

CAROLINA DE ANDRADE MELLO

ESTUDO COMPORTAMENTAL DO CARANGUEJO FANTASMA *Ocypode quadrata* (FABRICIUS, 1787) EM PRAIAS ESTUARINAS DA BAÍA DE PARANAGUÁ, PARANÁ, BR

PONTAL DO PARANÁ

2006

M
5953842
m527c
2006
ex-01

2006 - 2

CAROLINA DE ANDRADE MELLO

ESTUDO COMPORTAMENTAL DO CARANGUEJO FANTASMA *Ocypode quadrata* (FABRICIUS, 1787) EM PRAIAS ESTUARINAS DA BAÍA DE PARANAGUÁ, PARANÁ, BR

Monografia apresentada à disciplina Estágio Supervisionado como requisito parcial para a conclusão do Curso de Graduação em Oceanografia com habilitação em Pesquisa Oceanográfica da Universidade Federal do Paraná.

**Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Borzone
Co-orientador: MSc. Leonardo Cruz da Rosa**

PONTAL DO PARANÁ

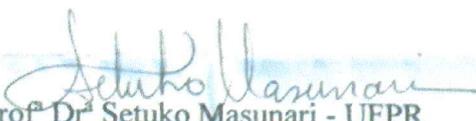
2006

TERMO DE APROVAÇÃO

Carolina de Andrade Melo

**“VARIÇÃO DA ABUNDÂNCIA E DISTRIBUIÇÃO DO
CARANGUEJO FANTASMA *Ocypode quadrata*(FABRICIUS,1787)
EM PRAIAS ESTUARINAS DA BAÍA DE PARANAGUÁ, PARANÁ,
BR.”.**

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de
Bacharel em Oceanografia, da Universidade Federal do Paraná, pela
Comissão formada pelos professores:


Prof. Dr. Setuko Masunari - UFPR


Msc. Ricardo Krul - UFPR/CEM


Msc. Leonardo Cruz da Rosa - FURG


Prof. Dr. Carlos Alberto Borzone - UFPR/CEM
Presidente

Pontal do Paraná, 17/11/2006 de 2006.

A minha família.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Carlos A. Borzone não só pela orientação neste trabalho, mas pela oportunidade, confiança e paciência dedicada a esta aluna de graduação. Por me ensinar a como trabalhar em equipe, com transparência, metodologia, rigor científico e sensibilidade. “Obrigada ‘Capitão Borza’, por despertar em mim a noção da tamanha importância da pesquisa básica, quando esta é feita de maneira séria e responsável. Seu exemplo de amor à ecologia e seu caráter científico caminharão comigo por toda a vida”. ...Ao grande amigo e companheiro Leonardo Rosa, co-orientador preferido para discussões sem fim! Agradeço por elas, pela persistência, por me defrontar com dúvidas e desafios, e por todas as horas de trabalho de campo e de “trampo”. Obrigada também por me acolher nesta sua família linda! A Marlei por todo o carinho. E sem esquecer da pessoa mais especial deste trio fantástico: Ao Caio pela alegria!... Aos amigos do Laboratório de Ecologia de Praias (CEM/UFPR), Bruno, Daniel, Fer, Rafa e Aninha agradeço pelas risadas, pelas mãos gigantes nas coletas sem fim, pelas informações sobre biologia e pela companhia! ...Aos barqueiros do CEM, Abraão, Josias, Zezé, e Roney pela amizade e alegria mesmo nos dias de chuva e pelas informações empíricas muito oportunas sobre o Guaruçá. ...A todas as pessoas do Centro de Estudos do Mar (CEM/UFPR) e aos professores do curso em Oceanografia pelo aprendizado e convivência. ...Ao CNPq pela bolsa de estudos. ...A amiga e professora Náina, obrigada por deixar sempre o coração aberto e por humanizar nossas ciências. Você é um exemplo de luta e de vida! ...A Minha Turminha de Ciências do Mar, minha família pontalense! Vocês me ensinaram muito. Ao Birigui e ao Tico pelo carinho e pela amizade. ...Aos amigos da Segunda Turma de Ciências do Mar pela acolhida, pelas lutas compartilhadas junto ao Centro Acadêmico e pelas festas! Obrigada Digão, Kleber, Paulo, Joaquim e Karen pela amizade. Urso, Mumu e Magrão pelos churrasquinhos perfeitos de domingo. E ao Luiz, por compartilhar alegrias, lágrimas e por me provocar para vida! Pelo companheirismo e pela família linda que ganhei. Obrigada por ter se tornado o amor da minha vida e por me fazer todos os dias amada da maneira linda. Espero que nosso caminho continue sendo iluminado pelos anjos. A Rafa Zem, pelos mapas feitos com tanto carinho. E muito mais que isso por ser irmã, confidente e companheira de batalha. Você é uma das luzes da minha vida!... A Bya, obrigada por crescer comigo e me adotar como família. ...A Rafa Robert por ser essa menina tão serena e disposta a enfrentar desafios e por trazer a Bruninha ao nosso mundo! A Dani pelo companheirismo e pelas aulas de artesanato. A Tathi, mulher inexplicável que enche minha vida de brilho e alegria! A Aninha, pela voz de irmã mais velha, calma e sempre disposta a ajudar...ah e por ter trazido a Ig pras nossas vidas! A Mari (os “chimas” e os tererês foram deliciosos) por ser a chorona mais linda do mundo. E a Mari Jorge por acolher a mim, a Conxiita, a Maia e ao Luiz no seu lar e no seu coração. Por trazer o Mimi, o Casé, a Ganja e o Kássio para alegrar meus dias, e, sem esquecer, pelos deliciosos pratos minha mestre cuca! A Ione (antes tarde do que nunca não?) Ainda bem que a gente se encontrou! É bom saber que existem pessoas loucas e confusas como eu. (Você é um doce e a gente vai longe pode ter certeza!).A Dani, a Rafa Zem, a Bya, ao Luiz agradeço também pelos grandes auxílios logísticos, pela contagem e medição das milhões de toquinhas. ... Ao Érick, Junior, Lito, Érika e Tati, Lê e Fran obrigada simplesmente por fazerem parte da

