativo $p < 0,001$ 44
- Tabela 1.6 - Sumário da análise de variância hierárquica avaliando diferenças no diâmetro médio de tocas (ativas e inativas) de *Ocypode quadrata* entre as marés (sizígia e quadratura), coletas (1 e 2), Estrato (ML, DR, SP, DFI e DFE), blocos (1, 2 e 3) do setor A e B. (NS) Não significativo $p > 0,05$, (***) significativo $p < 0,001$ 45

Capítulo 2

- Tabela 2.1 - Sumário da análise de variância hierárquica avaliando diferenças na abundância de tocas.m⁻¹ de *Ocypode quadrata* entre as situações de maré (sizígia e quadratura), praias (CEM, Assenodi e Ipanema), setor (EXP e CTL) em Pontal do Paraná durante o verão de 2012. 68
- Tabela 2.2 - Sumário da análise de variância hierárquica avaliando diferenças na abundância de tocas.m⁻¹ de *Ocypode quadrata* entre as situações de maré (sizígia e quadratura), setor (EXP e CTL) e estratos fisiográficos em três praias (CEM, Assenodi e Ipanema) em Pontal do Paraná durante o verão de 2012. 71
- Tabela 2.3 - Sumário da análise de variância hierárquica avaliando diferenças no diâmetro das tocas de *Ocypode quadrata* entre as situações de maré (sizígia e quadratura), setores (EXP e CTL) e estratos fisiográficos (ML, DR, SP, DFI, DFE, RE) em três praias (CEM, Assenodi e Ipanema) de Pontal do Paraná durante o verão de 2012. 74

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT.....	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS.....	11
PREFÁCIO.....	13
REFERÊNCIAS.....	18
Capítulo I. Influência dos estratos fisiográficos na distribuição e abundância do caranguejo <i>Ocypode quadrata</i> em uma praia de Pontal do Paraná – Paraná. 21	
1.1 INTRODUÇÃO	21
1.2 OBJETIVOS	24
Objetivo Geral.....	24
Objetivos Específicos.....	24
1.3 METODOLOGIA	25
1.3.1 Área de estudo	25
1.3.2 Delineamento Amostral	28
1.3.3 Análise dos dados	32
1.4 RESULTADOS.....	33
1.4.1 Dados Ambientais.....	33
1.4.2 Caracterização dos estratos fisiográficos	33
1.4.3 Abundância, densidade e distribuição de <i>Ocypode quadrata</i>	40
1.5 DISCUSSÃO	47
1.6 REFERÊNCIAS.....	52
Capítulo II. Impacto da retirada de detrito na distribuição e abundância do caranguejo <i>Ocypode quadrata</i> em praias de Pontal do Paraná – PR.....	58
2.1 INTRODUÇÃO	58
2.2 OBJETIVOS	62
Objetivo Geral.....	62
Objetivos Específicos.....	62
2.3 METODOLOGIA	63
2.3.1 Área de Estudo.....	63
2.3.2 Delineamento Amostral	63
2.3.3 Análise dos Dados.....	66
2.4 RESULTADOS.....	67
2.4.1 Perfil das Praias.....	67
2.4.2 Abundância e distribuição de <i>Ocypode quadrata</i>	68
2.5 DISCUSSÃO	75
2.6 REFERÊNCIAS.....	81
CONSIDERAÇÕES FINAIS	86

PREFÁCIO

A praia arenosa é uma interface dinâmica entre o ambiente terrestre e o marinho, que do ponto de vista ecológico é considerada um ecótono (ODUM; THOMSON, 2007) ou uma ecoclina (ATTRILL; RUNDLE, 2002). Num enfoque geomorfológico, a praia compreende a zona litoral ativa (TINLEY, 1985), com a fronteira marítima coincidindo com o ponto mais profundo (5 a 15 metros) onde o transporte de areia é dominado pelas ondas e a fronteira terrestre no limite do transporte eólico de areia (limite das dunas frontais). Esses ambientes são vinculados através do intercâmbio de areia (McGWYNNE; McLACHLAN, 1992). Ecologicamente, a zona de litoral ativa consiste em dois sistemas distintos, o ecossistema marinho (praia e zona de surf), compreendido por uma biota marinha e controlada pela energia das ondas, e um ecossistema terrestre (dunas) habitado por organismos terrestres e controlados pela ação dos ventos. O limite entre os sistemas não é fixo e se modifica conforme a ação dos fatores ambientais. Além das ondas e da ação dos ventos, a oscilação das marés (sizígia e quadratura) contribui para a delimitação dessas fronteiras, alterando o tamanho e a posição dessas divisões.

A zona de surf ou de arrebentação está restringida entre o ponto de quebra das ondas e o limite da baixamar (SHORT; WRIGHT, 1983). Adjacente à zona de surf, encontra-se o entremáres (praia) que está sujeita a inundações diárias pela ação das marés e que forma estratos com características ambientais heterogêneas (médio e supralitoral). O médiolitoral se estende entre os limites determinados pela baixamar e a preamar, o qual pode haver uma mudança acentuada na forma fisiográfica causada pelo acúmulo de material orgânico depositado pelas marés (zona de detrito) (SHORT, 1996). O supralitoral se encontra logo após a zona de detrito e se estende até a base das dunas frontais.

Essas divisões podem ser chamadas de fisiografias ou estratos fisiográficos, termo emprestado da geografia que significa: descrição da natureza, da terra e dos fenômenos naturais. Segundo Souza e Jiménez-

Rueda (2007) cada unidade fisiográfica apresenta uma fisionomia reconhecível e diferenciável das vizinhas e delimita uma porção da superfície terrestre com uma morfogênese específica dentro da qual se espera certa homogeneidade.

A praia e a zona de surf possuem um alto dinamismo e constantemente ajustam-se às flutuações dos níveis de energia locais (HOEFEL, 1998). Esses ambientes são compostos por sedimentos inconsolidados submetidos aos movimentos constantes das ondas e representam um habitat fisicamente instável para os organismos residentes (DUGAN *et al.*, 2000). Devido à mobilidade dos grãos nas praias arenosas, o sedimento se ajusta às condições das ondas, marés e correntes originando variação nas propriedades texturais e de massa, como por exemplo, a permeabilidade e a porosidade (McLACHLAN; BROWN, 2006). Deste modo, as praias são sensíveis a reajustes em seus estados de equilíbrio que altera sua morfologia em decorrência de tempestades, incidência de sistemas frontais com agitação marítima associada ou marés meteorológicas (QUADROS *et al.*, 2007).

Três variáveis definem fisicamente os ambientes praias, o tamanho do grão do sedimento, regime de ondas e de marés (SHORT, 1996). A interação entre estes fatores determina o morfodinamismo da praia, categorizando-as entre dois extremos: praias refletivas sobre regime de micro marés (praias curtas com declividade acentuada) a praias dissipativas sobre regime de macro marés (praias longas com declividade suave) (SHORT, 1999). Além da categorização quanto ao morfodinamismo, às praias podem ser classificadas quanto sua exposição a ondas e ventos, como abrigadas ou protegidas, semiprotégidas e totalmente expostas (McLACHLAN; BROWN, 2006).

Nas dunas os processos eólicos dominam o transporte de sedimentos determinando a própria formação desse ambiente. A anteduna ou duna frontal ocorre principalmente em praias dissipativas dominadas por ondas (CARTER, 1990), que segundo Calliari *et al.* (2005) são definidas como cordões paralelos a linha de costa e formadas depois do pós-praia quando sedimentos, preferencialmente de granulometria fina, são transportados pelo vento e depositados quando encontram algum tipo de barreira (vegetação ou detrito).

De acordo com Hesp (2002) as dunas frontais possuem duas categorias principais: dunas incipientes (ou embrionárias) e dunas estabelecidas, podendo estas variar morfológica e ecologicamente (na densidade ou diversidade vegetal). Essa variação depende da contribuição da energia das ondas e do vento sobre o transporte de areia (SHORT; HESP, 1982) e da seleção das espécies vegetais. As dunas litorâneas destacam-se entre os ecossistemas da zona costeira de relevância ecológica, social e econômica. Além disso, devido sua diversidade peculiar de flora e fauna e sua dinâmica ambiental singular, os ambientes dunares têm demonstrado alto valor científico (CORDAZZO *et al.*, 2006). Naturalmente, a formação de dunas e sua vegetação são partes essenciais das praias arenosas. Ajudam a preservar as características do ambiente costeiro, servindo de anteparo e protegendo as terras mais interiores contra a ação de ressacas e ondas de tempestade (PORTZ, 2008).

A ameaça mais importante que as praias arenosas e suas dunas sofrem é a perda ou a fragmentação do habitat (BROWN; McLACHLAN, 2002) causada pela crescente perturbação antrópica (urbanização) e pela elevação do nível do mar ocasionada pelas mudanças climáticas (IPCC, 2007; SCHLACHER *et al.*, 2008). Essas ameaças implicam em modificações ambientais que afetam a uma fauna altamente adaptada, constituída principalmente de invertebrados (crustáceos, poliquetas e moluscos) (VELOSO *et al.*, 1997; GIANUCA, 1997) que são pouco notados, principalmente por possuírem coloração críptica, tamanho reduzido ou hábito escavador (McLACHLAN; BROWN, 2006).

As dunas são habitadas particularmente por insetos, reptéis e mamíferos (GIANUCA, 1997), mas também servem de abrigo para os ninhos de diversas aves (VOOREN, 1998). Esses organismos respondem positivamente a presença de vegetação e ao aumento de cobertura. Os aracnídeos e os crustáceos podem ser abundantes nas regiões mais próximas da praia, geralmente nas dunas frontais (McLACHLAN, 1991).

Dentre os animais mais conspícuos que habitam ambos os sistemas (marinho e terrestre) em costas tropicais e subtropicais do mundo inteiro estão os caranguejos do gênero *Ocypode* (Fabricius, 1978). O destaque do gênero

nesse ambiente está ligado ao seu tamanho relativo (em relação aos demais invertebrados praias), padrão de atividade, distinto comportamento de construção de tocas (BROWN; McLACHLAN, 1990) e dieta generalista oportunista (WOLCOTT, 1978; CHAN *et al.*, 2006; TURELI *et al.*, 2009). Tais caranguejos ocupam um habitat de forte gradiente e estresse ambiental, considerado um ecossistema de transição ou ecótono.

Todas as espécies do gênero *Ocypode* cavam tocas independentemente de tamanho e sexo (DE, 2005), utilizando-as como refúgio ao estresse climático durante o dia, e bem como contra predadores (principalmente, as aves costeiras) (CHAKRABARTI, 1981). Levando em consideração que os métodos ecológicos de determinação de distribuição ou dispersão das populações assumem que cada indivíduo é um ponto no espaço (PIELOU, 1969), a contagem e mensuração realizada através das tocas faz desses organismos ideais para estudos de dispersão e comportamento social relativo a espaço (LIGHTER, 1977).

O interesse científico por estes caranguejos tem aumentado nas últimas décadas. Através de uma simples cientometria (dados do portal *Web of Knowledge*), constata-se que o número de artigos com o termo “ocypode” no título é de aproximadamente 250 ([FIGURA 0.1](#)) com o índice H de 24. Sendo esses valores bem maiores do que para os demais gêneros presentes nas praias arenosas. De forma geral os caranguejos do gênero *Ocypode* são considerados peças chave do ecossistema de praias arenosas, sendo responsável por grande parte do fluxo de energia entre o mar, a praia e a duna (WOLCOTT, 1978). Contudo, muito do crescente interesse está associado à utilização desses organismos como bioindicadores de perturbações antrópicas.

No entanto ainda há uma enorme carência de estudos sobre os fatores naturais que determinam os padrões de distribuição da espécie. Tal ausência dificulta muito na interpretação dos padrões “naturais” de distribuição, tornando a observação da resposta à perturbação antrópica às vezes confusa ou inconclusiva.

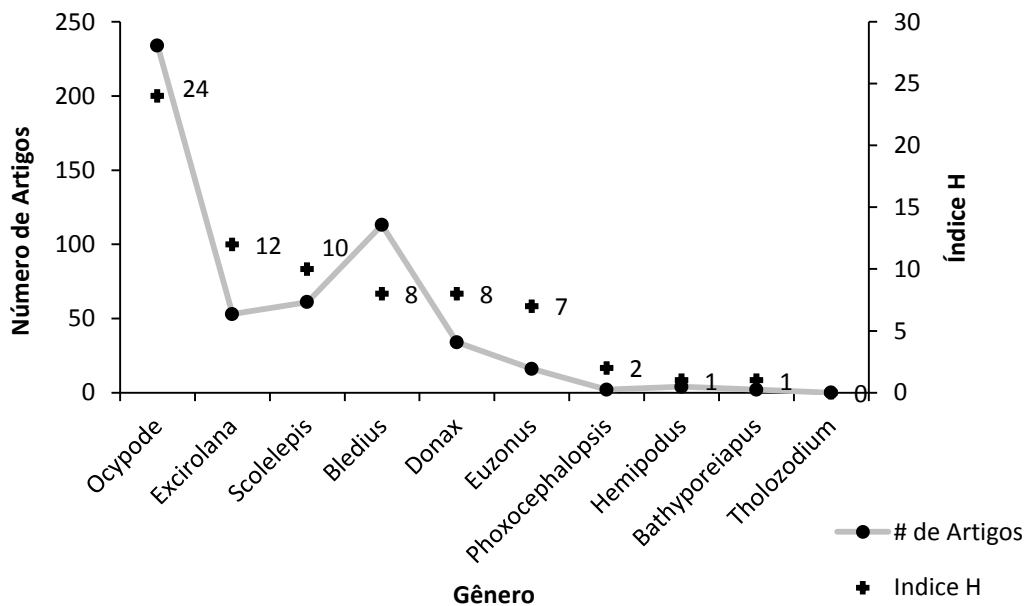


Figura 0.1 - Número e índice H dos artigos publicados no portal *Web of Knowledge* com os principais gêneros animais no título do trabalho encontrados nas praias arenosas (em 07/12/2012).

Desta forma, essa dissertação tem como objetivo principal contribuir para o conhecimento da ecologia da espécie *Ocypode quadrata*, estudando a influência dos estratos fisiográficos da zona litoral ativa sobre a distribuição e abundância da espécie em praias do litoral paranaense (Brasil), considerando as alterações naturalmente induzidas pelo ambiente ([Capítulo 1](#)) e as possíveis alterações induzidas por perturbação antrópica ([Capítulo 2](#)), os quais são apresentados na forma de artigo científico seguindo as normas de diferentes periódicos.

REFERÊNCIAS

ATTRILL, M. J.; RUNDLE S. D. Ecotone or ecocline: ecological boundaries in estuaries. **Estuarine, Coastal, and Shelf Science**, a. 55, p. 929-936, 2002.

BROWN, A. C.; McLACHLAN, A. **Ecology of Sandy Shores**. Amsterdam: Elsevier, 1990.

BROWN, A.C.; McLACHLAN, A. Sandy shore ecosystems and the threats facing them: some predictions for the year 2025. **Environmental Conservation**, a. 29, p. 62–77, 2002

CALLIARI, L. J.; PEREIRA, P. S.; OLIVEIRA, A. O.; FIGUEIREDO, S.A. Variabilidade das dunas frontais no litoral norte e médio do Rio Grande do Sul, Brasil. **Gravel**, a. 3, p. 15-30, 2005.

CARTER, R. W. G. Geomorphology of the Irish coastal dunes. **Catena Supplement**, a. 18, p. 31-40, 1990.

CHAKRABARTI, A. Burrow patterns of *Ocypode ceratophthalma* Pallas and their environmental significance. **Journal of Paleontology**, a. 55, p. 431–441, 1981.

CHAN, B. K. K.; YU CHAN, K. K.; LEUNG, P.C.M. Burrow architecture of the ghost crab *Ocypode ceratophthalma* on a sandy shore in Hong Kong. **Hydrobiologia**, a. 560, p. 43-49, 2006.

CORDAZZO, C. V.; PAIVA, J. B.; SEELIGER, U. **Guia Ilustrado Plantas das dunas da Costa Sudoeste Atlântica**. Pelotas: USEB, 2006.

DE, C. Biophysical model of intertidal beach crab burrowing: Applications and significance. **Ichnos**, a. 1, p. 11–30, 2005.

DUGAN, J. E.; HUBBARD, D. M.; LASTRA, M. Burrowing abilities and swash behavior of three crabs, *Emerita analoga* Stimpson, *Blepharipoda occidentalis* Randall and *Lepidopa californica* Efford (Anomura, Hippoidea), of exposed sandy beaches. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, a. 255, n. 2, p. 229-245, 2000.

GIANUCA, N. M. A fauna das dunas costeiras do Rio Grande do Sul. **Oecologia Brasiliensis**, a. 3, p. 121-133, 1997.

HESP, P. Foredunes and blowouts: initiation, geomorphology and dynamics. **Geomorphology**, a. 48, p. 245-268, 2002.

HOEFEL, F. G. **Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica**. Itajaí: Editora da Univali, 1998

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

LIGHTER, F. J. **The social use of space: aspects of ecology, ethology and endocrinology in the ghost crabs *Ocypode ceratophthalmus* (Pallas) and *Ocypode laevis* Dana** Honolulu, 149 p. Tese (Doutorado em Philosophy) - University of Hawaii at Manoa, 1977.

McGWYNNE, L. E.; McLACHLAN, A. **Ecology and management of Sandy coasts.** Report. 30, Institute for Coastal Research, Port Elizabeth, South Africa, 83pp., 1992.

McLACHLAN, A. Ecology of coastal dunes. **Journal of Arid Environments**, a. 21, p. 229–243, 1991.

McLACHLAN, A.; BROWN, A. **The ecology of sandy shores.** San Diego: Academic Press, 2006.

ODUM, E. P.; THOMSON, G.W.B. **Fundamentos de Ecologia.** São Paulo: Editora Cengage Learning, 2007.

PIELOU, E. C. **An introduction to mathematical ecology** New York: Wiley-Interscience, 1969.

PORTZ, L.C. **Contribuição para o estudo do manejo de dunas: caso das praias de Osório e Xangri-Lá, litoral norte do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, 128 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

QUADROS, C. J. L.; MARONE, E.; ANGULO, R. J.; MARTINS, G. J.; NETTO, J. P. B. Jr. Dinâmica morfosedimentar associada à incidência de sistemas frontais em duas praias do litoral Paranaense. **Boletim Paranaense de Geociências**, a. 60, p. 65–74, 2007.

SCHLACHER, T.A.; SCHOEMAN, D.S; DUGAN, J.; LASTRA, M.; JONES, A.; SCAPINI, F.; McLACHLAN, A. Sandy beach ecosystems: key features, sampling issues, management challenges and climate change impacts. **Marine Ecology** a. 29, v.1, p. 70-90, 2008.

SHORT, A. D. The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. **Revista Chilena de Historia Natural**, a. 69, p. 598–604, 1996.

SHORT, A. D.; HESP, P. A. Wave, beach and dune interaction in southeastern Australia. **Marine Geology**, a. 48, v.3-4, p. 259-284, 1982.

SHORT, A. D.; WRIGHT, L. D. Physical variability of Sandy beaches. In 'Sandy Beaches as Ecosystems'. (Eds McLACHLAN, A.; ERASMUS, T.) **Developments in Hydrobiology**, a. 19, p. 133–45, 1983.

SHORT, A. **Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics**. New York: John Wiley e Sons, 1999.

SOUZA, A. A.; JIMÉNEZ-RUEDA, J. R. Análise fisiográfica e morfoestrutural no reconhecimento de padrões de solos no Município de Porto Velho - RO. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, p. 6981-6985, 2007.

TINLEY, K. L. **Coastal dunes of South Africa**. África do Sul: South African National Scientific Programmers, Report n° 109, 300pp., 1985.

TÜRELI, C.; DUYSAK, O.; AKAMCA, E.; KIYAGI, V. Spatial distribution and activity pattern of the ghost crab, *Ocypode cursor* (L., 1758) in Yumurtalik Bay, North – Eastern Mediterranean - Turkey. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, a. 8, n. 1, p. 165-171, 2009.

VELOSO, V. G.; CARDOSO, R. S.; FONSECA, D. B. Spatio-temporal characterization of the intertidal macrofauna community of Prainha beach (Recreio dos Bandeirantes), State of Rio de Janeiro. **Oecologia Brasiliensis**, a. 3, p. 213-225, 1997.

VOOREN, C. M. Aves Marinhas e Costeiras. In: SEELIGER, U.; ODERBRECHT, C.; CASTELLO, J.P. (orgs.) **Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil**. Rio Grande: Editora Ecoscientia, p. 170-176, 1998.

WOLCOTT, T.G. Ecological role of ghost crabs, *Ocypode quadrata* (Fabricius) on an ocean beach: scavengers or predators? **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. a. 31, p. 67-82, 1978.

Capítulo I. Influência dos estratos fisiográficos na distribuição e abundância do caranguejo *Ocypode quadrata* em uma praia de Pontal do Paraná – Paraná.

1.1 INTRODUÇÃO

Os caranguejos do gênero *Ocypode* Fabricius, 1778, mais comumente conhecidos como caranguejos fantasmas, são encontrados ao longo da costa em praias arenosas de clima tropical e subtropical (DAHL, 1952-53; BARRASS, 1963). Atualmente, existem pelo menos 26 espécies de *Ocypode* reconhecidas (revisado por NG *et al.*, 2008).

A biologia do gênero *Ocypode* foi deveras estudada, principalmente quanto a sua fisiologia (FARRELLY; GREENAWAY, 1994; WEINSTEIN, 1998), reprodução (SCHÖBER; CHRISTY, 1993; TROTT, 1998) e locomoção (BLICKHAN *et al.*, 1993; WEINSTEIN, 1995). Quanto à ecologia, o gênero foi particularmente estudado em razão da sofisticação de seu comportamento dispersivo (BARRASS, 1963; HUGHES, 1966; RAO, 1968; JONES, 1972; VANNINI, 1980) que está associado a diversos fatores abióticos, como por exemplo, a temperatura, o vento e características do sedimento. Os raros estudos comportamentais do gênero mostram espécies com diferentes ritmos de atividade ao longo do dia. Os estudos de Balss² (1927 citado por DAHL, 1952-53) afirmam que as espécies de *Ocypode* preferem procurar seu alimento de dia. Crane (1947) observou na costa oeste da América tropical, que *O. gaudichaudii* habita praias abrigadas e é principalmente diurno, enquanto *O. occidentalis* que habita praias expostas é noturno. A plasticidade comportamental (tanto em nível de gênero como de espécie) pode ser explicada devida à predação, diferentes dietas ou fatores antrópicos.

A predação de caranguejos do gênero *Ocypode* foi observada por Gianuca (1997), Blankensteyn (2006) e Branco *et al.* (2010) é causada essencialmente por aves como gaviões, gaivotas e corujas tanto nos horários

² BALSS, H. Decapoda. **Kiikenthal, Handbuch der Zoologie**, a. 3, n. 1, 1927.

diurnos como noturnos. Desta forma, a atividade do caranguejo poderia estar atrelada a presença ou ausência dos predadores.

Quanto à dieta sabe-se que os caranguejos do gênero são descritos tipicamente como predadores de invertebrados praias (GIBSON-HILL, 1947; HUGHES, 1966; WOLCOTT, 1978; STRACHAN *et al.*, 1999), mas são também considerados necrófagos e detritívoros (KOEPCKE, 1953; HUGHES, 1966; JONES, 1972; TROTT, 1988) o que demonstra que as espécies são oportunistas e estão adaptadas a obter os recursos necessários de formas bem variadas.

Como todos os caranguejos do gênero, cavam tocas independentemente do tamanho e sexo (DE, 2005). A estimativa de densidade pode ser realizada através da contagem das mesmas, que é considerada uma técnica extremamente simples, rápida e pouco impactante (WARREN, 1990). Somando a todos esses fatores à rápida resposta comportamental e a facilidade metodológica pouco impactante, tornou esses organismos verdadeiros indicadores de perturbações antrópicas em praias do mundo inteiro (STEINER; LEATHERMAN, 1981; BARROS, 2001).

No Brasil, o caranguejo *Ocypode quadrata* Fabricius, 1787 é a única espécie do gênero e habita desde praias oceânicas expostas (e.g. ALBERTO; FONTOURA, 1999; BLANKENSTEYN, 2006; BRANCO *et al.*, 2010) ou protegidas (TURRA *et al.*, 2005) até as estuarinas (ROSA; BORZONE, 2008). A espécie é conhecida vulgarmente como caranguejo-fantasma, vasa-mar, guaru, guri, maria-farinha ou siripadoca e distribui-se ao longo de todo o litoral brasileiro (MELO, 1996). A distribuição da espécie *O. quadrata* no ambiente costeiro é sempre atrelada a região entremarés (POWERS, 1977), contudo a presença desses organismos nas dunas é muitas vezes observada, porém reconhecida pela maior parte dos pesquisadores como um habitat eventual (e.g. MELO, 1996). Todavia, pouco se sabe sobre a real importância e influência desses “refúgios”, sendo que a maioria dos trabalhos, com exceção de Branco *et al.* (2010), não tem incluído o ecossistema terrestre da zona de litoral ativa nas avaliações e estudos da espécie.

Por outro lado, tanto para *O. quadrata* como para as demais espécies do gênero, a segregação etária está bem documentada, ocorrendo uma predominância de indivíduos jovens na região do médiolitoral e no começo do supralitoral, enquanto que os adultos ocupam somente o supralitoral, com uma clara tendência que mostra quanto mais longe do mar à toca está, maior ela será (DUNCAN, 1986; FREY; MAYOU, 1970; HILL; HUNTER, 1973, FISHER; TEVESZ, 1979; ALBERTO; FONTOURA, 1999; TURRA *et al.*, 2005).

As populações de *O. quadrata* em praias com elevado grau de antropização e/ou urbanização vem sofrendo uma série de perturbações como contínuo pisoteamento por veranistas ou pelo tráfego de veículos, além da ocupação e destruição do ecossistema terrestre (dunas) (WOLCOTT; WOLCOTT, 1984; TURRA *et al.*, 2005; BLANKENSTEYN, 2006; SCHLACHER *et al.*, 2007). Desta forma, a espécie tem sido empregada como um indicador da saúde das praias e mostra-se viável para estudos de monitoramento em curto prazo (BARROS, 2001; LUCREZI *et al.*, 2009; SCHLACHER *et al.*, 2007 e 2011), porém com respostas conflitantes. Em parte, estes resultados conflitantes podem ser em razão do pouco conhecimento sobre a dependência ou relação da sua distribuição com o ambiente terrestre adjacente à própria praia, as dunas, onde geralmente não são feitas avaliações populacionais.

Devido à natureza complexa do ambiente em que a espécie *Ocypode quadrata* habita, existe uma necessidade de aprimorar o entendimento dos tipos de habitat criados pelos fatores abióticos que moldam a zona de litoral ativa em estratos. Desta forma, identificando e estudando a distribuição da espécie sobre a ótica desses estratos, que são constantemente moldados pelo regime de maré. Esperando assim que a espécie *O. quadrata* se distribua diferentemente em praias com a presença de estratos distintos, assim como com as alterações causadas pela situação de maré.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo Geral

Analisar o efeito dos estratos fisiográficos sobre a distribuição e abundância do caranguejo *Ocypode quadrata* no balneário de Pontal do Sul (Pontal do Paraná – PR) em dois setores praias próximos e fisiograficamente distintos.

Objetivos Específicos

- Determinar a estrutura da comunidade vegetal e os demais fatores ambientais em dois setores praias fisiograficamente diferentes.
- Comparar a distribuição e abundância de *Ocypode quadrata* nestes dois setores em duas situações diferentes de maré, sizígia e quadratura.

1.3 METODOLOGIA

1.3.1 Área de estudo

O litoral paranaense se estende por cerca de 100 km, entre os paralelos 25°12'S e 25°58'S e o meridiano 48°01'O. Sendo interrompido por pontos de costa rochosa e pelas baías de Paranaguá e Guaratuba (ANGULO, 1992). A planície costeira com cordões litorâneos possui sedimentos de textura arenosa homogênea, predominando areias finas e muito finas, bem e muito bem selecionadas (BIGARELLA *et al.*, 1978; TESSLER; SUGUIO, 1987; ÂNGULO, 1992). Baseado em critérios topográficos e morfológicos, bem como em algumas datações radiocarbônicas, Angulo (1992) separou os cordões litorâneos em pleistocênicos, com idades em torno de 120.000 anos, e holocênicos, com idade inferior a 5100 anos.

Ao norte do litoral, situa-se a praia de Superagüi com cerca de 40 km de extensão, no centro a praia de Leste com cerca de 30 km, ao sul a praia do Sul com 12 km e outras praias de extensão menor (ANGULO, 1992). Segundo Bigarella (2001) a largura das praias paranaenses varia em regra de 50 a 80 m, podendo, em certos lugares, como em Pontal do Sul, atingir 200 m, com inclinação geralmente suave e variável.

A praia do balneário Pontal do Sul ([FIGURA 1.1](#)), localizada no setor centro sul do estado, encontra-se parcialmente sobre a proteção da Ilha da Galheta e do Mel, exposta as correntes de maré estuarinas que formam barras e cavas submersas dinâmicas sujeitas a alterações causadas pelas condições climáticas (ANGULO; ARAÚJO, 1996), principalmente devido à proximidade da desembocadura do complexo estuarino de Paranaguá (ANGELOTTI; NOERNBERG, 2010). As ondas, ao encontrarem tais obstáculos, perdem energia gradativamente formando várias arrebentações aos olhos de um observador na praia.

As praias dessa região são consideradas por Angulo e Araújo (1996) como costa de desembocadura, na qual a instabilidade está relacionada a variações de feições submersas e semisubmersas, interpretadas por Angulo

(1993) como deltas de maré. Segundo Angulo (1999) esses deltas provocam importantes mudanças nas áreas costeiras próximas, tais como intensos processos de erosão e sedimentação e avanços ou recuos da linha de costa de centenas de metros em poucos anos.

O clima do litoral é classificado, segundo Koeppen, como Cfa: (C) clima pluvial temperado; (f) sempre úmido, com chuvas em todos os meses do ano e (a) temperatura média do mês mais quente acima de 22°C, com mata pluvial-tropical, orla de manguezais marginando as baías, culturas tropicais, região sem geadas noturnas (MAACK, 1981), com duas estações do ano bem definidas, um inverno seco e um verão úmido (VANHONI; MENDONÇA, 2008).

O regime de ventos é controlado pela influência da Alta do Atlântico Sul e pela passagem de sistemas frontais, predominando ventos dos setores ENE, E, ESSE e SE, com intensidade média de 4 m/s (CAMARGO *et al.*, 1996). Considerando os ventos com velocidades superiores a 8 m/s, verifica-se que em Pontal do Sul apenas os ventos sul e sulsudeste atingem essas velocidades, sendo provavelmente os que mais contribuem para a formação das dunas (ANGULO, 1993).

De forma geral as dunas ao longo da costa do Paraná, se estendem em dois níveis de cordões dunares (BIGARELLA, 2001). Contudo, no balneário de Pontal do Sul nota-se a presença de dunas frontais, com dunas incipientes e estabelecidas na faixa mais sul, enquanto que ao norte é formado um cordão dunar estabelecido parcialmente erodido (naturalmente) com a presença de uma falésia ou “*cliff*” (ANGULO, 1993).

A flora das dunas frontais possui uma composição típica, com espécies adaptadas a sobrevivência em um ambiente com várias adversidades, como mobilidade do substrato, alto teor salino, rápida drenagem, deficiência em matéria orgânica e aquecimento das camadas superficiais do substrato pela insolação direta (ANDRADE, 1976). Essa vegetação foi pouco estudada no litoral do Paraná, sempre de forma indireta. As dunas frontais embrionárias são constituídas principalmente por espécies do gênero *Sporobolus* (ANGULO, 1993). Bigarella *et al.* (1969) mencionam também *Gnaphalium* e alguns

arbustos, tais como *Verbena*, *Dodonaea* e *Psidium*, que cresceriam a sotavento, no pé da duna.

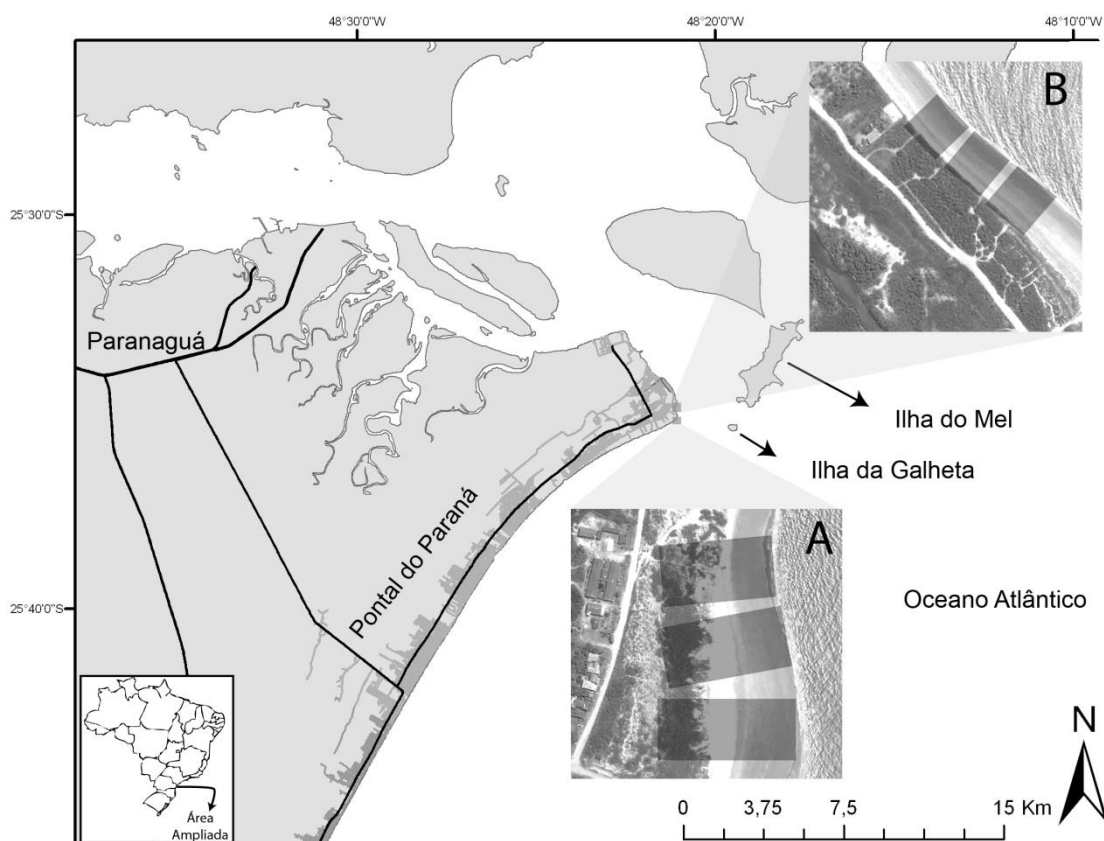


Figura 1.1 - Mapa da região central do litoral paranaense. Em destaque o balneário de Pontal do Sul demonstrando os setores (A e B) e os blocos amostrados.

Nas dunas frontais estabelecidas, as espécies frequentes são *Blutaparon portulacoides* (Amaranthaceae), *Ipomoea pes-caprae* e *Ipomoea stolonifera* (Convolvulaceae), *Paspalum vaginatum*, *Sporobolus virginicus*, *Stenotaphrum secundatum* e *Spartina ciliata* (Poaceae), *Hydrocotyle bonariensis* (Apiaceae) e *Cyperus obtusatus*, *C. polystachyos* e *C. ligulares* (Cyperaceae) (SILVA; BRITZ, 2005; BOEGER; GLUZEZAK, 2006). No balneário de Pontal do Sul, não foram realizados levantamentos fitossociológicos das dunas frontais.

1.3.2 Delineamento Amostral

As amostragens foram realizadas durante a primavera de 2011 em quatro (4) campanhas ([TABELA 1.1](#)) no Balneário de Pontal do Sul no município de Pontal do Paraná ([FIGURA 1.1](#)). Para a quantificação da comunidade vegetal as coletas foram realizadas durante a primeira campanha (25 de outubro) sendo repetidas apenas as coletas relativas ao *O. quadrata* nas demais campanhas. Foram escolhidas duas situações de maré, sizígia e quadratura, e cada situação foi replicada uma vez. As coletas foram sempre realizadas em horário de maré baixa.

Tabela 1.1 - Datas das campanhas amostrais realizadas no Balneário Pontal do Sul – Pontal do Paraná durante o ano de 2011.

Data	<i>O. quadrata</i>	Vegetação e Perfil	Maré (Lua)
25 e 26 /out	X	x	Sizígia (Nova)
30/nov e 01/dez	X		Quadratura (Crescente)
08 e 09 /dez	X		Sizígia (Cheia)
20 e 21 /dez	X		Quadratura (Minguante)

O arco praias escolhido possui dois (2) setores fisiograficamente diferentes e distantes aproximadamente 1 km entre si. O primeiro apresenta dunas frontais (Setor A) e no segundo há o desenvolvimento de um “cliff” (Setor B) ([FIGURA 1.2](#)). Devido à orientação e características morfodinâmicas tais setores são ligeiramente distintos, sendo o setor A considerado uma praia estuarina semiabrigada principalmente pela proteção da Ilha da Galheta, apresentando menor aporte de detrito orgânico e maior influência dos ventos dominantes e das ondas oceânicas. Em contrapartida, o setor B que pertence ao Parque Municipal do Rio Perequê, também uma praia estuarina, encontra-se mais abrigada pela Ilha do Mel, maior aporte de matéria orgânica em forma de detrito e sofre menor influência dos ventos dominantes e das ondas oceânicas.

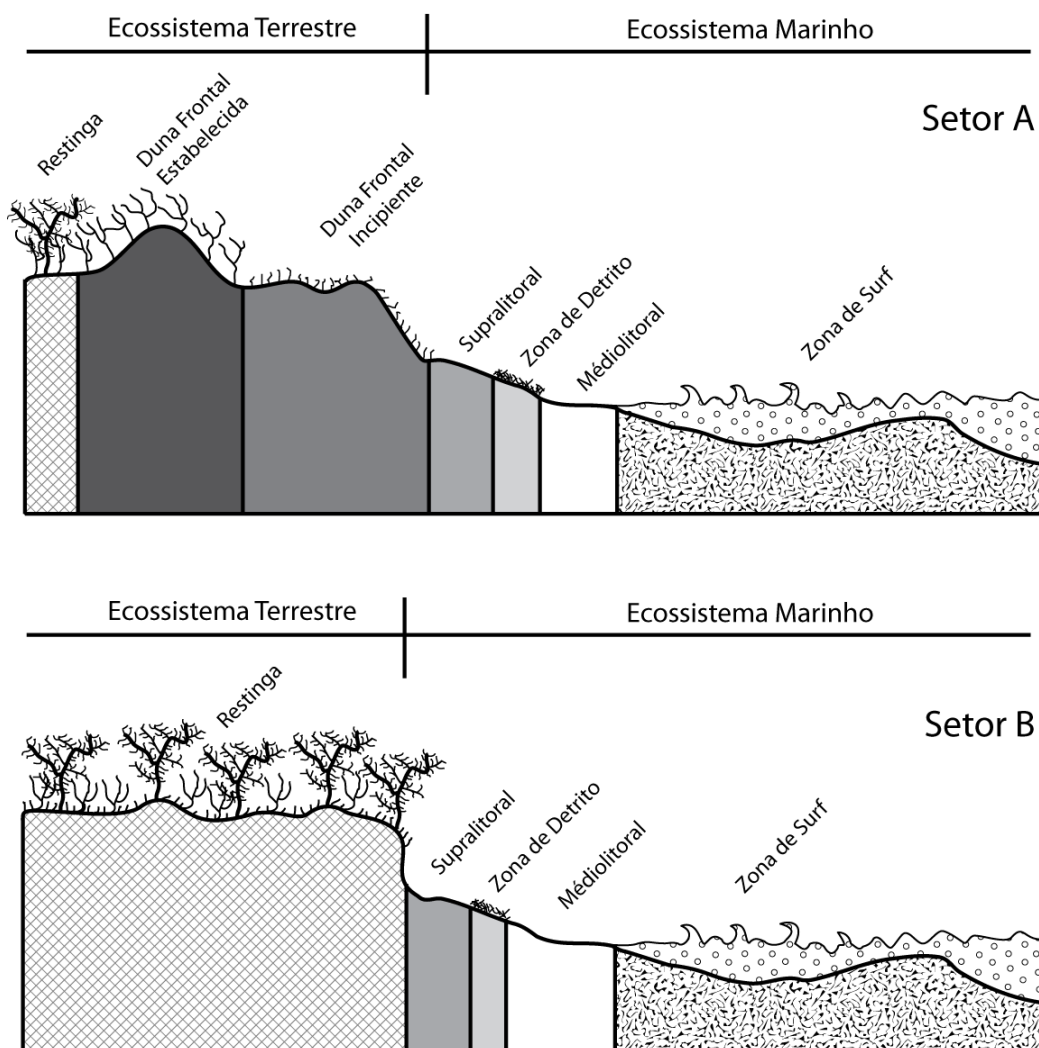


Figura 1.2 - Diagrama mostrando o perfil praiado e os estratos fisiográficos nos dois setores (A e B) da praia de Pontal do Sul no município de Pontal do Paraná (PR).

Em cada setor foram estabelecidos três (3) blocos de aproximadamente 70 metros de largura que se estenderam desde a linha d'água até a restinga arbustiva (marcada pela presença do arbusto *Dalbergia ecastophyllum*) e com uma distância mínima de 30 metros entre eles. Dentro de cada bloco, foram realizadas três (3) transecções, distribuídas aleatoriamente e perpendiculares à praia, constituídas por quadrados (1m²) concatenados por toda a sua extensão e fotografados um a um, para as demais análises.

As fotografias foram realizadas com o auxílio de um tripé adaptado ([FIGURA 1.3](#)) onde a câmera (Sony[®] DSC-W120 - 7,2 megapixels) foi direcionada com sua objetiva voltada para o chão. Para a determinação da

escala todas as fotografias foram feitas através de quadrado 1m x 1m a uma distância de 150 cm de altura.

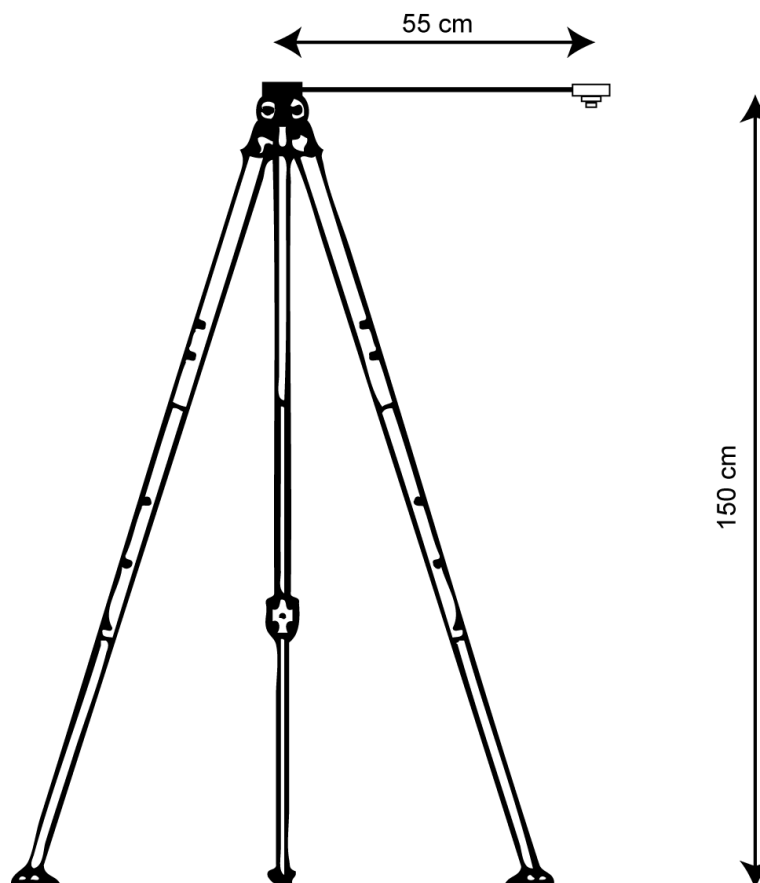


Figura 1.3 - Esquema do tripé adaptado utilizado para a aquisição das fotografias.

A identificação dos diferentes estratos fisiográficos foi realizada pelas observações em campo, posicionamento do quadrado e eventualmente pela interpretação das fotografias, observando a homogeneidade na presença ou ausência dos diferentes tipos de vegetação e detrito.

A estrutura da comunidade vegetal e o perfil praial (medido com um nível e régua metrada) foram mensurados em uma (1) transecção de cada bloco. Para quantificar a estrutura da comunidade vegetal foi utilizado o software Coral Count (KOHLENER; GILL, 2006) que sobrepõe 100 pontos aleatórios em cada fotografia (*quadrats*) e são posteriormente identificados. Desta forma, foram obtidas as seguintes variáveis: número de espécies (riqueza), número de

pontos com vegetação, número de pontos por espécie (frequência), número de pontos com areia, detrito ou outros. Posteriormente, foram obtidos a partir dos dados da comunidade vegetal, os índices de Shannon-Wiener, Simpson e equitabilidade de Pielou (BEGON *et al.*, 2007). Utilizando o software ImageJ (ABRAMOFF *et al.*, 2004; RASBAND, 2007) nas mesmas fotografias, foram estimadas a taxa de cobertura vegetal e de cobertura de detrito utilizando ferramentas de segmentação de imagens. Além disso, a altura da vegetação foi mensurada ainda em campo com um método chamado linha de intercepção, que considera todas as plantas que atingem a diagonal do quadrado.

Na tentativa de associar as variáveis fisiográficas e demonstrar a complexidade ambiental foi realizada uma análise de textura de cada quadrado fotografado, através de uma matriz de coocorrência dos níveis de cinza (GLCM, em inglês), método proposto por Haralick *et al.* (1973). Esta análise gera uma variável chamada entropia (ENT), que pode ser definida como um número quantificador da randomicidade da imagem, ou seja, quanto maior for este número, mais irregular, atípica ou despadronizada será a imagem analisada. Tal comparação é realizada entre todos os pixels da imagem.