minha vida e mostrar que as amizades perduram não importa o tempo nem o espaço. ...Mãe e Pai, desculpa pela ausência, e obrigada pela vida, pela oportunidade de estar ao lado ao mar, por permitir que eu embarcasse nesse sonho louco, por apoiar em todas as horas, pela atenção, pelo caráter e pelo patrocínio. A Su, obrigada por cuidar da Mãe, por agüentar minhas explosões sem sentido e por me deixar ser um pedacinho de você e por ser um pedaço de mim. Ale, obrigada, por ser a alegria dessa família torta, por segurar a onda do Paizão como gente grande e por ser o irmão caçula mais fofo desse mundo! Amo vocês, mais do que possam imaginar! Obrigado também a todos aqueles que esqueci de mencionar aqui, as ajudas, os puxões de orelhas, os elogios, as conversas sérias e descontraídas que contribuíram para a construção desta “experiência científica”, espero que ela de frutos, mesmo que estes sejam ínfimos perante a imensidão de coisas que ainda precisamos conhecer para aprender a “lidar” de maneira melhor com nosso mundo.

Tô te explicando
Prá te confundir
Tô te confundindo
Prá te esclarecer
Tô iluminando
Prá te cegar
Tô ficando cego
Prá poder guiar

Tô – Elton Medeiros e Tom Zé

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	xi
RESUMO.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVO.....	4
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	5
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	5
3.2 METODOLOGIA.....	10
3.2.1 Amostragem e Coleta de Dados.....	10
4 RESULTADOS.....	16
4.1 ABUNDÂNCIA LINEAR E DISTRIBUIÇÃO DE <i>Ocypode quadrata</i>	16
4.1.1 Abundância Linear de <i>Ocypode quadrata</i>	16
4.1.2 Distribuição de <i>Ocypode quadrata</i>	19
4.2 VARIÁVEIS AMBIENTAIS.....	23
4.2.1 Perfil e Sedimento das Praias.....	23
4.2.2 Temperatura e Vento.....	28
4.2.3 Precipitação.....	30
4.3 RELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E A ABUNDÂNCIA DE <i>O. quadrata</i>	32
6 DISCUSSÃO.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
ANEXOS.....	48