A amostragem da distribuição e abundância do *Ocypode quadrata* consistiu na contagem e mensuração de tocas (ativas e inativas), identificadas nas próprias fotografias. Nas quantificações de tocas foi utilizada a abundância linear (tocas m^{-1}), ou seja, o número de tocas na extensão de cada estrato fisiográfico, e posteriormente pela soma do número de tocas nos estratos referentes ao ecossistema marinho (abundância linear praia) e na extensão total da transecção (abundância linear total). Para fins de comparação foi ainda calculado a densidade total de tocas (expresso em tocas m^{-2}), ou seja, o número total de tocas dividido pela extensão total da praia.

Os dados abióticos de temperatura do ar ($^{\circ}C$), pressão atmosférica (hPa) e velocidade do vento (m/s), importantes para atividade do caranguejo *Ocypode quadrata*, foram obtidos junto a estação meteorológica “Ilha do Mel” do Instituto Nacional de Meteorologia (<http://www.inmet.gov.br>).

1.3.3 Análise dos dados

Para identificar as diferenças na abundância de tocas foram realizados análises de variâncias hierárquicas entre número de tocas (ativas e inativas) total (considerando todos os estratos fisiográficos) e somente no ecossistema marinho (praia) aninhados aos fatores: maré (sizígia e quadratura), coleta (1 e 2), setor (A e B) e blocos (1, 2 e 3).

A distribuição das tocas no diferentes setores (A e B) foi analisada separadamente, através de uma análise de variância hierárquica entre o número de tocas (ativas e inativas) aninhado aos fatores: maré (sizígia e quadratura), coleta (1 e 2), estratos fisiográfico e blocos (1, 2 e 3). A mesma análise foi utilizada para identificar as diferenças entre o diâmetro da toca em relação à distribuição, através dos mesmos fatores.

Nos casos em que a análise indicou diferenças significativas no número de tocas entre os fatores analisados, estas foram discriminadas através do teste de comparação múltipla das médias de Student-Newman-Keuls (teste SNK).

Todos os dados foram testados quanto a sua homocedasticidade (Teste de Cochran) e normalidade da variância (Teste de Kolmogorov-Smirnov) *a priori* de sua utilização nas ANOVAs. Quando a normalidade e homocedasticidade não foram alcançadas, os dados foram transformados em $\log(x+1)$ (UNDERWOOD, 1997).

1.4 RESULTADOS

1.4.1 Dados Ambientais

A temperatura média durante as coletas foi maior na última campanha amostral (20/12), com a pressão atmosférica menor na segunda e quarta campanha (30/11 e 20/12, respectivamente). Não houve diferenças estatísticas entre as médias de velocidade do vento ([TABELA 1.2](#)).

Tabela 1.2 - Valor médio (\pm DP) dos dados ambientais (temperatura, pressão atmosférica e velocidade do vento) da estação meteorológica da Ilha do Mel referentes às quatro campanhas realizadas no balneário de pontal do sul no município de Pontal do Paraná (PR) durante o ano de 2011, entre as 8:00 e 12:00 da manhã. * demonstra as diferenças estatísticas na ANOVA.

Data	Temperatura (°C)	Pressão Atmosférica (hPa)	Velocidade do Vento (m/s)	Maré
25-out	20,46 (\pm 0,27)	1010,6 (\pm 0,89) *	1,60 (\pm 1,14)	Sizígia
30-nov	20,00 (\pm 1,55)	1007,8 (\pm 0,45)	0,80 (\pm 0,84)	Quadratura
08-dez	21,10 (\pm 0,60)	1010,8 (\pm 0,45) *	1,20 (\pm 0,45)	Sizígia
20-dez	24,34 (\pm 0,25) *	1008,6 (\pm 0,89)	2,20 (\pm 0,84)	Quadratura

1.4.2 Caracterização dos estratos fisiográficos

A partir das informações de campo e das interpretações fotográficas foram estabelecidos os seguintes estratos fisiográficos: médiolitoral (ML), zona de detrito (DR) e supralitoral (SP), que ocorrem na região praial de ambos os setores, duna frontal incipiente (DFI) e a estabelecida (DFE), que só ocorrem no setor A, enquanto a Restinga (RE) foi avaliada somente no setor B, já que no setor A este estrato ocorreu a uma grande distância, e sem registro da presença do caranguejo.

1.4.2.1 Médiolitoral

O perfil topográfico neste estrato é mais íngreme no setor B (2°) do que no A ($0,80^\circ$), resultando em uma maior extensão (aproximadamente 60 e 90 metros) ([FIGURA 1.4](#)). Além disso, esse estrato é totalmente sem vegetação ([FIGURA 1.5](#)) e constantemente umedecido devido ao diário movimento da

maré. Como essa região esteve abaixo da zona de detrito, apresentou valores ínfimos de cobertura de detrito, 0,53% (DP±0,61) no setor A e 1,27% (DP±1,79) no setor B ([FIGURA 1.6](#)), além de valores baixos de entropia, com médias de 6,66 (DP±0,34) no setor A e 6,67 (DP±0,48) no B ([FIGURA 1.8](#)).

1.4.2.2 Zona de Detrito

Essa região é compreendida pela faixa de deixa do detrito, composta principalmente de restos de vegetais superiores oriundos do estuário. Esteve localizada logo após o médiolitoral e se estendeu por aproximadamente 5 metros no setor A e 3 metros no setor B ([FIGURA 1.4](#)). Apresentou valores médios de cobertura de detrito diferentes em relação aos setores, com 8,28% (DP±7,26) no setor A e 15,07% (DP±13,40) no B ([FIGURA 1.6](#)). E valores médios de entropia de textura de 8,88 (DP±0,78) para o setor A e 8,31 (DP±0,74) para o B ([FIGURA 1.8](#)).

1.4.2.3 Supralitoral

O supralitoral é apenas borrifado por água salgada, a não ser em casos extremos de ressaca. Esteve localizado acima da região de detrito, podendo conter resquícios de detrito de antigas marés ([FIGURA 1.6](#)). Com médias de taxa de cobertura de detrito de 1,61% (DP±1,06) no setor A e 1,35% (DP±1,02) no B. A região é seca e apresenta sedimento móvel e com influência do vento para a mobilidade. No setor A, o supralitoral mediu aproximadamente 40 metros com declividade de 1,5° enquanto no setor B mediu 15 metros e declividade mais suave (0,7°) ([FIGURA 1.4](#)). Além disso, essa região eventualmente pode ser colonizada por espécies vegetais pioneiras (i.e. Setor A: *Ipomoea pes-caprae* e *Paspalum vaginatum*) (i.e. [FIGURA 1.5](#), Setor A - Bloco 3), contudo essas plantas são constantemente eliminadas pelas ressacas. Resultando em valores distintos de entropia de textura, 8,38 (DP±0,98) no setor A e 6,88 (DP±0,55) no B ([FIGURA 1.8](#)).

1.4.2.4 Duna Frontal Incipiente

A duna frontal incipiente possui muitas características semelhantes ao supralitoral, como o borrifamento de água do mar e a alta mobilidade do solo. Situa-se logo após o supralitoral e é marcada pela presença de vegetação halófila-psamófila. Esse estrato esteve presente apenas no setor A, logo após o supralitoral, e encontrou-se acima de 2 metros de altura em relação ao início do médiolitoral ([FIGURA 1.4](#)). A taxa de cobertura da vegetação demonstrou média de 4,76% (DP±3,63) ([FIGURA 1.5](#)). A altura média da vegetação para essa área foi de 8,39 cm (DP±6,37) ([FIGURA 1.7](#)). A riqueza de espécie variou de 1 a 5 espécies/m², mas chegou a dez espécies neste estrato fisiográfico. Entre elas, as mais frequentes são *Ipomoea pes-caprae* e *Paspalum vaginatum* com 5,20% e 3,68%, respectivamente ([TABELA 1.3](#)). Além disso, o ambiente se mostrou mais complexo do que os demais com valores médios de entropia de 8,77 (DP±0,68) ([FIGURA 1.8](#)).

1.4.2.5 Duna Frontal Estabelecida

Nesta região a probabilidade de borrifos e chegada da maré é quase nula, o ambiente possui um solo mais compacto e menos móvel. Situou-se após as dunas frontais incipientes, estando a mais de 2,5 metros da baixamar ([FIGURA 1.4](#)). A taxa de cobertura da vegetação ([FIGURA 1.5](#)) apresentou uma média de 13,46% (DP±3,70). Já a altura média da vegetação foi muito mais elevada ([FIGURA 1.7](#)), apresentando 39,05 cm (DP±22,83) variando aproximadamente de 7 a 70 cm. Foram observadas de 1 a 6 espécies/m², com riqueza total de seis espécies no estrato fisiográfico. A espécie mais frequente e extremamente dominante foi a gramínea *Panicum racemosum* sendo responsável por 46,88% da cobertura dos 52,50% ocupado por todas as plantas ([TABELA 1.3](#)). A entropia da textura dessa região mostrou-se elevadíssima, com valor médio de 10,4 (DP±0,14) ([FIGURA 1.8](#)).

1.4.2.6 Restinga

Devido às peculiaridades do local de estudo, provavelmente essa região também receba borrifos de água do mar, bem como inundações em eventos de maré altas. No setor A, a restinga situou-se após as dunas frontais, a uma distância maior de 100 metros, motivo pelo qual e não foi amostrada. No setor B a restinga encontrou-se logo acima de um “cliff” (aprox. 70 cm) após o supralitoral ([FIGURA 1.4](#)). Apresentou taxa média de cobertura de vegetação ([FIGURA 1.5](#)) de 18,36% (DP±7,54). A altura da vegetação variou 1 a aproximadamente 60 cm, com a média de 25,31 cm (DP±20,42) ([FIGURA 1.7](#)). Foi observada 1 a 5 espécies/m², porém, foram contabilizadas sete espécies nesse estrato fisiográfico, sendo mais frequente a gramínea *Stenotaphrum secundatum* ocupando 28,8% ([TABELA 1.3](#)). Além disso, a média da entropia da textura foi de 10,24 (DP±0,08) ([FIGURA 1.8](#)).

1.4.2.7 Comparação entre os estratos fisiográficos terrestres

A área coberta pela vegetação ou por detrito foi diferenciado no sentido mar-continente em ambos os setores. Com porcentagens de cobertura vegetal ([FIGURA 1.5](#)) que gradativamente aumentam conforme se distanciam do mar no setor A. Já no setor B, a área praial passa da cobertura 0 (zero) a 30% em menos de cinco metros. A cobertura de detrito ([FIGURA 1.6](#)) marinho no sentido mar-continente se instituiu de forma diferente, com acúmulos no estrado zona de detrito (DR), mas também foi possível encontrar faixas antigas no estrato supralitoral (SP) chegando a 10% no setor A e 40% no setor B. A altura média da vegetação ([FIGURA 1.7](#)) mostrou o mesmo padrão que a cobertura da vegetação, aumentando gradativamente no sentido continente no setor A e com um aumento abrupto no setor B. A entropia da textura ([FIGURA 1.8](#)) que resumidamente nos mostra a complexidade ambiental, foi representada no setor A por um aumento gradativo em direção as dunas, no entanto, no setor B altas entropias foram observadas nos estratos fisiográficos com altas concentrações de detrito e posteriormente na região de restinga.

A [TABELA 1.3](#) apresenta os resultados sumarizados quanto à cobertura vegetal dos três estratos fisiográficos do ecossistema terrestre. A duna frontal

incipiente apresentou apenas 11,87% de cobertura, caracterizando um ambiente com espécies menos agregadas formando um ambiente mais heterogêneo. A duna frontal estabelecida é um ambiente mais homogêneo e apresentou cobertura vegetal chegando a 52,5%. Enquanto isso, a restinga também homogênea foi coberta 43% por vegetação. Dentre os três estratos o mais diverso foi a duna frontal incipiente com índice de Shannon-Wiener (H') de 1,4, posteriormente a restinga com 1,17 e por último a duna frontal estabelecida com 0,49. O mesmo resultado foi observado para o índice de Simpson. Enquanto a equitabilidade de Pielou foi mais baixa na duna frontal estabelecida (0,038), seguida pela restinga (0,0898) e a duna frontal incipiente (0,1075).

Tabela 1.3 - Soma do número de pontos e frequência (%) das espécies vegetais encontradas nos respectivos estratos fisiográficos (Duna Frontal Incipiente, Duna Frontal Estabelecida e Restinga) de um trecho de praia em Pontal do Sul - Pontal do Paraná.

Espécies	Estrato Fisiográfico					
	Duna Frontal Incipiente		Duna Frontal Estabelecida		Restinga	
	Pontos	Freq.	Pontos	Freq.	Pontos	Freq.
<i>Apium spp.</i>	5	0,07	0	0,00	0	0,00
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	390	5,20	18	2,25	0	0,00
<i>Gamothea americana</i>	2	0,03	3	0,38	0	0,00
<i>Blutaparon portulacoides</i>	20	0,27	0	0,00	0	0,00
<i>Polygala cyparissias</i>	5	0,07	9	1,13	0	0,00
<i>Panicum racemosum</i>	104	1,39	375	46,88	17	3,40
<i>Sporobolus virginicus</i>	80	1,07	4	0,50	0	0,00
<i>Paspalum vaginatum</i>	276	3,68	11	1,38	20	4,00
<i>Dalbergia ecastophyllum</i>	4	0,05	0	0,00	6	1,20
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	4	0,05	0	0,00	17	3,40
<i>Diodia radula</i>	0	0,00	0	0,00	9	1,80
<i>Ipomea spp.</i>	0	0,00	0	0,00	2	0,40
<i>Stenotaphrum secundatum</i>	0	0,00	0	0,00	144	28,80
Soma	890	11,87	420	52,50	215	43,00
Índice de Shannon-Wiener (H')	1,40		0,49		1,17	
Índice de Simpson (C)	0,69		0,20		0,53	
Riqueza Total	10		6		7	
Equabilidade de Pielou	0,10		0,04		0,09	
Pontos Analisados	7500		800		500	
Pontos com Areia, Detrito e Outros.	6610		380		285	

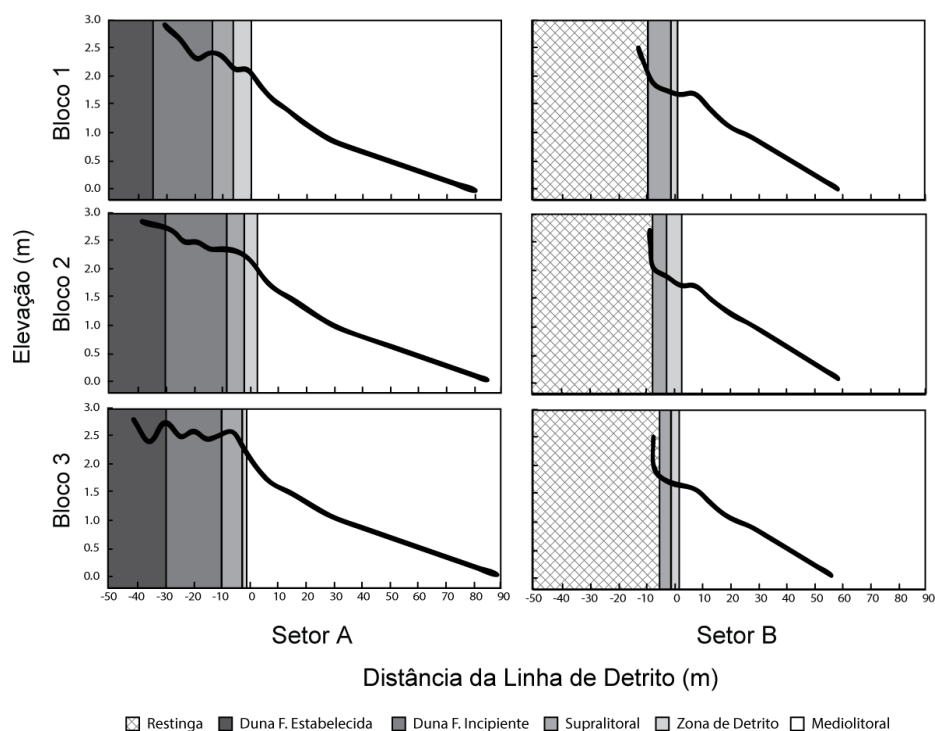


Figura 1.4 - Perfil topográfico (m) em relação a distância da linha de detrito (m) de cada bloco em dois setores (A e B) praias no Balneário de Pontal do Sul – Município Pontal do Paraná, obtidos no dia 25 de outubro de 2011. As mudanças de cores indicam alteração de estrato fisiográfico.

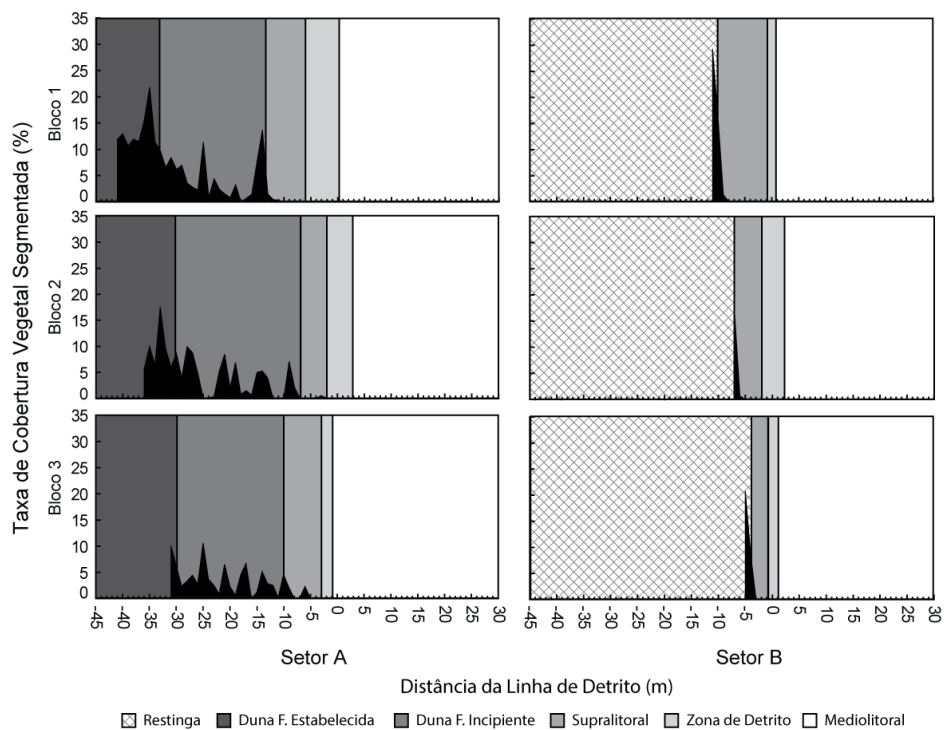


Figura 1.5 - Taxa de cobertura vegetal (%) em relação a distância da linha de detrito (m) de cada bloco em dois setores (A e B) praias no Balneário de Pontal do Sul – Município Pontal do Paraná, obtidos no dia 25 de outubro de 2011. As mudanças de cores indicam alteração de estrato fisiográfico.

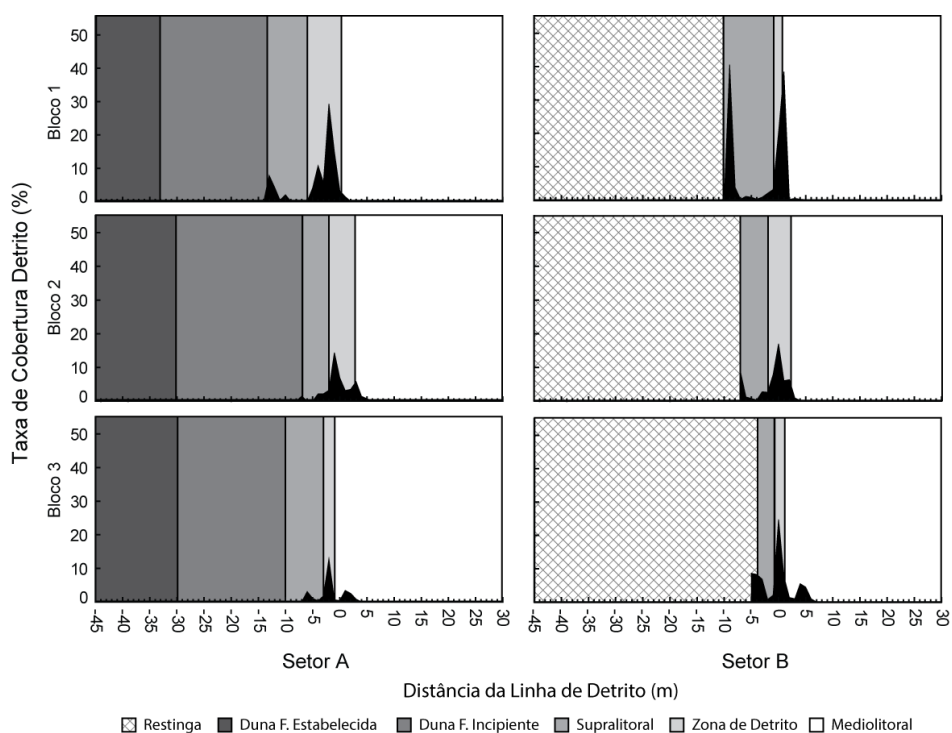


Figura 1.6 - Taxa de cobertura de detrito (%) em relação a distância da linha de detrito (m) de cada bloco em dois setores (A e B) praias no Balneário de Pontal do Sul – Município Pontal do Paraná, obtidos no dia 25 de outubro de 2011. As mudanças de cores indicam alteração de estrato fisiográfico.

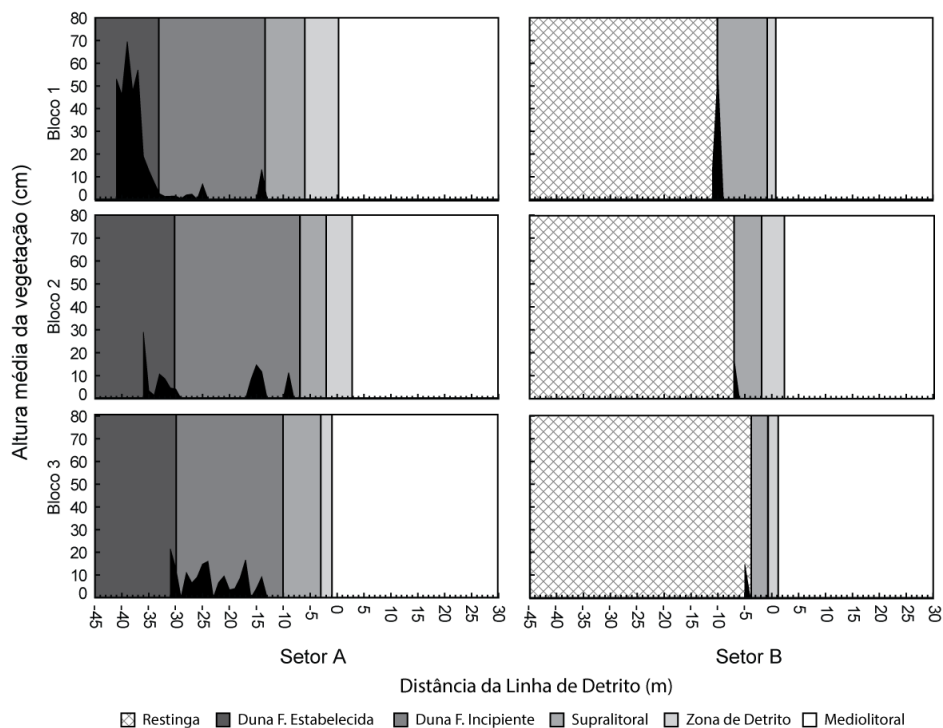


Figura 1.7 - Altura média da vegetação (cm) em relação a distância da linha de detrito (m) de cada bloco em dois setores (A e B) praias no Balneário de Pontal do Sul – Município Pontal do Paraná, obtidos no dia 25 de outubro de 2011. As mudanças de cores indicam alteração de estrato fisiográfico.

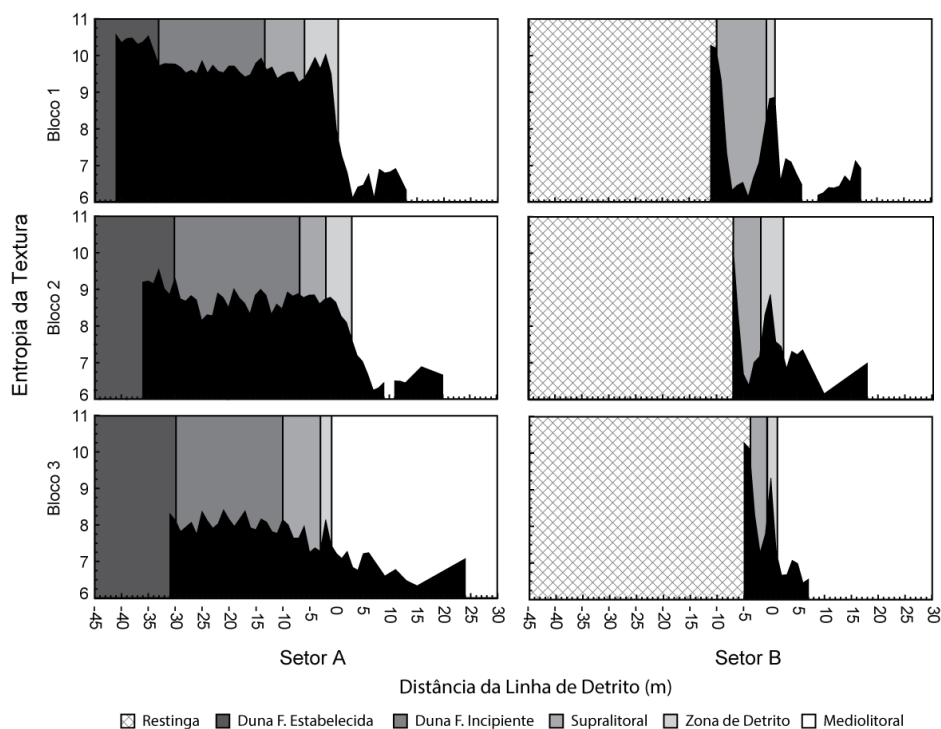


Figura 1.8 - Entropia da textura em relação a distância da linha de detrito (m) de cada bloco em dois setores (A e B) praias no Balneário de Pontal do Sul – Município Pontal do Paraná, obtidos no dia 25 de outubro de 2011. As mudanças de cores indicam alteração de estrato fisiográfico.

1.4.3 Abundância, densidade e distribuição de *Ocypode quadrata*

Ao todo foram analisadas 1625 tocas, tanto ativas e inativas. Durante as marés de sizígia foram registradas 414 tocas no setor A (271 inativas e 197 ativas) e 124 tocas no setor B (39 inativas e 85 ativas). Nas marés de quadratura foram contabilizadas 719 tocas no setor A (240 inativas e 479 ativas) e no setor B 368 tocas (144 inativas e 224 ativas). Além disso, 540 tocas ocorreram nos estratos fisiográficos terrestres (DFI, DFE e RE) representando 34% do total observado.

Considerando as amostragens realizadas durante a maré de quadratura, a abundância total de tocas. m^{-1} (ativas) variou entre 20 a 34 no setor A e de 3 a 21 no setor B. Equivalendo a densidades médias de 0,37 (DP \pm 0,08) tocas/ m^2 no setor A e 0,59 (DP \pm 0,29) tocas/ m^2 no setor B. A abundância total de tocas. m^{-1} (inativas) variou de 2 a 36 no setor A e de 0 a 24 no setor B, com

densidades médias de 0,19 (DP±0,12) e 0,35 (DP±0,31) tocas/m², respectivamente.

Durante as amostragens nas marés de sizígia, a abundância total de tocas.m⁻¹ (ativas) variou entre 3 a 24 no setor A e 1 a 7 no setor B. Com densidade média de 0,18 (DP±0,008) tocas/m² no setor A e 0,31 (DP±0,14) tocas/m² no B. Já a abundância total de tocas.m⁻¹ (inativas) variou entre 7 a 24 no setor A e 0 a 5 no setor B, com densidade média de 0,22 (DP± 0,07) tocas/m² no setor A e 0,15 (DP± 0,13) tocas/m² no B. Na [FIGURA 1.9](#) é possível visualizar que a abundância linear de tocas ativas (total e somente na região de praia) foi maior durante a maré de quadratura e no setor A ([TABELA 1.4](#)) do que na maré de sizígia e no setor B.

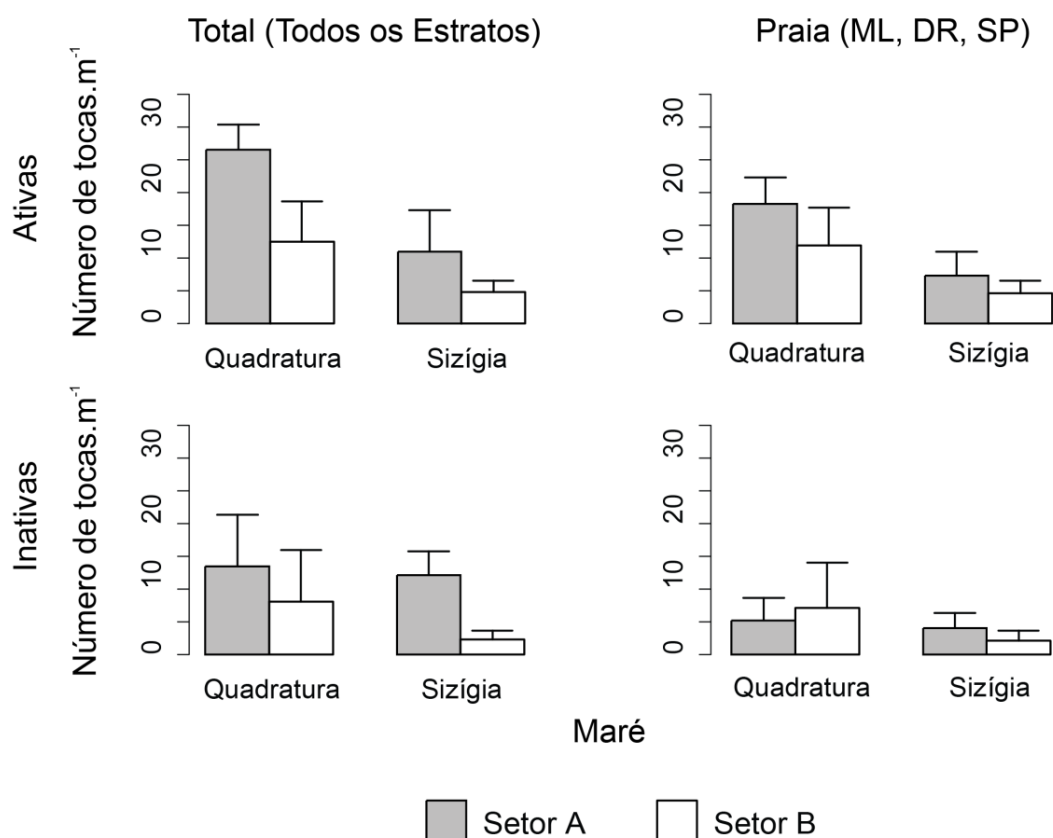


Figura 1.9 - Abundância média (± 1 DP) total e somente da região praial de tocas.m⁻¹ (ativas e inativas) do caranguejo *Ocypode quadrata* em diferentes setores (A e B) e marés (Sizígia e Quadratura) de uma praia de Pontal do Paraná. ML: Médiolitoral; DR: Zona de Detrito; SP: Supralitoral.

Tabela 1.4- Sumário da análise de variância hierárquica avaliando diferenças na abundância linear total e na região praial de tocas (ativas e inativas) de *Ocypode quadrata* entre as marés (sizígia e quadratura), coletas (1 e 2), setores (A e B), blocos (1, 2 e 3). (NS) Não significativo $p > 0,05$, (***) significativo $p < 0,001$.

Fonte de Variação	Total (tocas ativas m ⁻¹)				Praia (tocas ativas m ⁻¹)			
	Ef	df	F	p	Ef	Df	F	p
Maré	F	1	30,525	***	F	1	36,840	***
Coleta (Maré)	R	2	8,891	***	R	2	5,822	**
Setor	F	1	60,631	***	F	1	29,872	**
Bloco (Setor)	R	4	1,657	NS	R	4	1,033	NS
Maré * Setor	F	1	1,326	NS	F	1	0,586	NS
Maré * Bloco (Setor)	R	4	0,581	NS	R	4	0,693	NS
Erro		58				58		

Fonte de Variação	Total (tocas inativas m ⁻¹)				Praia (tocas inativas m ⁻¹)			
	Ef	Df	F	p	Ef	Df	F	p
Maré	F	1	1,280	NS	F	1	1,200	NS
Coleta (Maré)	R	2	11,317	NS	R	2	17,370	NS
Setor	F	1	55,783	**	F	1	1,757	NS
Bloco (Setor)	R	4	7,300	*	R	4	10,224	NS
Maré * Setor	F	1	39,249	**	F	1	17,658	*
Maré * Bloco (Setor)	R	4	0,168	NS	R	4	0,125	NS
Erro		58				58		

Quando considerada toda a transecção, as tocas inativas foram diferentes entre setores e maré (TABELA 1.4), demonstrando que a Setor A as abundâncias são as mesmas em relação as maré e maiores do que no Setor B, já no Setor B a abundância é maior na maré de quadratura. Quando considerada apenas a região praial, as tocas inativas (TABELA 1.4) ainda são diferentes em relação à maré e setor, sendo o setor B durante a maré de sizígia o único a apresentar menores abundâncias do que os demais.

Além disso, só foram evidenciadas diferenças estatísticas entre os blocos para as tocas inativas, quando analisadas em toda a transecção (TABELA 1.4), mas refletindo a diferença entre os setores ($B < A$). Desta forma, os blocos foram viabilizados como réplicas dos setores.

O caranguejo *O. quadrata* esteve presente em todos os estratos fisiográficos estudados (FIGURA 1.10). Além do mais, foi possível averiguar diferenças estatísticas na distribuição das tocas (ativas e inativas) tanto no setor A como no B, principalmente em relação à interação dos estratos fisiográficos e as situações de maré, com exceção das tocas inativas do setor A (TABELA 1.5).

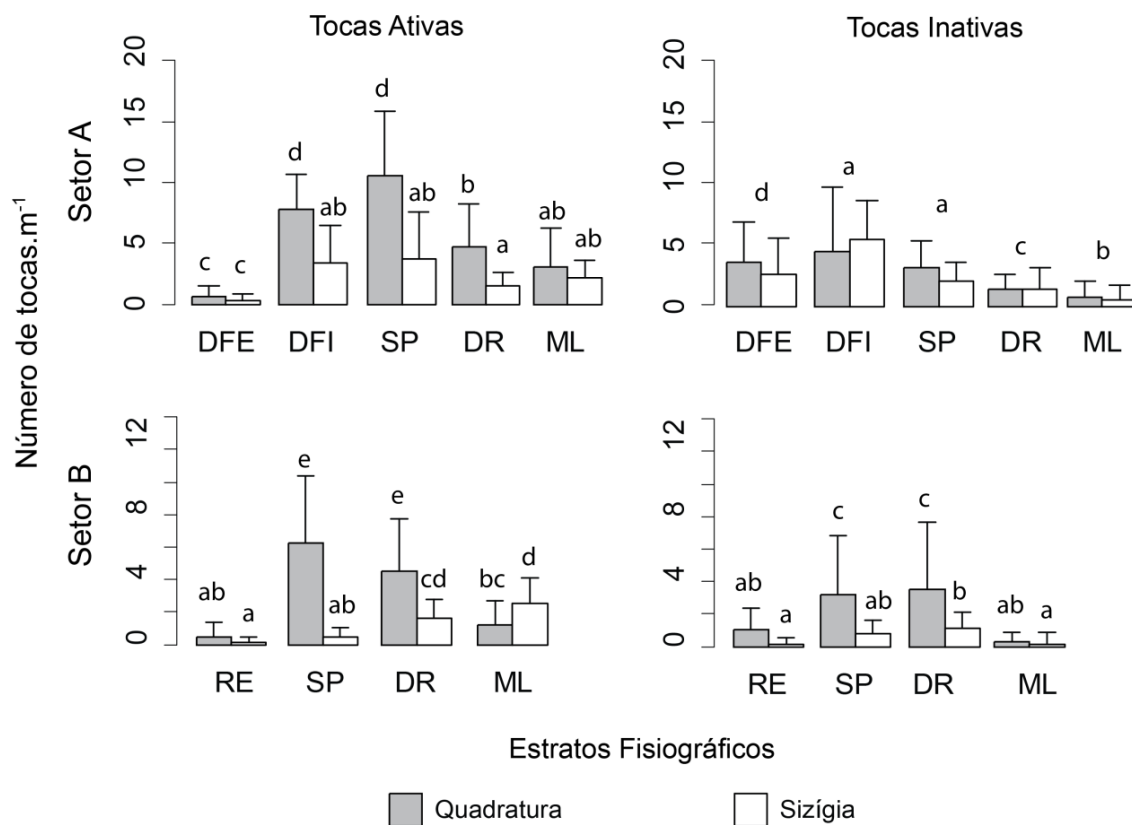


Figura 1.10 - Número médio (± 1 DP) de tocas.m⁻¹ (ativas e inativas) de caranguejos *Ocypode quadrata* separado por estratos fisiográficos, setores e marés de uma praia de Pontal do Paraná. ML: Médiolitoral; DR: Zona de detrito; SP: Supralitoral; DFI: Duna frontal incipiente; DFE: Duna frontal estabelecida; RE: Restinga. As letras marcam os grupos homogêneos no teste SNK.

As tocas de *O. quadrata* estiveram presente em todos os estratos fisiográficos do setor A, em diferentes proporções em relação a suas atividades (Ativas/Inativa): ML (4:1), DR (2,3:1), SP (2,7:1), DFI (1,1:1) e DFE (1:10). A maior abundância de tocas ativas foi observada no supralitoral e na duna frontal incipiente (FIGURA 1.10) com influência da maré diminuindo a abundância, mas não alterando a distribuição, as tocas inativas foram observadas nas dunas frontais (incipiente > estabelecida) e no supralitoral, mas sem a influência da maré (TABELA 1.5).

No setor B, onde não há dunas, as tocas são encontradas em diferentes proporções em relação a suas atividades (Ativas/Inativas): ML (8,5:1), DR (1,3:1), SP (1,7:1) e RE (1:2). Tanto as tocas ativas como inativas foram observadas na zona de detrito e no supralitoral (FIGURA 1.10), porém em menores quantidades. A distribuição das tocas inativas no Setor B, não foi

alterada pela maré, apenas reduzindo as abundâncias ([TABELA 1.5](#)). O mesmo não foi observado com as tocas ativas que durante a maré sizígia, ocorreram em maiores abundâncias nos estrados supralitoral e zona de detrito. Na maré de quadratura há uma alteração da distribuição para o médiolitoral e a zona de detrito ([FIGURA 1.10](#)).

Tabela 1.5 - Sumário da análise de variância hierárquica avaliando diferenças na abundância linear (total) de tocas de *Ocypode quadrata* entre as marés (sizígia e quadratura), coletas (1 e 2), Estrato (ML, DR, SP, DFI, DFE), blocos (1, 2 e 3) do setor A e B. (NS) Não significativo $p > 0,05$, (***) significativo $p < 0,001$.

Fonte de Variação	Tocas ativas m ⁻¹ – Setor A				Tocas inativas m ⁻¹ – Setor A			
	Ef	df	F	p	Ef	df	F	p
Maré	F	1	1,679	NS	F	1	0,198	NS
Coleta (Maré)	R	2	10,422	NS	R	2	2,818	NS
Estrato	F	4	37,812	***	F	4	10,406	***
Bloco (Estrato)	R	10	1,613	NS	R	10	1,431	NS
Maré * Estrato	F	4	10,427	***	F	4	1,300	NS
Maré * Bloco (Estrato)	R	10	0,483	NS	R	10	1,189	NS
Erro		148				148		
Fonte de Variação	Tocas ativas m ⁻¹ – Setor B				Tocas inativas m ⁻¹ – Setor B			
	Ef	df	F	p	Ef	df	F	p
Maré	F	1	19,786	***	F	1	0,036	NS
Coleta (Maré)	R	2	1,780	NS	R	2	21,370	NS
Estrato	F	3	49,847	***	F	3	20,162	***
Bloco (Estrato)	R	8	0,900	NS	R	8	2,274	NS
Maré * Estrato	F	3	41,956	***	F	3	4,084	*
Maré * Bloco (Estrato)	R	8	0,579	NS	R	8	0,355	NS
Erro		118				118		

O diâmetro da abertura da toca variou de 4,00 a 60,43 mm. Quando aplicada a fórmula de regressão de Alberto e Fontoura (1999) refletiu em caranguejos de 3,33 e 59,68 mm de largura do cefalotórax. Segundo esses autores o tamanho limite entre a fase jovem e adulto é 20 mm de largura de cefalotórax, que admite tocas um pouco maiores (≈ 21 mm).

O diâmetro das tocas em relação aos estratos fisiográficos foi diferente entre os setores. No setor A ([TABELA 1.6](#)) as tocas (ativas e inativas) foram maiores na duna frontal estabelecida, diminuindo na duna frontal incipiente, e menor ainda na região praial (ML, DR, SP). No setor B, só houve diferença entre as tocas ativas ([TABELA 1.6](#)), seguindo o mesmo padrão, com as tocas maiores ocorrendo na restinga, diminuindo no supralitoral e zona de detrito, e menores no médiolitoral.

Na [FIGURA 1.11](#) pode-se visualizar que a população é formada principalmente de caranguejos jovens que habitam todos os estratos fisiográficos. As tocas de caranguejos jovens (< 20 mm) ativas ocorreram em todos os estratos fisiográficos do setor A; as tocas de caranguejos jovens (< 20 mm) inativas localizam-se junto às ativas, mas sempre em menor proporção. Já as tocas de indivíduos adultos (> 20 mm) são mais escassas neste setor, porém aparecem ativas no supralitoral e duna frontal incipiente, e as inativas na duna frontal (incipiente e estabelecida).

No setor B a população é exclusivamente jovem e habita principalmente a região praial, as tocas ativas de caranguejos jovens (< 20 mm) ocorrem principalmente na região praial (ML, DR, SP) enquanto as inativas são mais comuns na zona de detrito e no supralitoral. As tocas (ativas e inativas) de caranguejos adultos (> 20 mm) quase não ocorrem nesse setor, a não ser nos estratos fisiográficos mais distantes do mar (DR, SP e RE).

Tabela 1.6 - Sumário da análise de variância hierárquica avaliando diferenças no diâmetro médio de tocas (ativas e inativas) de *Ocypode quadrata* entre as marés (sizígia e quadratura), coletas (1 e 2), Estrato (ML, DR, SP, DFI e DFE), blocos (1, 2 e 3) do setor A e B. (NS) Não significativo $p > 0,05$, (***) significativo $p < 0,001$.

Fonte de Variação	Tocas ativas – Setor A				Tocas inativas – Setor A			
	Ef	df	F	p	Ef	df	F	p
Maré	F	1	0,018	NS	F	1	1,371	NS
Coleta (Maré)	R	2	0,996	NS	R	2	0,149	NS
Estrato	F	4	10,641	***	F	4	29,126	***
Bloco (Estrato)	R	10	0,557	NS	R	10	0,340	NS
Maré * Estrato	F	4	0,312	NS	F	4	0,1340	NS
Maré * Bloco (Estrato)	R	10	2,290	*	R	10	2,344	*
Erro		644				425		
Fonte de Variação	Tocas ativas – Setor B				Tocas inativas – Setor B			
	Ef	df	F	p	Ef	df	F	p
Maré	F	1	2,402	NS	F	1	0,0336	NS
Coleta (Maré)	R	2	2,560	NS	R	2	4,5810	*
Estrato	F	3	15,153	***	F	3	3,203	NS
Bloco (Estrato)	R	8	0,594	NS	R	7	0,513	NS
Maré * Estrato	F	3	1,059	NS	F	3	1,316	NS
Maré * Bloco (Estrato)	R	7	1,783	NS	R	4	3,456	*
Erro		284				162		

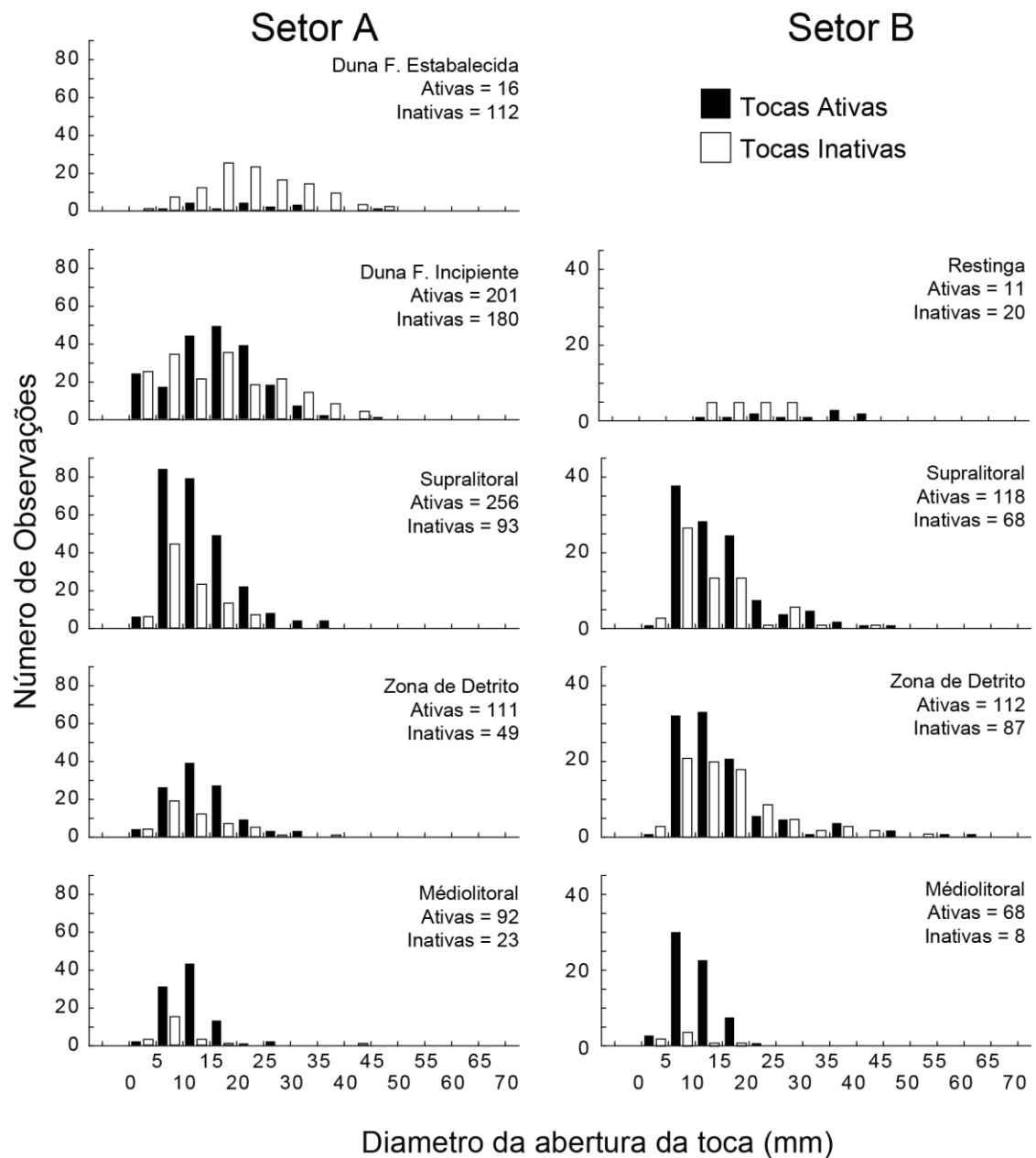


Figura 1.11 - Histograma de frequência de classes de diâmetro da abertura de tocas (mm; ativas e inativas) em dois setores (A e B) e seis diferentes estratos fisiográficos (ML, DR, SP, DFI, DFE, RE) de uma praia de Pontal do Paraná - PR.

1.5 DISCUSSÃO

As condições meteorológicas em que as coletas foram realizadas são as mais adequadas para as estimativas de distribuição e abundância dos caranguejos *O. quadrata*. Esses caranguejos são inativos durante condições meteorológicas adversas, como baixas temperaturas e ventos intensos (HALEY 1972; LEBER 1981; ALBERTO; FONTOURA 1999), pois eles se abrigam em suas tocas e fecham a abertura com areia (TURRA *et al.*, 2005).

A abundância e distribuição dos caranguejos do gênero *Ocypode* são feitas indiretamente através da contagem de tocas (WARREN, 1990), essa técnica é amplamente utilizada, mas quase nunca questionada. Porém, deve ser utilizada com cautela, principalmente devido às diferenças encontradas entre os regimes de marés, possivelmente causadas pelo comportamento ainda pouco conhecido desses organismos. Neste estudo, além das tocas ativas que demonstram a população no presente, as tocas inativas são consideradas como um momento pretérito da abundância e distribuição da espécie.

Durante as amostragens em marés de quadratura, independentemente do setor, os valores de abundância de tocas foram maiores do que nas marés de sizígia, isso pode estar relacionado ao comportamento dos caranguejos em relação às tocas e sua manutenção. Durante as marés de quadratura, o nível do mar não sobe o suficiente para “limpar” a praia de marcas de tocas antigas e inativas. Por isso é possível que o mesmo caranguejo faça mais de uma toca ou duas saídas para a mesma toca (SEIKE; NARA, 2008).

A abundância de tocas ativas foi maior no setor A do que no B, tanto no total como quando considerado apenas o ecossistema praiial. A presença de dunas, explicaria a maior abundância no setor A. No entanto, esta presença parece também afetar a população como um todo, aumentando também as abundâncias de caranguejos na própria praia. Por outro lado, a praia no setor A exibiu um perfil semelhante às praias dissipativas, com uma alta abundância linear de tocas, porém com menor densidade. Estes valores de densidade de tocas foram semelhantes aos estudos de Alberto e Fontoura (1999) no litoral

norte do Rio Grande do Sul. Semelhante às praias estuarinas, o setor B, tem valores menores de abundância linear e maiores de densidade, pode-se comparar com os resultados de Rosa e Borzone (2008) que estudaram a abundância e distribuição de *O. quadrata* em praias estuarinas (refletivas) e Turra *et al.* (2005) em praias abrigadas do litoral paulista, que também encontraram valores semelhantes de densidade.

Ao analisar a abundância das tocas ativas em relação às marés e os setores, o padrão não se altera quando são consideradas apenas as tocas da região praial. Possivelmente a presença das dunas no setor A, influenciem positivamente a abundância no ecossistema marinho (praia).

Diferentemente das tocas ativas, as tocas inativas de *O. quadrata* quando analisadas em toda a transecção ou apenas na região praial no setor A, não fica evidenciada a influência da maré por que a maioria das tocas inativas encontram-se no ecossistema terrestre, onde não há influência da maré. No setor B as maiores abundâncias de tocas, tanto ativas quanto inativas ocorrem na maré de quadratura. Quando se considera apenas a região praial, não há diferença entre os setores, pois desconsidera a região terrestre (dunas), onde ocorre a maioria das tocas inativas.

A maioria dos estudos sobre *Ocypode quadrata* são restritos ao ecossistema marítimo da praia e no presente trabalho podemos observar que a duna frontal incipiente no ecossistema terrestre é extremamente importante para as estimativas de abundância, como já sugerido anteriormente por Vieira (2011). Os estudos que não consideram esse estrato possivelmente estão subamostrando a população principalmente nas praias arenosas expostas (que têm maior probabilidade de ocorrência de dunas).

Dentre os estudos de *O. quadrata* no litoral do brasileiro, apenas Branco *et al.* (2010) que estudou a distribuição e a biologia da espécie em Itajaí (SC), incluiu as dunas e observaram mais de 40% das tocas nessa região. Nas praias estudadas em Pontal do Sul, 34% das tocas foram encontradas no ecossistema terrestre (DFI, DFE e RE). Gianuca (1985 e 1988) através de suas observações menciona que o caranguejo *Ocypode quadrata* ocupa toda a parte superior da praia, incluindo a duna frontal. Uma das explicações para a

ocupação das dunas pelo caranguejo *O. quadrata* está relacionada ao comportamento territorialista da espécie (FISHER; TEVESZ, 1979) forçando-os a partir de uma determinada densidade de tocas no supralitoral a ocupação das dunas.

As tocas de *O. quadrata* no setor A concentraram-se no supralitoral e na duna frontal incipiente, em diferentes intensidades em relação as situações de maré (quadratura > sizígia), mostrando que a maré influencia apenas na abundância dessas tocas, permitindo que a distribuição permaneça a mesma. O mesmo padrão de distribuição no supralitoral foi observado por Hill e Hunter (1973), Leber (1981), Valero-Pacheco *et al.* (2007), Araújo *et al.* (2008), Branco *et al.* (2010) e Ocaña *et al.* (2012). Apenas Blankensteyn (2006) encontrou altas abundâncias de tocas da mesma espécie no médiolitoral inferior.

Alberto e Fontoura (1999) estudando a distribuição etária de *O. quadrata* no litoral do Rio Grande do Sul observaram que durante os eventos de ressaca as tocas estavam localizadas mais em direção ao continente, próximas as dunas ou entre elas. Ocaña *et al.* (2012) observaram que em uma das praias estudadas no litoral cubano, a duna era totalmente recoberta pela herbácea *Ipomoea pes-caprae* e sem indícios de tocas nessa região, enquanto em outra praia onde a duna era ocupada de forma heterogênea pela gramínea *Sporobolus spp.* as tocas estavam presentes.

No setor B as tocas de *O. quadrata*, durante a maré de sizígia se concentraram no médiolitoral e zona de detrito. Já durante a maré de quadratura as maiores abundâncias ocorreram no supralitoral e novamente na zona de detrito. Mostrando que a situação da maré influencia não só na abundância de tocas, mas também na distribuição, isso por que no setor B não há o refugio das dunas. Essa distribuição é semelhante à observada por Turra *et al.* (2005) no médiolitoral e Rosa e Borzone (2008) no supralitoral. Já Souza *et al.*, 2008, observou as maiores abundâncias de *O. quadrata* no litoral de Pernambuco na zona de detrito.

Considerando que as tocas inativas são um momento pretérito da população, a distribuição da espécie no Setor A chega até a duna frontal estabelecida com um pico de concentração na duna frontal incipiente, a

situação de maré não altera esse padrão. Essas tocas provavelmente são de uma distribuição ocasionada por marés altas em consequência de tempestades. No setor B, onde não ocorrem às dunas, as tocas inativas ficam principalmente no supralitoral e na zona de detrito chegando eventualmente na restinga, sendo alterada pela maré apenas a abundância.

Segundo Turra *et al.* (2005) a distribuição perpendicular à praia da espécie *O. quadrata* é extremamente relacionada ao desenvolvimento ontogênico. Com um aumento gradual do tamanho dos indivíduos quando suas tocas estão mais longe do mar, fato observado por diversos pesquisadores e no presente estudo. A possível explicação de Fisher e Tevesz (1979) a esse fenômeno é que os indivíduos adultos são capazes de ocupar maiores gradientes de umidade do sedimento enquanto os jovens e menores, estão restritos a áreas de maior umidade por não possuírem resistência à dissecação e baixa habilidade de construir tocas profundas que alcançariam o lençol freático.

Semelhante aos demais estudos na costa brasileira foi observada uma tendência de redução na abundância de caranguejos na direção das dunas, mas com um aumento no tamanho médio das tocas (ALBERTO; FONTOURA 1999; TURRA *et al.*, 2005; BLANKENSTEYN, 2006; BRANCO *et al.*, 2010), demonstrando a preferência dos animais adultos para regiões mais distante do nível do mar (DUNCAN, 1986), principalmente as dunas. A segregação espacial por classes de tamanho é sugerida como uma capacidade diferencial de cada componente da população para selecionar um microhabitat desejado e assim como um mecanismo evolutivo, evitar a competição por espaço e alimento (OCAÑA *et al.*, 2012)

Considerando essas informações e os resultados apresentados nesse trabalho, cogita-se que a extensão da distribuição desses caranguejos até a duna não está atrelada a uma determinada espécie vegetal. Mas sim, aos micro-habitats criados pela cobertura da vegetação ou do detrito. Parece ser necessário para a ocupação das dunas pelos caranguejos *O. quadrata* um estrato fisiográfico heterogêneo formado de vegetação intercalada com áreas no qual o sedimento é desnudo.

Portanto propõe-se que todas as estimativas de abundância ou distribuição desse caranguejo sejam realizadas no ecossistema marinho e terrestre (quando presente), mesmo que a abundância nesses locais seja menor, desta forma não subamostrando o habitat da espécie. Além disso, a utilização das tocas inativas nas estimativas de distribuição demonstram de forma satisfatória momentos pretéritos. Sendo necessários estudos etológicos para entendimento dos processos comportamentais que podem influenciar nas alterações de abundância de tocas relativas às marés. Assim como, há uma necessidade de entender como funciona a dependência de *O. quadrata* em relação as dunas em estudos temporais.

1.6 REFERÊNCIAS

ABRAMOFF M. D.; MAGALHÃES P. J.; RAM S. J. Image processing with ImageJ. **Biophotonics International**, a. 11, p. 36–42, 2004.

ALBERTO, R. M. F.; FONTOURA, N.F. Distribuição e estrutura etária de *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) em praia arenosa do litoral sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, a. 59, p. 95-108, 1999.

ANDRADE, M. A. B. Anatomia foliar de algumas plantas frequentes nas praias arenosas do Estado de São Paulo. **Ciência e Cultura**, a. 28, n.11, p.1297-1305, 1976.

ANGULO, R. J. **Geologia da Planície Costeira do Estado do Paraná**. São Paulo, 334 p. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

ANGULO, R. J. Variações na configuração da linha de costa no Paraná nas últimas quatro décadas. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, a. 41, p. 52-72, 1993.

ANGULO, R. J. Morphological characterization of the tidal deltas on the coast of the State of Paraná. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, a. 71, n.4-II, p. 935-959, 1999.

ANGULO, R. J.; ARAÚJO, A. D. Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, a. 44, p. 7-17, 1996.

ARAUJO, D. S. D.; HENRIQUES, R. B. P. Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro. In **Restingas: origem, estrutura, processos** (orgs. LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B.). Universidade Federal Fluminense/ CEUFF, Niterói, p.159-193, 1984.

ARAUJO, C. C. V.; ROSA, D. M.; FERNANDES, J. M. Densidade e distribuição espacial do caranguejo *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Ocypodidae) em três praias arenosas do Espírito Santo, Brasil. **Biotemas**, a. 21, n. 4, p. 73–80, 2008.

BARRASS, R. The burrows of *Ocypode ceratophalmus* (Pallas) (Crustacea, Ocypodidae) on a tidal wave beach at Inhaca Island, Moçambique. **Journal of Animal Ecology**, a. 32, p. 73-85, 1963.

BARROS F. Ghost crabs as a tool for rapid assessment of human impacts on exposed sandy beaches. **Biological Conservation**, a. 97, p. 399-404, 2001.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia de indivíduos a ecossistemas**. Porto Alegre: Artmed Editora S/A, 2007.

BIGARELLA, J. J. Contribuição ao estudo da Planície Litorânea do Estado do Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, a. jubilee, p. 65-110, 2001.

BIGARELLA, J. J.; ALESSI, A. H.; BECKER, R. D.; DUARTE, G. K. Textural characteristics of the coastal dune, sand ridge and beach sediments. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, a. 27, p. 15-80, 1969.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; MATOS, D. J.; WERNER, A. **A Serra do Mar e a Porção Oriental do Estado do Paraná. Contribuição à geografia, geologia e ecologia regional**. Curitiba: Secretaria de Estado do Planejamento do Paraná, 1978.

BLANKENSTEYN, A. O uso do caranguejo maria-farinha *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Crustacea, Ocypodidae) como indicador de impactos antropogênicos em praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, a. 23, n. 3, p. 870–876, 2006.

BLICKHAN, R.; FULL, R. J.; TING, L. Exoskeletal strain: evidence for a trot-gallop transition in rapidly running ghost crabs. **Journal of Experimental Biology**, a. 179, p. 301-321, 1993.

BOEGER, M. R. T.; GLUZEZAK, R. M. Adaptações estruturais de sete espécies de plantas para as condições ambientais da área de dunas de Santa Catarina, Brasil. **IHERINGIA, Série Botânica**, a. 61, n. 1-2, p. 73-82, 2006.

BRANCO J. O.; HILLESHEIM J. C.; FRACASSO H. A. A.; CHRISTOFFERSEN M. L. Bioecology of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea: Brachyura) compared with other intertidal crabs in the southwestern Atlantic. **Journal of Shellfish Research**., a. 29, n. 2, p. 503-512, 2010.

CAMARGO, R.; MARONE, E.; SILVA DIAS, P. L. Detecção do sinal de brisa no registro de vento de Pontal do Sul (PR). **Congresso Brasileiro de Meteorologia**, a. 9, p. 1036-1040, 1996.

CRANE, J. Intertidal brachygnathous crabs from the west coast of tropical America with special reference to ecology. **Zoologica Eastern Pacific Expedition of the New York Zoological Society XXXVIII**, a. 32, n. 9, p. 69-95, 1947.

DAHL, E. Some aspects of the ecology and zonation of the fauna on sandy beaches. **Oikos**, a. 4, n. 1, p. 1-27, 1952-53.

DE, C. Biophysical model of intertidal beach crab burrowing: Applications and significance. **Ichnos**, a. 12, p. 11–30, 2005.

DUNCAN, G. A. Burrows of *Ocypode quadrata* (Fabricius) as related to slopes of substrate surface. **Journal of Paleontology**, a. 60, n. 2, p. 384-389, 1986.

FARRELLY, C. A.; GREENAWAY, P. Gas-exchange through the lungs and gills in air-breathing crabs. **Journal of Experimental Biology**, a. 187, p. 113–130, 1994.

FISHER, J. B.; TEVESZ, M. J. S. Within-habitat spatial patterns of *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Decapoda, Brachyura). **Crustaceana**, a. 5, p. 31-36, 1979.

FREY, R. W.; MAYOU, T. V. Decapod burrows in Holocene barrier island beaches, Georgia. **Geological Society of America Abstracts with Programs**, a. 2, p. 854, 1970.

GIANUCA, N. M. **The ecology of a sandy beach in Southern Brazil**. Southampton, 330 p. Tese (Doctor in Oceanography) – Departamento de Oceanografia, Universidade de Southampton, 1985.

GIANUCA, N. M. Recursos naturais das praias arenosas do sul do Brasil. **Inf. Unesco Ciências Del Mar**, a. 47, p. 89-94, 1988.

GIANUCA, N. M. A fauna das dunas costeiras do Rio Grande do Sul. **Oecologia Brasiliensis**, a. 3, p. 121-133, 1997.

GIBSON-HILL, C.A. Field notes on the terrestrial crabs. **The Raffles Bulletin of Zoology**, a. 18, p. 43–52, 1947.

HALEY, S. R. Reproductive cycling in the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Brachyura, Ocypodidae). **Crustaceana, Leiden**, a. 23, p. 1-11, 1972.

HARALICK, R. M.; SHANMUGAN, K.; DINSTEN, I. Texture features for image classification. **IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics, SMC**, a. 3, n. 6, p. 610-621, 1973.

HILL, G. W.; HUNTER, R. E. Burrows of the ghost crab *Ocypode quadrata* Fabricius) on the Barrier Islands, southcentral Texas coast. **Journal of Sedimentary Petrology**, a. 43, p. 24-30, 1973.

HUGHES, D. A. Behavioral and ecological investigations of the crab *Ocypode ceratophthalmus* (Crustacea: Ocypodidae). **Journal of Zoology**, a. 150, p. 129-143, 1966.

JONES, D. A. Aspects of the ecology and behavior of *Ocypode ceratophthalmus* (Pallas) and *O. kuhlii* de Haan (Crustacea: Ocypodidae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, a. 8, p. 31-43, 1972.

KOEPCKE, H. W. Contribucion al conocimiento de la forma de vida de *Ocypode gaudichaudii* Milne Edwards et Lucas (Decapoda, Crust.) **Publicaciones del Museu de Hist. Natural “Javier Prado”, serie A, Zool.**, Lima, a. 13, p. 1-46, 1953.

- KOHLER, K. E.; GILL, S. M. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. **Computers & Geosciences**, a. 32, n. 9, p. 1259–1269, 2006.
- LEBER, K. M. Spatial patterns of *Ocypode quadrata*: a reevaluation (Decapoda: Brachyura). **Crustaceana**, a. 41, p. 110-112, 1981.
- LUCREZI, S.; SCHLACHER, T. A.; WALKER, S. Monitoring human impacts on sandy shore ecosystems: a test of ghost crabs (*Ocypode spp.*) as biological indicators on a urban beach. **Environmental Monitoring and Assessment**, a. 152, p. 413-424, 2009.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1981.
- McLACHLAN A. Sandy beach ecology: a review. In: McLACHLAN, A.; ERASMUS, T. (eds.) **Sandy beaches as ecosystems**. The Hague: Junk, p. 321-380, 1983.
- McLACHLAN, A.; BROWN, A. **The ecology of sandy shores**. San Diego: Academic Press, 2006.
- MELO, G. A. S. **Manual de identificação dos Brachyura (carangejos e siris) do litoral brasileiro**. São Paulo: Ed. Pleiade, 1996.
- NG, P. N., GUINOT, D.; DAVIE, P. J. F. Systema Brachyurorum: Part I. An Annotated checklist of Extant Brachyuran crabs of the world. **The Raffles Bulletin of Zoology**, a. 17, p. 1-286, 2008.
- OCAÑA, A. V.; CÓRDOVA, E. A. Distribución espacial de *Ocypode quadrata* (Decapoda: Ocypodidae) en ocho playas de la zona norte oriental de Cuba **Revista de Biología Tropical**, a. 60, n. 3, p. 1177-1186, 2012.
- POWERS, L. **A catalogue and bibliography to the crabs (Brachyura) of the Gulf of Mexico**. Port Aransas: University of Texas Marine Science Institute, 1977.
- RAO, K. R. The pericardial sacs of *Ocypode* in relation to the conservation of water, molting, and behaviour. **American Zoologist**, a. 8, p. 561-567, 1968.
- RASBAND, W. S. **ImageJ**. U.S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, imagej.nih.gov/ij/, 1997—2012.
- ROSA, L. C.; BORZONE, C. A. Spatial distribution of the *Ocypode quadrata* (Crustacea: Ocypodidae) along estuarine environments in the Paranagua Bay Complex, southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, a. 25, n. 3, p. 383-388, 2008.

SCHLACHER, T. A.; JAGER, R.; NIELSEN, T. Vegetation and ghost crabs in coastal dunes as indicators of putative stressors from tourism. **Ecological Indicators**, a. 11, n. 2, p. 284-294, 2011.

SCHLACHER, T. A.; THOMPSON, L.; PRICE, S. Vehicles versus conservation of invertebrates on sandy beaches: quantifying direct mortalities inflicted by off-road vehicles on ghost crabs. **Marine Ecology**, a. 28, p. 354-367, 2007.

SCHÖBER, U. M.; CHRISTY J. H. Sand disposal of the painted ghost crab *Ocypode gaudichaudii* (Decapoda: Ocypodidae): a possible role in courtship. **Marine Biology**, a. 116, p. 53-60, 1993.

SEIKE, K.; NARA, M. Burrow morphologies of the ghost crabs *Ocypode ceratophthalma* and *O. sinensis* in foreshore, backshore, and dune subenvironments of a sandy beach in Japan. **Journal of the Geological Society of Japan**, a. 114, p. 591–596, 2008.

SILVA, S. M.; BRITZ, R. M. A vegetação da Planície Costeira. p. 49-84. In: MARQUES, M. C. M.; BRITZ, R. M. (Org.). **História Natural e conservação da Ilha do Mel**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2005.

SOUZA, J. R. B.; LAVOIE, N.; BONIFÁCIO, P. H.; ROCHA, C.M.C. Distribution of *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) on sandy beaches of northeastern Brazil. **Atlântica**, a. 30, n. 2, p. 139-145, 2008.

STEINER, A. J.; LEATHERMAN, S. P. Recreational impacts on the distribution of ghost crabs *O. quadrata* Fab. **Biological Conservation, Amsterdam**, a. 20, n. 2, p. 111-122, 1981.

STRACHAN, P. H.; SMITH, R. C.; HAMILTON, D. A.; TAYLOR, A. C.; ATKINSON, R. J. Studies on the ecology and behaviour of the ghost crab, *Ocypode cursor* (L.) in northern Cyprus. **Scientia Marina**, a. 63, p. 51-60, 1999.

TESSLER, M.G.; SUGUIO, K. Características sedimentológicas da Formação Cananéia (Pleistoceno superior) na área de Paranaguá-Antonina (Estado do Paraná, Brasil). In: **Quaternary of South America Meeting Proceedings**, p. 43-54. Mérida (Venezuela), 1987.

TROTT, T. J. Note on the foraging activities of the painted ghost crab *Ocypode gaudichaudii* H.Milne Edwards & Lucas in Costa Rica (Decapoda:Brachyura). **Crustaceana**, a. 55, p. 217–219, 1988.

TROTT, T. J. On the sex ratio of the painted ghost crab *Ocypode gaudichaudii* Milne Edwards and Lucas, 1843 (Brachiura, Ocypodidae). **Crustaceana**, a. 71, p. 46-56, 1998.

TURRA, A.; GONÇALVES, M. A. O.; DENADAI, M. R. Spatial distribution of the ghost crab *Ocypode quadrata* in low-energy tide-dominated sandy beaches. **Journal of Natural History**, a. 39, n. 23, p. 2163-2177, 2005.

UNDERWOOD, A. J. **Experiments in Ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance.** Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

VALERO-PACHECO, E.; ALVAREZ, F.; ABARCA-ARENAS, L. G.; ESCOBAR, M. Population density and activity pattern of the ghost crab, *Ocypode quadrata*, in Veracruz, Mexico. **Crustaceana**, a. 80, p. 313-325, 2007.

VANHONI, F.; MENDONÇA, F. O clima do litoral do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, a. 3/4, p. 49-63, 2008.

VANNINI, M. Burrows and digging behaviour in *Ocypode* and other crabs (Crustacea Brachyura). **Monitore Zoologico Italiano (Italian Journal of Zoology)**, a. 13, p. 11-44, 1980.

VIEIRA, J. V. **Efeitos das atividades recreativas sobre a fauna bentônica de ambientes praias.** Curitiba, 81 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Departamento de Biologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

WARREN, J. H. The use of open burrows to estimate abundances of intertidal estuarine crabs. **Australian Journal of Ecology**, a. 15, p. 277-280, 1990.

WEINSTEIN, R. B. Locomotion behaviour of nocturnal ghost crabs on the beach: focal animal sampling and instantaneous velocity from three-dimensional analysis. **Journal of Experimental Biology**, a. 198, p. 989-999, 1995.

WEINSTEIN, R. B. Effects of temperature and water loss on terrestrial locomotor performance in land crabs: integrating laboratory and field studies. **American Zoologist**, a. 38, p. 518-528, 1998.

WOLCOTT, T. G. Ecological role of ghost crabs, *Ocypode quadrata* (Fabricius) on an ocean beach: scavengers or predators? **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, a. 31, p. 67-82, 1978.

WOLCOTT, T. G.; WOLCOTT, D. L. Impact of off-road vehicles on macroinvertebrates of a mid-atlantic beach. **Biological Conservation**, a. 29, p. 217-240, 1984.

Capítulo II. Impacto da retirada de detrito na distribuição e abundância do caranguejo *Ocypode quadrata* em praias de Pontal do Paraná – PR

2.1 INTRODUÇÃO

Apesar da aparência desértica das praias arenosas, a maior parte dos filos animais está representada neste habitat, seja como fauna intersticial, ou como membros da macrofauna. Os organismos que habitam esse ambiente exibem uma série de adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais para sobreviver às condições extremas desse ecótono (McLACHLAN; BROWN, 2006).

A fauna da região praias exerce papéis característicos no funcionamento ecológico desse ecossistema, desde produtores primários (diatomáceas e fitoplâncton), decompositores (bactérias), consumidores primários (bactérias heterotróficas, parte do meiobentos, organismos macrobentônicos suspensívoros e herbívoros) e consumidores secundários (outra parte do meiobentos, organismos macrobentônicos carnívoros) (KNOX, 2000). Os predadores de topo nestes sistemas incluem principalmente crustáceos e vertebrados (peixes e aves), os quais se alimentam de todos os níveis tróficos da cadeia alimentar (DUGAN *et al.*, 2003).

Contudo, a impossibilidade do crescimento de grandes produtores primários, como no ecossistema vizinho dos costões rochosos (LEWIN; SHAEFER 1983; McLACHLAN, 1983; BROWN; McLACHLAN, 1990) faz das praias um habitat dependente de grandes entradas oriundas de fontes externas de macro e micro detrito, geralmente constituídos por macrófitas, fanerógamos e diversos componentes faunísticos (McLACHLAN; BROWN, 2006).

O detrito costuma se acumular formando linhas (*drift line*) ou faixas no limite entre o médiolitoral (zona de retenção), o supralitoral (zona seca) e eventualmente próximo à duna frontal incipiente. Essa formação em linhas ou faixas está intimamente ligada à situação de maré (sizígia e quadratura), que vai determinar a posição, o tamanho e concentração (de detrito) desse estrato.

A estrutura da comunidade de macroinvertebrados pode estar intimamente ligada à presença deste depósito (COLOMBINI; CHELAZZI, 2003; DUGAN *et al.*, 2003; DE LA UZ *et al.*, 2005), que oferece uma fonte de alimentos (COLOMBINI; CHELAZZI, 2003). Essa fauna é composta principalmente por anfípodos talitrideos, isópodos e insetos, que compreende até 40% da macrofauna de praia e representam presas importantes para níveis tróficos superiores (DUGAN *et al.*, 2003). Além do fornecimento de alimentos à macrofauna, o efeito mais óbvio do detrito marinho é prover abrigo e um adequado micro-habitat para vários grupos de animais (LAVOIE, 1985; COLOMBINI *et al.*, 2000). Grandes troncos encalhados na região praial tornam-se um habitat importante para muitos artrópodes de praia (BORZONE; ROSA, 2009). Assim, as comunidades macrofaunais de praias arenosas expostas dependem em grande parte dessa entrada de material alóctone. Nos últimos anos, os ecólogos têm focado sua atenção sobre as interações entre o detrito marinho e organismos da macrofauna, melhorando assim a compreensão sobre as trocas de energia entre os compartimentos tróficos (GONÇALVES; MARQUES, 2011).

Além da macrofauna, os caranguejos do gênero *Ocypode*, presentes em praias arenosas tropicais e subtropicais ao redor do globo, são de suma importância para a transferência de energia entre os diferentes níveis tróficos da região praial e dunar (PHILLIPS, 1940; FALES, 1976; WOLCOTT, 1978). Apesar de pouco se saber sobre a relação entre esses caranguejos e a deposição de detrito, sabe-se que algumas espécies de *Ocypode* se alimentam essencialmente de animais mortos encontrados na zona de detrito (ROBERTSON; WILLIAMS 1982; TROTT, 1999). Por exemplo, Jackson *et al.* (1991) observaram que a espécie *Ocypode ryderi*, que habita as praias da África do Sul, é intimamente ligada à região de detrito e supralitoral, distribuindo-se e forrageando nesses estratos. No capítulo anterior, verificaram-se altas abundâncias de tocas nos estratos próximos a zona de detrito, como por exemplo, o médiolitoral e o supralitoral.

Um tipo de impacto muito comum em praias frequentemente visitadas por turistas é a retirada dos detritos, de origem natural ou antrópica, depositados naturalmente pela ação das marés (DUGAN *et al.*, 2003;

DAVENPORT; DAVENPORT, 2006). A justificativa para a realização desta atividade é a de eliminar o odor e a excessiva abundância de agentes microbiológicos (ANDRAUS, 2006) e dípteros (moscas) derivados da decomposição destes detritos (McLACHLAN; BROWN, 2006). Essa remoção tem importantes consequências ecológicas, especialmente em regiões com altos níveis de produção de macrófitas marinhas. Dugan *et al.* (2003) ressaltam que a retirada da faixa de deposição de detritos, tem efeitos “*botton-up*” negativos na cadeia trófica das praias. Além de reduzir a quantidade de material orgânico, biomassa da macrofauna, produção microbiana e alterar a qualidade da água (MALM *et al.*, 2004) afetando o ecossistema terrestre e marinho das praias (OLABARRIA *et al.*, 2007).

O procedimento de retirada de detrito é feito de forma manual (rastelo) ou automatizada (“*raking*”) auxiliados por pesados equipamentos (tratores e caminhões) para o transporte desses materiais (KINZELMAN *et al.*, 2003; FANINI *et al.*, 2005). Esta retirada elimina não só o material não desejado, mas também propágulos de plantas de dunas e de outras espécies, e perturba os organismos residentes, além de tornar a praia menos áspera, e assim expondo uma maior área de superfície lisa aumentando os efeitos erosivos causados pelo vento.

No Brasil, a retirada de detrito é realizada em diversas praias apesar de pouco estudada. Algumas das praias mais procuradas por turistas são higienizadas, como por exemplo, as praias da cidade do Rio de Janeiro (RJ), Salvador (BA), Santos (SP) (Borzzone, *com. pess.*). Conforme Rosa (*com. pess.*) todas as praias do litoral de Sergipe são limpas, algumas mecanicamente (Atalaia e Coroa do Meio) e outras manualmente (restante do litoral), principalmente quando possuem algum tipo de comércio instalado. Atualmente a limpeza das praias do litoral do Paraná, vem recebendo maior atenção dos órgãos públicos, fazendo parte de um projeto do governo estadual intitulado “Operação Verão”. No qual, durante o dia equipes de coletores (garis) percorrem a orla rastelando e recolhendo todo o tipo de detrito sólido e amontoando-os, para a posterior retirada por tratores e caminhões (e.g. FIGURA 2.1 - H e G).

Considerando a alta concentração de tocas de *O. quadrata* na zona de detrito observada no capítulo anterior e a recente operação de remoção da mesma pelos órgãos públicos, criou a oportunidade para a realização de um experimento. No qual avaliou a importância deste estrato fisiográfico e de sua retirada para as populações do caranguejo *O. quadrata* de diferentes praias. Desta forma, esperando-se que a perturbação causada no ambiente devido à retirada do estrato zona de detrito, diminua a abundância de tocas e altere sua distribuição para o ecossistema terrestre.

2.2 OBJETIVOS

Objetivo Geral

Analisar o impacto da retirada do detrito sobre a distribuição e abundância do caranguejo *Ocypode quadrata* em três praias arenosas no município de Pontal do Paraná – PR.

Objetivos Específicos

- Comparar a abundância do caranguejo *O. quadrata* entre dois setores (controle, com o estrato detrito, e experimental, sem estrato detrito) em três praias diferentes, nas marés sizígia e quadratura.
- Comparar a distribuição espacial do caranguejo *O. quadrata* em relação aos diferentes estratos fisiográficos previamente estabelecidos entre os dois setores (controle, com o estrato detrito, e experimental, sem estrato detrito) em três praias diferentes, nas marés de sizígia e quadratura.

2.3 METODOLOGIA

2.3.1 Área de Estudo

O litoral do estado do Paraná pode ser dividido em três seções, compartimentadas em função da ocorrência das baías de Paranaguá e Guaratuba. Ao norte da baía de Paranaguá encontra-se a planície de Superagüi ou planície Norte, entre Pontal do Sul e Caiobá encontra-se a planície da Praia de Leste, e ao sul da baía de Guaratuba a planície Sul ou do Brejatuba.

O arco praial da Planície de Praia de Leste ([FIGURA 2.1](#)) caracteriza-se por possuir aproximadamente 35 km de praias arenosas oceânicas. A orla desta região está quase totalmente urbanizada. As praias possuem morfodinamismos dissipativos a intermediários (BORZONE *et al.*, 1996), e apresentam um considerável aporte de detrito orgânico de origem estuarino. Além das praias de orientação oceânica, mais o norte do mesmo arco praial encontra-se a praia de Pontal do Sul que está sob a proteção parcial da Ilha da Galheta e do Mel, e exposta as correntes de maré estuarinas que formam barras e cavas submersas dinâmicas sujeitas a alterações causadas pelas condições climáticas (ANGULO; ARAUJO, 1996, BORZONE *et al.*, 2003), principalmente devido à proximidade da desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) (ANGELOTTI; NOERNBERG, 2010). Por este motivo possui características de praia estuarina (ROSA; BORZONE, 2008), com um grande e contínuo aporte de detrito orgânico de origem estuarino.

Informações adicionais sobre o clima e regime de ondas do litoral do Paraná, encontram-se no Capítulo I dessa dissertação.

2.3.2 Delineamento Amostral

As amostragens foram realizadas em três praias distintas durante o verão de 2012, em duas situações de marés (sizígia: 6 a 8 fev.; quadratura: 15 a 17 fev.), sendo duas praias no Balneário de Pontal do Sul e uma no Balneário

de Ipanema ([FIGURA 2.1](#)). Estas datas corresponderam a aproximadamente 50 e 60 dias após o início da Operação Verão (18/12/2011) e da retirada diária de detrito.

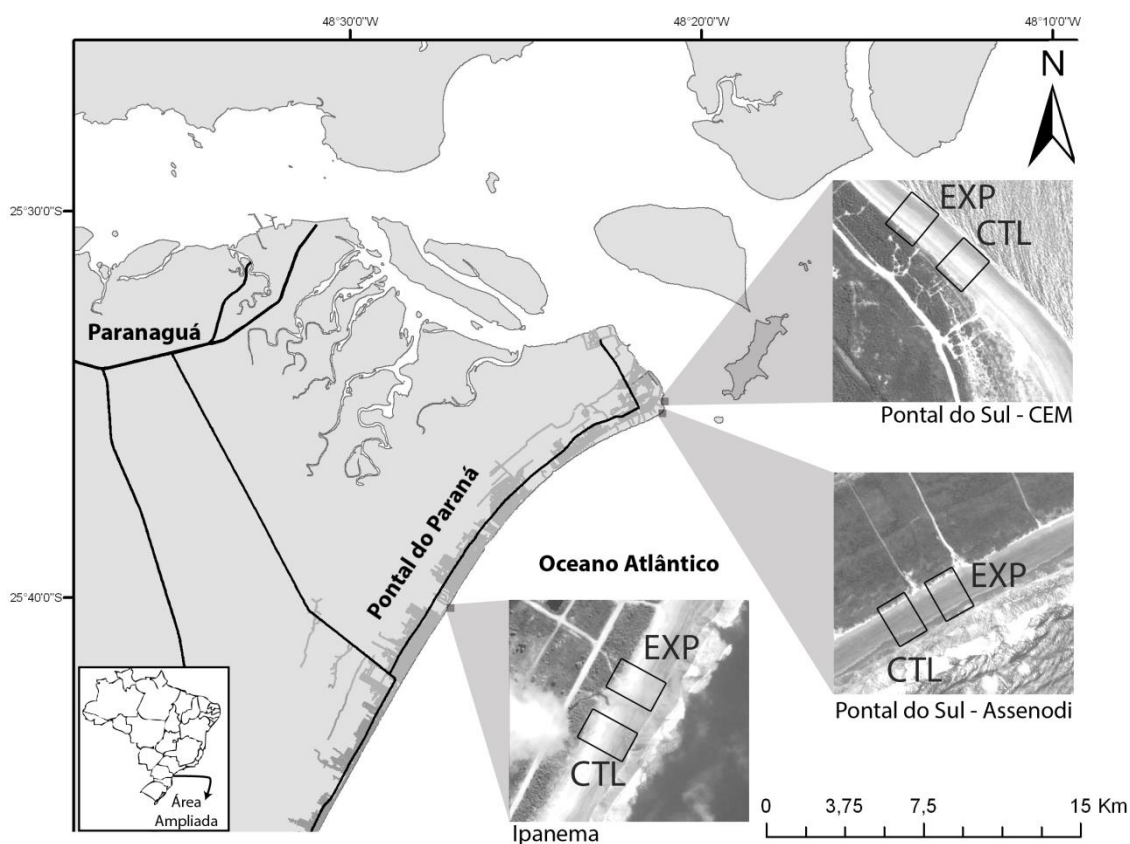


Figura 2.1 - Mapa da região central do litoral paranaense. Em destaque o balneário de Pontal do Sul (CEM e Assenodi) e o Balneário de Ipanema com o local onde os setores (CTL e EXP) que foram amostrados.

Em cada uma das praias eleitas foram mantidos durante a “operação verão”, dois setores ([FIGURA 2.1](#)) com uma distância mínima de 50 metros, um que não foi retirado o detrito marinho, controle (CTL) ([FIGURA 2.2 – A, C e E](#)) e outro em que diariamente foi retirado todo o detrito marinho e lixo acumulado, experimento (EXP) ([FIGURA 2.2 – B, D e F](#)).

Dentro de cada setor, foram realizadas seis (6) transecções, distribuídas aleatoriamente e perpendiculares à praia. Sendo constituídas por quadrados (1m^2) concatenados por toda a sua extensão e fotografados um a um. Detalhes sobre a metodologia empregada para obter as fotografias encontram-se no primeiro capítulo.

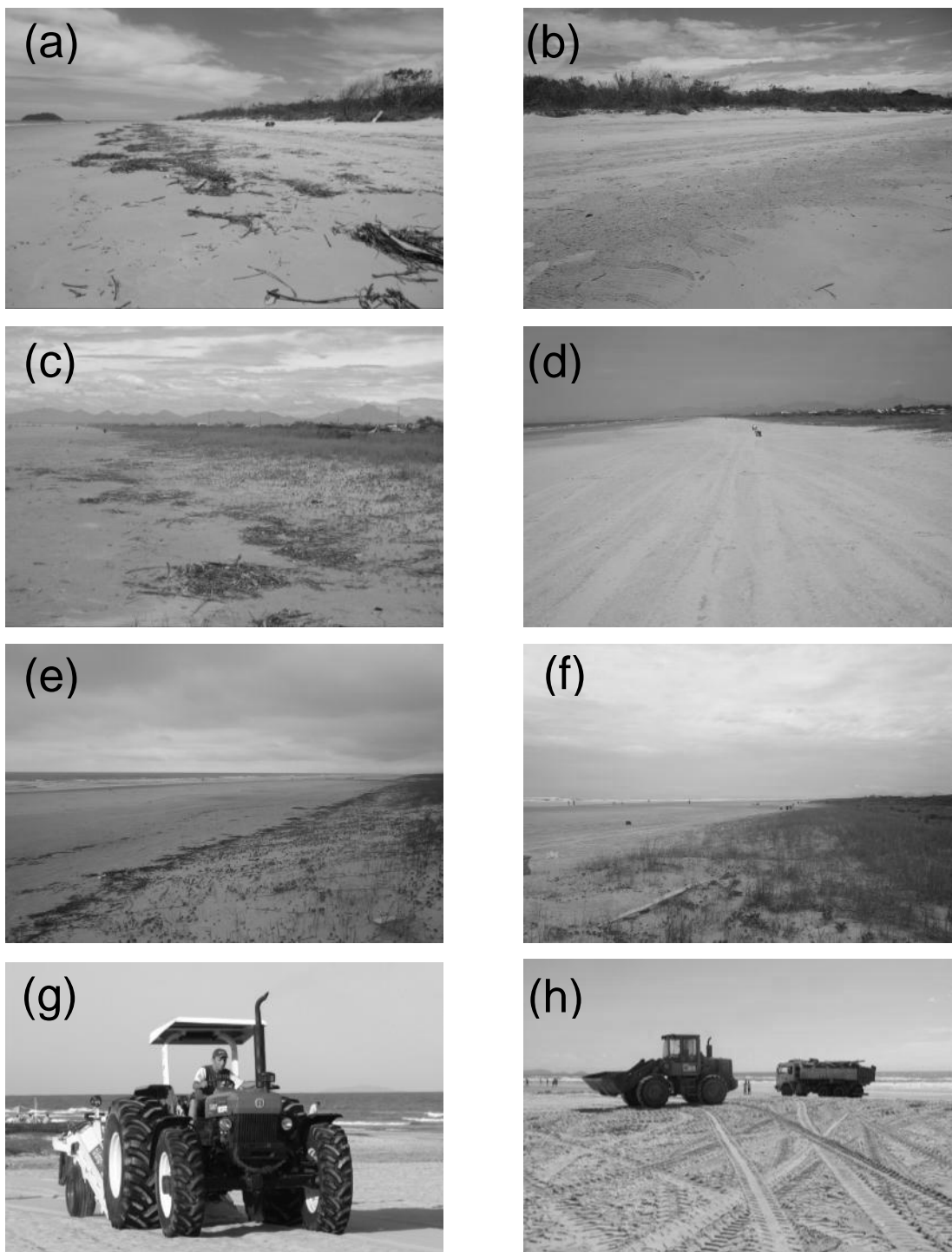


Figura 2.2 - Fotos de algumas praias e setores mencionados ao longo do texto, fotografados durante o Verão de 2012. Praia do CEM no (a) setor controle demonstrando a linha de detrito e (b) setor experimental sem detrito; praia do Assenodi (c) setor controle e (d) setor experimental; praia de Ipanema (e) setor controle e (f) setor experimental; (g) trator de limpeza mecânica que realiza a retirada do detrito no litoral do Paraná, fotografado na praia de Matinhos (h) trator e caminhão que fazem a remoção de detrito e lixo acumulado nas praias do litoral do Paraná.

A identificação dos estratos da praia foi realizada através das fotografias, observando a homogeneidade na presença ou ausência da vegetação e detrito. O tamanho e o perfil praias foram mensurados em uma (1) transecção de cada setor durante a primeira campanha amostral (maré de sizígia), utilizando um teodolito e uma trena.

A amostragem da distribuição e abundância do *Ocypode quadrata* consistiu na contagem e mensuração das tocas (ativas e inativas), analisados através de fotografias pelo software ImageJ (ABRÀMOFF *et al.*, 2004; RASBAND, 2007).

2.3.3 Análise dos Dados

Para identificar as diferenças na abundância de tocas foram realizados análises de variâncias hierárquicas entre número de tocas (ativas e inativas) total (considerando todos os estratos fisiográficos) e somente no ecossistema marinho (praia), ambos aninhados aos fatores: maré (sizígia e quadratura), praia (CEM, Assenodi e Ipanema) e setores (controle e experimental).

A distribuição das tocas nas praias foi analisada separadamente, através de uma análise de variância hierárquica entre o número de tocas (ativas e inativas) aninhado aos fatores: maré (sizígia e quadratura), setor (controle e experimental) e estratos fisiográficos (ML: Médiolitoral, DR: Zona de Detrito, SP: Supralitoral, DFI: Duna Frontal Incipiente, DFE: Duna Frontal Estabelecida e RE: Restinga). A mesma análise foi utilizada para identificar as diferenças entre o diâmetro da toca em relação à distribuição, com os mesmos fatores.

Nos casos em que a análises indicaram diferenças no número e o diâmetro das tocas entre os fatores, estas foram discriminadas pelo teste de comparação múltipla das médias de Student-Newman-Keuls (SNK). Todos os dados foram testados quanto a homocedasticidade (Cochran) e normalidade da variância (Kolmogorov-Smirnov) *a priori* de sua utilização nas ANOVAs. Quando necessário os dados foram transformados em $\log(x+1)$ (UNDERWOOD, 1997).

2.4 RESULTADOS

2.4.1 Perfil das Praias

De uma forma geral as praias são diferentes tanto na largura como na sua declividade. A praia do CEM é considerada estreita e íngreme com aproximadamente 60 metros de largura e declividades que variam de 1,89 a 2,38°. A praia do Assenodi é extremamente larga e plana, com quase 120 metros de largura e inclinações que variam de 1,15 a 1,32°. Já a praia de Ipanema parece ser um intermediário entre as duas anteriores, com largura próxima a 90 metros e inclinações entre 1,87 a 2,11°.

Todas as praias demonstraram uma alteração no perfil praial em relação aos setores ([FIGURA 2.3](#)), onde o setor controle das três praias (CEM, Assenodi e Ipanema) encontrou-se quase 10 m recuados em relação ao setor experimental, principalmente nos estratos acima da zona de detrito (supralitoral e dunas).

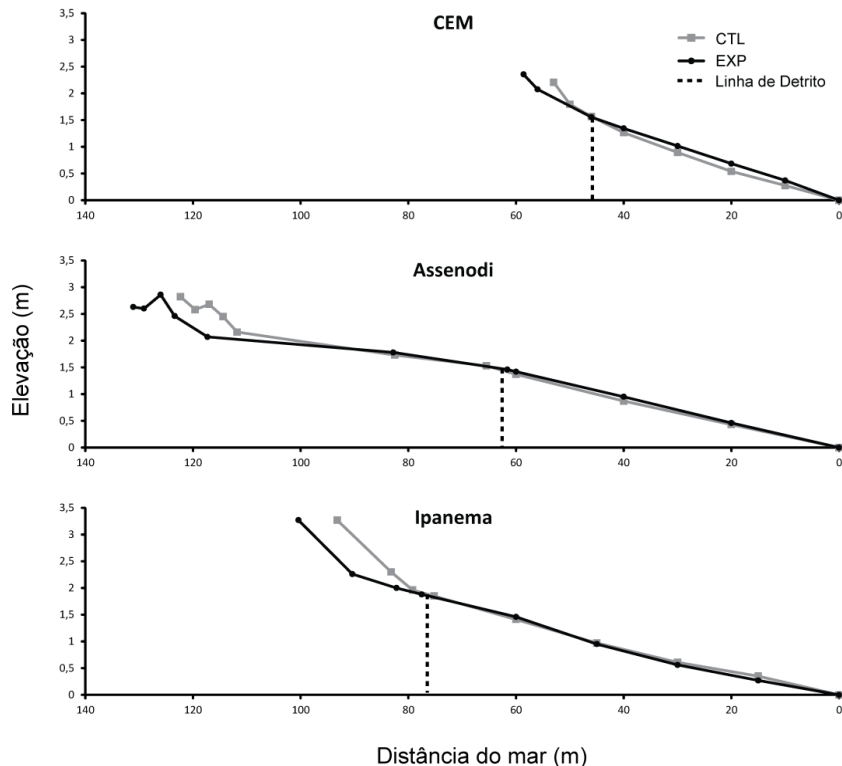


Figura 2.3 - Perfil topográfico das três praias estudadas (CEM, Assenodi e Ipanema) em dois setores (EXP e CTL), localizadas no Município Pontal do Paraná durante o verão de 2012.

2.4.2 Abundância e distribuição de *Ocypode quadrata*

De forma geral a abundância da espécie *O. quadrata* variou de 0 a 21 tocas.m⁻¹ ativas com uma média de 2,4 (DP±3,75) tocas.m⁻¹, com diferenças no fator maré interação com praia aninhado ao setor ([TABELA 2.1](#)), mesmo quando foram analisados apenas os dados do ambiente praias. A abundância de tocas inativas variou de 0 a 18 tocas.m⁻¹ com uma média de 2,45 (DP±3,46) tocas.m⁻¹, demonstrando diferença mais fraca na mesma interação. O teste *pos-hoc* evidenciou a diferença entre os setores controle e experimental apenas na praia de Assenodi durante a maré de quadratura ([FIGURA 2.4](#)).

Tabela 2.1 - Sumário da análise de variância hierárquica avaliando diferenças na abundância de tocas.m⁻¹ de *Ocypode quadrata* entre as situações de maré (sizígia e quadratura), praias (CEM, Assenodi e Ipanema), setor (EXP e CTL) em Pontal do Paraná durante o verão de 2012.

Abundância Total	Tocas Ativas				Tocas Inativas		
	Ef	Df	F	p	Df	F	p
Maré	F	1	3,28	NS	1	6,28	NS
Setor	F	1	0,41	NS	1	0,01	NS
Praia(Setor)	R	4	1,51	NS	4	22,02	**
Maré*Setor	F	1	0,35	NS	1	1,60	NS
Maré*Praia(Setor)	R	4	6,98	***	4	3,39	*
Erro		60			60		

Abundância Praia	Tocas Ativas				Tocas Inativas		
	Ef	Df	F	p	Df	F	p
Maré	F	1	3,98	NS	1	5,31	NS
Setor	F	1	0,30	NS	1	0,12	NS
Praia(Setor)	R	4	1,44	NS	4	2,14	NS
Maré*Setor	F	1	0,68	NS	1	0,01	NS
Maré*Praia(Setor)	R	4	7,78	***	4	2,57	*
Erro		60			60		

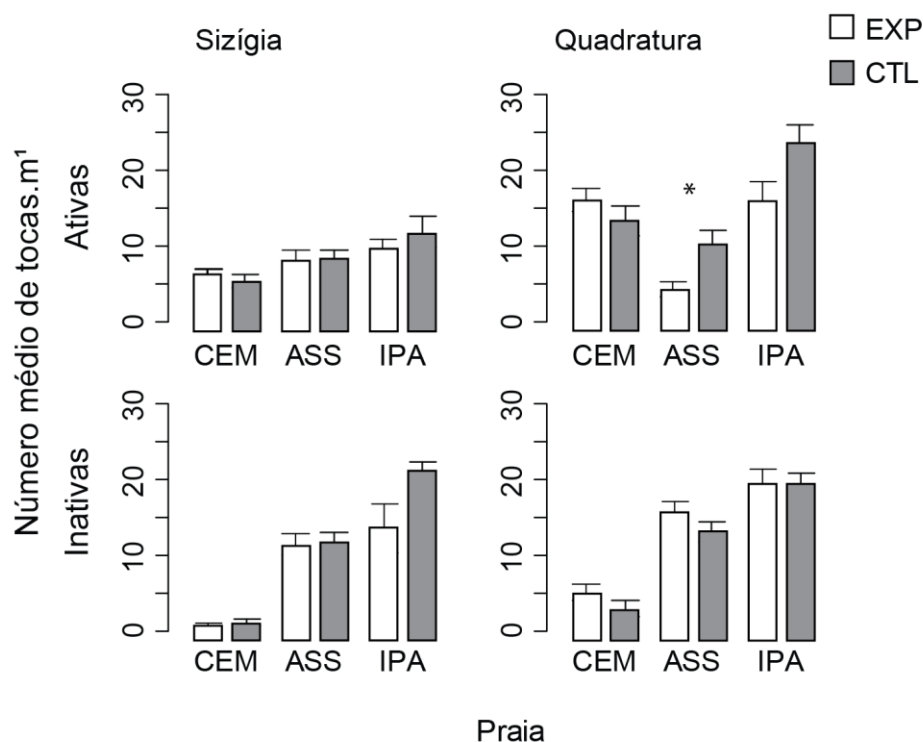


Figura 2.4 - Número médio de tocas.m⁻¹ (± 1 DP) (ativas e inativas) de *Ocypode quadrata* em relação aos setores (EXP: Experimental e CTL: Controle) e praias (CEM, ASS: Assenodi e IPA: Ipanema) no litoral do Paraná, durante o verão de 2012. * indica $p < 0,05$ entre os setores (SNK).

A distribuição das tocas do caranguejo *O. quadrata*, tanto ativas (FIGURA 2.5) como inativas (FIGURA 2.6), foi diferenciada em relação às praias e demonstrou diferenças nas médias da interação dos fatores maré e estrato fisiográfico aninhado ao setor (TABELA 2.2).

Na praia do CEM, a maioria das tocas ativas se concentraram no supralitoral em ambos os setores e situações de marés estudadas (FIGURA 2.5), o *pos-hoc* evidenciou diferenças entre o estrato supralitoral e os demais na maré de quadratura e entre os setores controle e experimental do mesmo estrato fisiográfico na maré de sizígia. Para as tocas inativas (FIGURA 2.6) foi averiguado diferenças durante a maré de quadratura onde as maiores médias de tocas ocorreram no supralitoral.

Na praia do Assenodi, durante as marés de sizígia as tocas ativas ocorreram no supralitoral (SP) e duna frontal incipiente (DFI) (FIGURA 2.5),

sem diferenças entre os setores. Durante a maré de quadratura, as tocas ativas ocorrem no ecossistema marinho (SP e DR) do setor controle com diferenças quando comparados ao setor experimental. As tocas inativas ([FIGURA 2.6](#)) estavam concentradas na região terrestre (DFI e DFE) e supralitoral sem diferenças entre os setores.

Na praia de Ipanema durante a maré de sizígia a maioria das tocas ativas foi encontrada no supralitoral (SP) e na duna frontal incipiente (DFI), sem diferença entre os setores ([FIGURA 2.6](#)). Durante a maré de quadratura foi possível observar diversas alterações nas abundâncias. No médiolitoral (ML) e zona de detrito (DR) o número de tocas.m⁻¹ foi aproximadamente três vezes maior no setor controle; no supralitoral (SP) o inverso foi observado com altas abundâncias de tocas no setor experimental enquanto no setor controle a abundância de tocas foi nula. As tocas inativas durante a maré de sizígia foram encontradas no ecossistema terrestre (DFI e DFE) sem diferença entre os setores, na maré de quadratura além das tocas na região de dunas, foi possível observar inúmeras tocas no médiolitoral ([FIGURA 2.6](#)).

O diâmetro das tocas ativas variou de 4,13 a 48,47 mm com uma média de 18,91 mm (DP ± 8,01), já das tocas inativas variou de 4,00 a 49,2 mm com média de 17,69 mm (DP ± 9,02). De forma geral a retirada do detrito não afetou o tamanho dos indivíduos entre os setores nas três praias estudadas. Contudo, foram encontradas diferenças entre os estratos fisiográficos aninhados aos setores ([TABELA 2.3](#)), em algumas situações não foram detectadas tocas para a mensuração (DR e SP no CEM). Além disso, a praia de Assenodi, devido à presença de algumas tocas maiores do que a média no estrato demonstrou diferenças entre os setores. Apesar de não evidenciada pela análise estatística, há uma suave tendência em relação à posição das tocas e seu diâmetro, com as tocas menores mais próximas ao mar e as maiores mais distantes.

Tabela 2.2 - Sumário da análise de variância hierárquica avaliando diferenças na abundância de tocas.m⁻¹ de *Ocypode quadrata* entre as situações de maré (sizígia e quadratura), setor (EXP e CTL) e estratos fisiográficos em três praias (CEM, Assenodi e Ipanema) em Pontal do Paraná durante o verão de 2012.

CEM		Ativas			Inativas		
Fonte de Variação	EF	DF	F	p	DF	F	p
Maré	F	1	0,384	NS	1	1,921	NS
Setor	F	1	0,007	NS	1	0,016	NS
Estrato(Setor)	R	6	5,209	*	6	2,275	NS
Maré*Setor	F	1	0,028	NS	1	0,351	NS
Maré*Estrato(Setor)	R	6	10,356	***	6	5,703	***
Erro		80			80		

Assenodi		Ativas			Inativas		
Fonte de Variação	EF	DF	F	p	DF	F	p
Maré	F	1	0,000	NS	1	1,699	NS
Setor	F	1	0,585	NS	1	0,010	NS
Estrato(Setor)	R	8	2,379	NS	8	5,605	*
Maré*Setor	F	1	1,144	NS	1	0,002	NS
Maré*Estrato(Setor)	R	8	5,376	***	8	2,103	*
Erro		100			100		

Ipanema		Ativas			Inativas		
Fonte de Variação	EF	DF	F	p	DF	F	p
Maré	F	1	0,456	NS	1	0,005	NS
Setor	F	1	0,236	NS	1	0,107	NS
Estrato(Setor)	R	8	1,877	NS	8	3,047	NS
Maré*Setor	F	1	0,005	NS	1	0,100	NS
Maré*Estrato(Setor)	R	8	9,773	***	8	8,552	***
Erro		100			100		

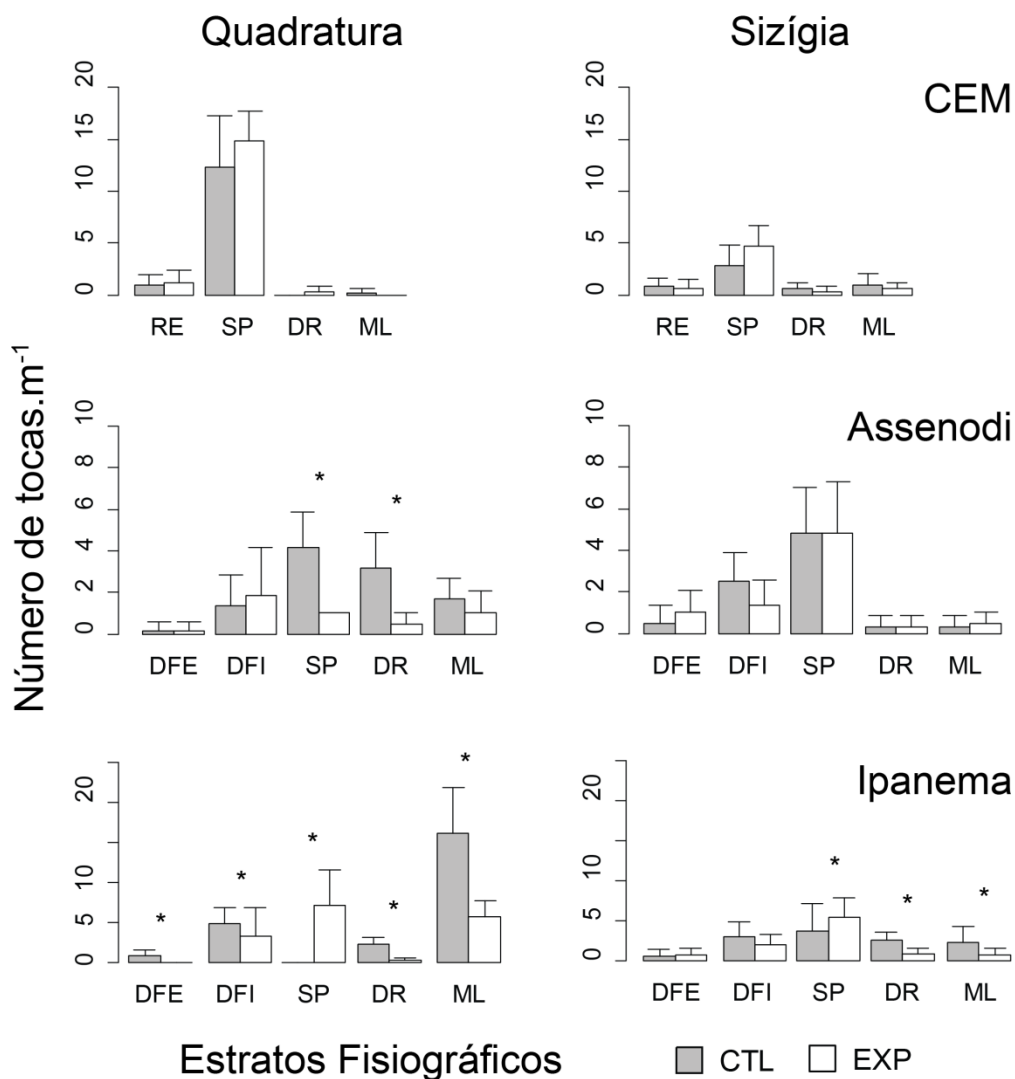


Figura 2.5 - Abundância média (± 1 DP) de tocas.m⁻¹ (ativas) de caranguejos *Ocypode quadrata* em relação aos estratos fisiográficos, setores (CTL e EXP), praias (CEM, Assenodi e Ipanema) e situação de maré (sizígia e quadratura) em Pontal do Paraná durante o verão de 2012. * indica $p < 0,05$ entre os setores (SNK).

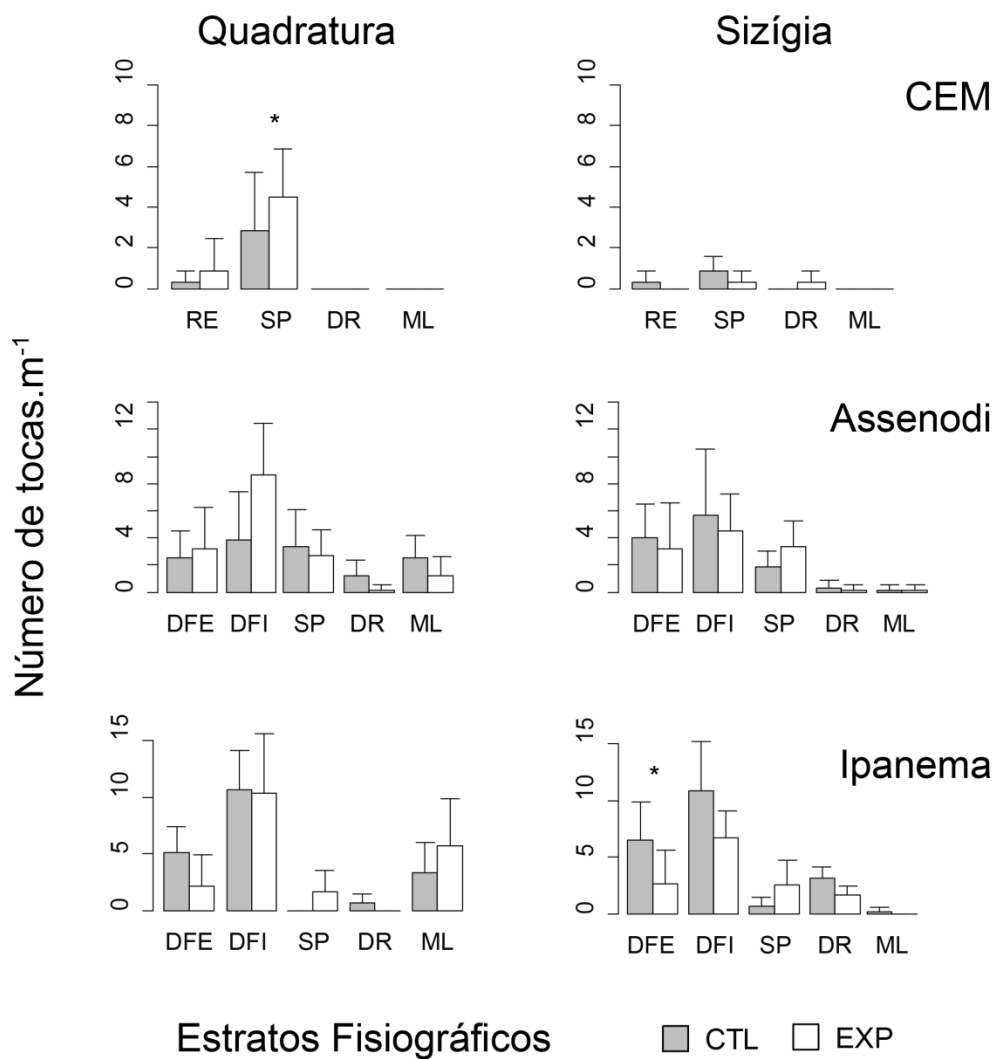


Figura 2.6 - Abundância média (± 1 DP) de tocas.m⁻¹ (inativas) de caranguejos *Ocypode quadrata* em relação aos estratos fisiográficos, setores (CTL e EXP), praias (CEM, Assenodi e Ipanema) e situação de maré (sizígia e quadratura) em Pontal do Paraná durante o verão de 2012. * indica $p < 0,05$ entre os setores (SNK).

Tabela 2.3 - Sumário da análise de variância hierárquica avaliando diferenças no diâmetro das tocas de *Ocypode quadrata* entre as situações de maré (sizígia e quadratura), setores (EXP e CTL) e estratos fisiográficos (ML, DR, SP, DFI, DFE, RE) em três praias (CEM, Assenodi e Ipanema) de Pontal do Paraná durante o verão de 2012.

CEM	Ativas					Inativas			
	EF	DF	MS	F	p	DF	MS	F	p
Maré	F	1	45,829	1,187	NS	1	67,564	1,386	NS
Setor	F	1	0,002	0,000	NS	1	66,672	81,136	NS
Estrato(Setor)	R	6	93,865	2,783	NS	3	3,451	0,068	NS
Maré*Setor	F	1	39,316	1,018	NS	1	11,765	0,241	NS
Maré*Estrato(Setor)	R	4	32,510	0,706	NS	1	48,089	1,143	NS
Erro		235	46,024			54	42,057		
<hr/>									
Assenodi	Ativas					Inativas			
Maré	F	1	181,514	2,987	NS	1	32,808	0,442	NS
Setor	F	1	0,308	0,002	NS	1	74,799	0,269	NS
Estrato(Setor)	R	8	287,570	4,745	NS	8	723,683	10,129	*
Maré*Setor	F	1	90,336	1,487	NS	1	72,701	0,979	NS
Maré*Estrato(Setor)	R	8	60,609	0,994	NS	8	71,445	0,945	NS
Erro		170	60,999			295	75,569		
<hr/>									
Ipanema	Ativas					Inativas			
Maré	F	1	42,411	0,539	NS	1	43,945	0,403	NS
Setor	F	1	0,005	0,000	NS	1	215,889	1,545	NS
Estrato(Setor)	R	8	212,280	2,426	NS	8	209,432	1,581	NS
Maré*Setor	F	1	10,103	0,128	NS	1	111,724	1,001	NS
Maré*Estrato(Setor)	R	6	89,549	1,308	NS	5	138,068	1,948	NS
Erro		351	68,484			430	70,861		

2.5 DISCUSSÃO

O perfil praias mostrou-se diferente em relação às praias e aos setores (controle e experimental) sendo o CEM uma praia estreita e íngreme, Ipanema uma praia intermediária com largura e inclinação médias em relação as demais e a praia do Assenodi extremamente longa e suave. Quanto aos setores, a retirada do detrito causou um recuo no setor experimento principalmente na região acima da zona de detrito (supralitoral e dunas). Esse recuo observado no setor experimental pode ser atrelado à ausência da linha de detrito, que acaba não agindo como barreira para o acúmulo de sedimento oriundo da ação eólica.

As práticas mais agressivas de limpeza das praias têm o potencial de acelerar a erosão da praia e alterar a sua topografia (NORDSTROM *et al.*, 2000; PIRIZ *et al.*, 2003). Além de consolidar o ambiente praias, o detrito marinho, seja ele formado de algas ou de galhos, fornece material que ajuda estabelecimento dos sistemas de dunas (CONAWAY; WELLS, 2005) onde o acúmulo de areia em torno do detrito constrói as pequenas dunas embrionárias, iniciando o processo de formação dunar (GHESKIERE *et al.*, 2006). A maioria dos estudos concorda que a limpeza automatizada de praias é muito agressiva e pode reduzir ou evitar o estabelecimento de plântulas na praia (supralitoral) e impedir a formação dunas embrionárias (HANNAH; COWIE, 2009).

A influência da retirada da linha de detrito sobre a fauna de praia foi estudada por poucos autores, mas em resumo, mostraram que o impacto é variável, sendo um reflexo destes habitats tipicamente complexos. Mesmo que o gênero *Ocypode* seja muito estudado quanto ao impacto das ações antrópicas em seu habitat (presença de turistas, atividades recreativas do tipo “off-road” e construções decorrentes da urbanização), a influência da limpeza das praias sobre as populações foi estudada apenas por Noriega *et al.* (2012) no litoral australiano, no qual foi concluído que a operação mecânica pode destruir tocas e matar ou ferir os seus ocupantes.

No litoral do Paraná, a limpeza das praias não alterou a abundância das tocas de *O. quadrata*, a não ser na praia do Assenodi durante a maré de

quadratura, resultado esse diferente de Noriega *et al.* (2012) que observaram que a densidade de tocas caranguejo fantasma (*Ocypode spp.*) foi significativamente maior nos locais que receberam limpezas menos frequentes. Por outro lado, a limpeza das praias paranaenses influenciou a distribuição das tocas nos estratos fisiográficos, forçando a ocorrência das mesmas em sentido as dunas.

Os caranguejos do gênero *Ocypode* têm a construção de suas tocas relacionadas à posição da linha d'água (STRACHAN *et al.*, 1999; VALERO-PACHECO *et al.*, 2007). Lucrezi *et al.* (2009) observaram que a densidade de tocas no litoral australiano (*Ocypode spp.*) é maior no médiolitoral, diminuindo no supralitoral, enquanto Quijon *et al.* (2001) verificaram que, no Chile, tocas de *Ocypode gaudichaudii* estão localizados principalmente acima da linha de detrito. Considerando o perfil e os dados de inclinação e largura da praia, pode-se confrontar a distribuição de tocas de *O. quadrata* da praia do CEM com as praias estuarinas e protegidas estudadas por Rosa e Borzone (2008) e Turra *et al.* (2005) enquanto a praia de Ipanema e Assenodi são semelhantes às praias oceânicas, estudadas por Alberto e Fontoura (1999), Blanskentein (2006), Neves e Bemvenuti (2006) e Branco *et al.* (2010).

As tocas ativas de *O. quadrata* na praia do CEM concentraram-se no supralitoral (sem alterações em relação aos setores controle e experimental), o mesmo padrão foi observado em duas praias estuarinas por Rosa e Borzone (2008) que estudaram a densidade e distribuição da mesma espécie em algumas praias estuarinas do Paraná, e Turra *et al.* (2005) que estudaram a densidade e zonação do caranguejo *O. quadrata* em diversas praias de baixa energia (protegidas) no litoral paulista, onde também observou a ocupação do supralitoral, porém com menores densidades em comparação ao médiolitoral. Na praia do CEM, as tocas inativas foram observadas nos mesmos estratos que as ativas, porém em menores abundâncias, o mesmo padrão foi observado no primeiro capítulo desta dissertação.

A distribuição das tocas ativas na praia do Assenodi foi variável em relação à situação de maré. Durante a maré de sizígia a maioria das tocas esteve presente no supralitoral e na duna frontal incipiente, em ambos os

setores. Na maré de quadratura foi observada maior quantidade de tocas na região praial (ML, DR e SP) do setor controle, diferentemente do setor experimental que demonstra um recuo da distribuição. O mesmo padrão foi observado nas tocas inativas, demonstrando que em algum momento passado tal distribuição chegou até a duna frontal estabelecida. Como na praia do Assenodi, Araújo *et al.* (2008) estudando a distribuição de *O. quadrata* diversas praias do Espírito Santo, encontraram tocas a 4 metros da linha d'água assim como grandes abundâncias de tocas no supralitoral perto da vegetação.

Na praia de Ipanema foi possível encontrar diversas alterações na distribuição das tocas nos estratos fisiográficos em relação às situações de maré e os setores. Durante a maré de sizígia e no setor experimental a distribuição das tocas ativas foi visivelmente empurrada contra as dunas com a maioria das tocas concentradas no supralitoral e duna frontal incipiente, estando em maior número no setor controle no estrato médiolitoral e zona de detrito. As tocas inativas dessa mesma situação de maré mostraram o padrão esperado de altas abundâncias na região de dunas, igualmente ao primeiro capítulo no setor A, com dunas. Durante a maré de quadratura ainda na praia de Ipanema, o supralitoral do setor controle foi totalmente suprimido de tocas ativas, estando à maioria no médiolitoral. Já no setor experimental foi possível observar a distribuição invadindo o ambiente dunar. A distribuição das tocas inativas foi também suprimida no estrato supralitoral do setor controle e na zona de detrito do setor experimental, causando um recorte na região praial em ambos os setores.

Provavelmente o que causou esse fenômeno foi à passagem de tratores e caminhões pelo ambiente praial, para realizar a retirada do detrito e lixo acumulado pelos trabalhadores. Essa ausência de tocas da espécie *O. quadrata* causada por tráfego de veículos no ambiente praial já foi documentada por Neves e Bemvenuti (2006), em praias do litoral norte do Rio Grande do Sul.

Segundo Noriega *et al.*, (2012) a limpeza das praias reduz os estratos para forrageamento do caranguejo *Ocypode spp.*, forçando-os a procurar alimento em regiões longe da zona entremarés (ML, DR, SP), neste caso, as

dunas. Que pode ser notado durante a maré de sizígia em Ipanema e quadratura no Assenodi.

Os resultados desse trabalho contradizem a ideia de Blanskentein (2006), de que a maior oferta do recurso espaço na faixa entremarés das praias permitem que maiores densidades populacionais sejam registradas. Já que a região entremarés da praia do Assenodi e Ipanema são maiores do que a praia do CEM, mas a abundância de tocas não parece seguir essa proporção. Por outro lado, parece que a presença das dunas nas praias permitem maiores abundâncias, como observado na praia de Ipanema, bem como no primeiro capítulo desse estudo aonde essa relação chegou a 35% da população.

Alberto e Fontoura (1999) estudando a distribuição do caranguejo *O. quadrata* no litoral norte do Rio Grande do Sul verificaram que as populações podem migrar perpendicularmente ao mar, sendo esse comportamento determinado pelas condições ambientais, principalmente no que se refere distância da linha de água. Souza *et al.* (2008) analisando a influência da urbanização sobre a população de *O. quadrata* no litoral do estado de Pernambuco observaram as maiores densidades de tocas na região do detrito, relacionando-a a fonte de recursos alimentares. Possivelmente a retirada da zona de detrito, ou a perda do estrato fisiográfico, pode influenciar na distribuição das tocas tanto por modificar o perfil topográfico da região praias quanto na alteração do *input* de recursos alimentares provenientes desses aglomerados de matéria orgânica.

O diâmetro das tocas foi diferente apenas na praia do Assenodi entre os estratos fisiográficos, mas é possível observar uma relação entre o diâmetro da toca e sua localização, que pode estar mascarada devido à utilização de valores médios nos estratos fisiográficos. Essa diferença observada quanto aos estratos fisiográficos é referente à segregação espacial observada por diversos trabalhos (TURRA *et al.*, 2005; BRANCO *et al.*, 2010), onde os indivíduos jovens habitam as regiões mais próximas ao mar enquanto os adultos ocupam as mais próximas às dunas. Como pode ser visto no capítulo I ([FIGURA 1.11](#)) desta dissertação, o ambiente de dunas é habitado principalmente por

caranguejos adultos, não sendo anormal a sua dispersão forçada aos estratos terrestres, eventualmente causadas pela limpeza das praias.

Por outro lado para os indivíduos jovens, que são mais vulneráveis aos efeitos da desidratação, e precisam de acesso mais frequente a água do mar ou do lençol freático para umedecer as brânquias (SCHLACHER *et al.*, 2011), sendo necessário realizar uma dispersão diária entre a zona do entremarés e dunas (NORIEGA *et al.*, 2012).

Estas alterações na distribuição dos caranguejos podem ser drásticas, principalmente devido ao caráter oportunista da dieta desse gênero (WOLCOTT, 1978). Já que com as alterações na distribuição, os jovens teriam que diariamente se dispersarem até o médiolitoral, encontrando com caranguejos adultos e possivelmente sofrer canibalismo (WOLCOTT, 1987; NORIEGA *et al.* 2012).

Nas praias do Paraná, a atividade de retirada do detrito, que é restrita ao curto período de verão (20 de dezembro a 12 de fevereiro) não influencia imediatamente na abundância do caranguejo *O. quadrata*, devido a sua alta plasticidade comportamental ou pouco tempo de experimento. Caso seja devida sua rápida resposta comportamental, a espécie modifica a sua distribuição, habitando estratos fisiográficos distintos dos habituais até que possa retornar ao ambiente ótimo. Por outro lado, possivelmente em praias onde a limpeza é ininterrupta ao longo do ano, como as estudadas por Noriega *et al.* (2012), a abundância de tocas seja minimizada devido aos problemas acarretados pela mudança na distribuição.

Embora essa alteração na distribuição dos caranguejos pareça pouco impactante, nada se sabe sobre os efeitos dessas alterações em longo prazo, podendo haver consequências drásticas sobre uma ou varias gerações, diminuindo a quantidade de recurso e assim sendo necessário mais tempo de forrageamento, minimizando o sucesso reprodutivo da população e consequentemente a abundância de caranguejos.

Apesar da limpeza da praia ser indesejável a partir de uma perspectiva da conservação ambiental, Dugan *et al.* (2003) apresentam como estratégia de

mitigação simples a alternância de áreas, fornecendo trechos para a recreação (com limpeza) e outros para conservação ambiental.

Além da crescente perda de habitat causada pela elevação das marés devido às mudanças climáticas (IPCC, 2007) e da urbanização das praias (dunas e restinga), as populações de *O. quadrata* também sofrem com a perda do estrato zona de detrito causada pela limpeza das praias. Uma forma de abrandar tais impactos no litoral do Paraná consiste na criação de locais para a conservação ambiental, em que seja contido o crescimento urbano sobre as áreas de duna e que a zona de detrito permaneça intacta.

2.6 REFERÊNCIAS

ABRAMOFF M. D.; MAGALHÃES P. J.; RAM S. J. Image processing with ImageJ. **Biophotonics International**, a. 11, p. 36–42, 2004.

ALBERTO, R. M. F.; FONTOURA, N.F. Distribuição e estrutura etária de *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) em praia arenosa do litoral sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, a. 59, p. 95-108, 1999.

ANDRAUS, S. **Aspectos microbiológicos da qualidade sanitária das águas do mar e areias das praias de Matinhos, Caiobá e Guaratuba-PR**. Curitiba, 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

ANGELOTTI, R.; NOERNBERG, M. A. Análise dos Riscos ao Banho de Mar no município de Pontal do Paraná - PR - Temporada 2003/2004. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology** a.14, p. 65-75, 2010.

ANGULO, R. J.; ARAÚJO, A. D. Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, a. 44, p. 7-17, 1996.

ARAUJO, C. C. V.; ROSA, D. M.; FERNANDES, J. M. Densidade e distribuição espacial do caranguejo *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Ocypodidae) em três praias arenosas do Espírito Santo, Brasil. **Biotemas**, a. 21, n. 4, p. 73–80, 2008.

BLANKENSTEYN, A. O uso do caranguejo maria-farinha *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Crustacea, Ocypodidae) como indicador de impactos antropogênicos em praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, a. 23, n. 3, p. 870–876, 2006.

BORZONE, C. A.; MELO, S. G.; REZENDE, K. V.; VALE, R.; KRUL, R. Macrobenthic intertidal communities from wave to tide dominated beach environments. A case study in two Brazilian beaches. **Journal of Coastal Research**, a. 35, n. SI, p. 472-480, 2003.

BORZONE, C. A.; ROSA, L. C. Impact of oil spill and posterior clean-up activities on wrack-living talitrid amphipods on estuarine beaches. **Brazilian Journal of Oceanography**, a. 57, n. 4, p. 315-323, 2009.

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

BRANCO J. O.; HILLESHEIM J. C.; FRACASSO H. A. A.; CHRISTOFFERSEN M. L. Bioecology of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787)

(Crustacea: Brachyura) compared with other intertidal crabs in the southwestern Atlantic. **Journal of Shellfish Research**, a. 29, n. 2, p. 503-512, 2010.

BROWN, A. C.; McLACHLAN, A. **Ecology of Sandy Shores**. Amsterdam: Elsevier, 1990.

COLOMBINI, I.; ALOIA, A.; FALLACI, M.; PEZZOLI, G.; CHELAZZI, L. Temporal and spatial use of stranded wrack by the macrofauna of a tropical sandy beach. **Marine Biology**, a. 136, p. 531-541, 2000.

COLOMBINI, I.; CHELAZZI, L. Influence of marine allochthonous input on sandy beach communities. **Oceanography and Marine Biology: an Annual Review**, a. 41, p. 115-159, 2003.

CONAWAY, C. A.; WELLS, J. T. Aeolian dynamics along scraped shorelines, Bouge Banks, North Carolina. **Journal of Coastal Research**, a. 21, n. 2, p. 242-254, 2005.

DAVENPORT, J.; DAVENPORT, J. L. The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: a review. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, a. 67, p. 280–292, 2006.

DE LA HUZ, R.; LASTRA, M.; JUNOY, J.; CASTELLANOS, C.; VIEITEZ, J. M. Biological impacts of oil pollution and cleaning in the intertidal zone of exposed sandy beaches: Preliminary study of the "Prestige" oil spill. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, a. 65, p. 19-29, 2005.

DUGAN, J. E.; HUBBARD, D. M.; McCRARY, M. D.; PIERSON, M.O. The response of macrofauna communities and shorebirds to macrophyte wrack subsidies on exposed sandy beaches of southern California. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, a. 58, n. 5, p. 25–40, 2003.

FALES, R. R. Apparent predation on the mole crab *Emerita talpoida* (Say) by the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius). **Chesapeake Science, Solomons**, a. 17, n.1, p. 65, 1976.

FANINI, L.; CANTARINO, C. M.; SCAPINI, F. Relationships between the dynamics of two *Talitrus saltator* populations and the impacts of activities linked to tourism. **Oceanologia**, a. 47, n. 1, p. 93-112, 2005.

GHESKIERE, T.; VINCX, M.; PISON, G.; DEGRAER, S. Are strandline meiofaunal assemblages affected by a once-only mechanical beach cleaning? Experimental findings. **Marine Environmental Research**, a. 61, p. 245-264, 2006.

GONÇALVES, C. S.; MARQUES, J. C. The effects of season and wrack subsidy on the community functioning of exposed sandy beaches. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, a. 95, p. 165-177, 2011.

HANNAH, F.; COWIE, P. R. The potential risks to human health posed by living, attached seaweeds and dead, beachcast material associated with sandy beaches: a preliminary report. **A report published by the Environment Agency**, 44 pp., 2009.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

JACKSON, L. F.; SMALE, M. J.; BERRY, P. F. Ghost crabs of the genus *Ocypode* (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae) of the east coast of South Africa. **Crustaceana**, a. 61, n. 3, p. 280-286, 1991.

KINZELMAN, J.; NG, C.; JACKSON, E.; GRADUS, S.; BAGLEY, R., Enterococci as indicators of lake Michigan recreational water quality: Comparison of two methodologies and their impacts on public health regulatory events. **Applied and Environmental Microbiology**, a. 69, n. 1, p. 92-96, 2003.

KNOX, G. A. **The Ecology of Sea Shores**. New York: CRC, 2000.

LAVOIE, D. Population dynamics and ecology of beach wrack macroinvertebrates of the central California coast. **Bulletin of the Southern California Academy of Sciences**, a. 84, p. 1-22, 1985.

LEWIN, J.; SCHAEFER, C. T. The role of phytoplankton in surf ecosystems. In McLACHLAN, A.; ERASMUS, T. (eds.) **Sandy Beaches as Ecosystems**. Dr W. Junk Publishers, The Hague, p. 381-389, 1983.

LUCREZI, S.; SCHLACHER, T. A.; WALKER, S. Monitoring human impacts on sandy shore ecosystems: a test of ghost crabs (*Ocypode spp.*) as biological indicators on a urban beach. **Environmental Monitoring and Assessment**, a. 152, p. 413-424, 2009.

MALM, T.; RABERG, S.; FELL, S.; CARLSSON, P. Effects of beach cast cleaning on beach quality, microbial food web, and littoral macrofaunal biodiversity. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, a. 60, n. 2, p.339–347, 2004.

McLACHLAN A. Sandy beach ecology: a review. In: McLACHLAN, A.; ERASMUS, T. (eds.) **Sandy beaches as ecosystems**. The Hague: Junk, p. 321-380, 1983.

McLACHLAN, A.; BROWN, A. **The ecology of sandy shores**. San Diego: Academic Press, 2006.

NEVES, F. M.; BEMVENUTI, C. E. The ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) as a potential indicator of anthropic impact along the Rio Grande do Sul coast, Brazil. **Biological Conservation**, a. 133, p. 431-435, 2006.

NORDSTROM, K. F.; LAMPE, R. ; VANDEMARK, L. M. Re-establishing naturally functioning dunes on developed coasts. **Environmental Management**, a. 25, n. 1, p. 37-51, 2000.

NORIEGA, R.; SCHLACHER, T. A.; SMEUNINX, B. Reductions in ghost crab populations reflect urbanization of beaches and dunes. **Journal of Coastal Research**, a. 28, n. 1, p. 123-131, 2012.

OLABARRIA, C.; LASTRA, M.; GARRIDO, J. Succession of macrofauna on macroalgal wrack of an exposed sandy beach: effects of patch size and site. **Marine Environmental Research**, a. 63, p. 19–40, 2007.

PHILLIPS, A. M. The ghost crab – adventures investigating the life of a curious and interesting creature that lives on our doorstep, the only large crustacean of our North Atlantic coast that passes a good part of its life on land. **Natural History**, a. 46, p. 36-41, 1940.

PIRIZ, M. L.; EYRAS, M. C.; ROSTAGNO, C. M. Changes in biomass and botanical composition of beach-cast seaweeds in a disturbed coastal area from Argentine Patagonia. **Journal of Applied Phycology**, a. 15, p. 67–74, 2003.

QUIJON, P.; JARAMILLO, E.; CONTRERAS, H. Distribution and habitat structure of *Ocypode gaudichaudii* in sandy beaches of northern Chile. **Crustaceana**, a. 74, n. 1, p. 91-103, 2001.

RASBAND, W. S. **ImageJ**. U.S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, imagej.nih.gov/ij/, 1997—2012.

ROBERTSON, J.R.; WILLIAMS, P.J. Deposit feeding by the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, a. 56, p. 165-177, 1982.

ROSA, L. C.; BORZONE, C. A. Spatial distribution of the *Ocypode quadrata* (Crustacea: Ocypodidae) along estuarine environments in the Paranagua Bay Complex, southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, a. 25, n. 3, p. 383-388, 2008.

SCHLACHER, T. A.; JAGER, R.; NIELSEN, T. Vegetation and ghost crabs in coastal dunes as indicators of putative stressors from tourism. **Ecological Indicators**, a. 11, n. 2, p. 284-294, 2011.

STRACHAN, P. H.; SMITH, R. C.; HAMILTON, D. A.; TAYLOR, A. C.; ATKINSON, R. J. Studies on the ecology and behaviour of the ghost crab, *Ocypode cursor* (L.) in northern Cyprus. **Scientia Marina**, a. 63, p. 51-60, 1999.

TROTT, T. J. Gustatory responses of ghost crab *Ocypode quadrata* to seawater extracts and chemical fractions of natural stimuli. **Journal of Chemical Ecology**, a. 25, p. 375-388, 1999.

TROTT, T. J. On the sex ratio of the painted ghost crab *Ocypode gaudichaudii* Milne Edwards and Lucas, 1843 (Brachiura, Ocypodidae). **Crustaceana**, a. 71, p. 46-56, 1998.

TURRA, A.; GONÇALVES, M. A. O.; DENADAI, M. R. Spatial distribution of the ghost crab *Ocypode quadrata* in low-energy tide-dominated sandy beaches. **Journal of Natural History**, a. 39, n. 23, p. 2163-2177, 2005.

UNDERWOOD, A. J. **Experiments in Ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

VALERO-PACHECO, E.; ALVAREZ, F.; ABARCA-ARENAS, L.G.; ESCOBAR, M. Population density and activity pattern of the ghost crab, *Ocypode quadrata*, in Veracruz, Mexico. **Crustaceana**, a. 80, p. 313-325, 2007.

WOLCOTT, T.G. Ecological role of ghost crabs, *Ocypode quadrata* (Fabricius) on an ocean beach: scavengers or predators? **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, a. 31, p. 67-82, 1978.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo constatou que a abundância de tocas é maior durante a maré de quadratura do que na sizígia e que a presença das dunas afeta positivamente a abundância de tocas na região praial. Uma forma de responder a diferença na abundância de tocas durante as situações de marés é através de estudos etológicos sazonais que determinem o comportamento dos caranguejos em relação às marés.

A perda do ecossistema terrestre (duna) seria extremamente impactante as populações de *Ocypode quadrata*, visto que 35% da abundância de tocas estão distribuídas nesse ambiente. Por outro lado, ausência da zona de detrito não afetou a abundância de tocas, pelos menos em curto prazo, embora quando a duna esteve presente, a retirada do detrito forçou a distribuição das tocas, em direção contrária ao mar.

Estimações futuras devem considerar as tocas inativas, pois demonstram momentos pretéritos da população, assegurando sua real distribuição, que no litoral do Paraná se estendeu até a duna frontal estabelecida. Além disso, tais estimativas devem percorrer todo o ambiente praial e as dunas, até que a distribuição das tocas seja interrompida.

Adicionalmente o presente trabalho mostrou a importância de considerar os estratos fisiográficos no estudo de abundância e distribuição dos organismos praias. Contudo, a caracterização dos estratos deve levar em consideração o tipo de vegetação ou detrito encontrado nas praias, especialmente quanto à cobertura e complexidade dos mesmos.

Para melhor entender esses processos espaciais é necessário analisar diferentes praias com estratos fisiográficos semelhantes, porém compostos por outras espécies vegetais e outros tipos de detrito. Contudo, a zona de litoral ativa possui um forte gradiente ambiental e características de ecótono, tornando a replicação espacial extremamente difícil, principalmente na determinação de praias que sirvam apropriadamente como controle.

Além da variabilidade espacial é preciso contemplar as características temporais, analisando a ocupação da duna durante todo o ciclo de vida da espécie. As diferenças temporais entre o estudo da utilização das dunas como habitat (Capítulo I) e da influência da retirada de detrito (Capítulo II) ocorreram devido ao intenso ciclo de vida da espécie. Sendo o primeiro capítulo realizado durante o começo do verão, época que os espécimes ainda estavam na fase adulta e durante o segundo capítulo, época pós-recrutamento, alterando assim a dinâmica da segregação espacial.

Refletindo sobre todas essas possíveis causas e influências, faz-se imprescindível à utilização de modelos ou simulações para entender quais são os múltiplos fatores que regulam a distribuição e abundância desses caranguejos.