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Mapa do Complexo Estuarino de Paranaguá mostrando as praias do Balneário de Pontal do Sul na desembocadura Sul do complexo. 7
- FIGURA 2 - Localização da área de amostragem; praias da Techint e do CEM, Balneário de Pontal do Sul. 7
- FIGURA 3 - Fotos da Praia do CEM, localizada na região em frente ao Centro de Estudos do Mar (CEM), Balneário Pontal do Sul. No detalhe a franja subterrestre e o acúmulo de detritos próximos a linha d'água. 9
- FIGURA 4 - Fotos da Praia da Techint, localizada na região da Ponta do Poço, Balneário de Pontal do Sul. No detalhe linha de costa demarcada pelo barranco e a planície de maré arenosa. 9
- FIGURA 5 - Esquema de uma praia com os pontos amostrais. Pontos A e B paralelos a linha de costa; ponto C representando as tocas. 11
- FIGURA 6 - Representações da área de amostragem e de coleta dos dados: (a) representação de um ambiente real, com a linha d'água distando 23 m do Ponto A; (b) representação gráfica do local amostrado, com recortes em quadrados concatenados de 1 m² e as tocas demarcadas pelas coordenadas cartesianas (x,y). 14
- FIGURA 7 - Representação genérica da área de amostragem dividida em 20 faixas de 1 m de largura para sorteio das faixas aleatórias e um exemplo genérico da subamostragem das 10 faixas de quadrados concatenados de 1m² utilizadas nas análises estatísticas de abundância de tocas. 15
- FIGURA 8 - Média e desvio padrão (95%) da abundância de *Ocypode quadrata* por metro linear de praia, entre maio de 2005 e abril de 2006, nas praias do CEM e da Techint. 17
- FIGURA 9 - Variação temporal da porcentagem de tocas de indivíduos recrutados (DT até 12,68), juvenis (DT entre 12,69 até 20,69) e adultos (DT maior que 20,69), entre maio de 2005 e abril de 2006, nas praias do CEM (a) e da Techint (b). DT = (diâmetro da toca em milímetros). 18
- FIGURA 10 - Distribuição espacial das tocas de *O. quadrata* na Praia do CEM junto ao maior perfil observado para esta praia. 21
- FIGURA 11 - Distribuição espacial das tocas de *O. quadrata* na Praia da Techint junto ao maior perfil observado para esta praia. 22

- FIGURA 12 - Correlação entre o diâmetro das tocas de *O. quadrata* e a distância em relação aos marcos fixos estabelecidos (a) na Praia do CEM (n = 1.469); (b) na Praia da Techint (n = 1.113)..... 23
- FIGURA 13 - Variação temporal do perfil topográfico da Praia do CEM, entre junho de 2005 e abril de 2006. O ponto “0” corresponde ao marco fixado na vegetação praias na primeira amostragem..... 25
- FIGURA 14 - Variação temporal do perfil topográfico das Praia da Techint , entre junho de 2005 e abril de 2006. O ponto “0” corresponde ao marco fixado na vegetação praias na primeira amostragem. 25
- FIGURA 15 – (a) Variação temporal do tamanho médio do grão dentro da faixa de distribuição do *Ocypode quadrata* nas praias do CEM e da Techint, entre julho de 2005 e abril de 2006. AMF: areia muito fina; AF: areia fina. (b) Variação temporal do grau de seleção do sedimento dentro da faixa de distribuição do *O. quadrata* nas praias do CEM e da Techint, entre julho de 2005 e abril de 2006. MoS: moderadamente bem selecionado; BS: bem selecionado; MBS: muito bem selecionado. 26
- FIGURA 16 – (a) Variação temporal da porcentagem de finos dentro da faixa de distribuição do *Ocypode quadrata* nas praias do CEM e da Techint, entre julho de 2005 e abril de 2006; (b) Variação temporal da porcentagem matéria orgânica dentro da faixa de distribuição do *Ocypode quadrata* nas praias do CEM e da Techint, entre julho de 2005 e abril de 2006; e (c) Variação temporal da porcentagem carbonato de cálcio dentro da faixa de distribuição do *Ocypode quadrata* nas praias do CEM e da Techint, entre julho de 2005 e abril de 2006. 27
- FIGURA 17 - Variação temporal da porcentagem média de umidade do sedimento coletado dentro da faixa de distribuição do *Ocypode quadrata* nas praias do CEM (a) e da Techint (b), entre junho de 2005 e abril de 2006..... 28
- FIGURA 18 - Valores correspondentes a Temperatura do Ar e do Sedimento registrados durante a realização das amostragens nas praias do CEM e da Techint, entre maio de 2005 e abril de 2006..... 29
- FIGURA 19 - Variação da Velocidade média (m/s) e direção modal do vento durante o período da manhã, registradas nas amostragens das praias do CEM (a) e da Techint (b), dados obtidos na estação meteorológica do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná..... 30
- FIGURA 20 - Variação temporal média e precipitação total acumulada, entre maio de 2005 e abril de 2006, dados obtidos na estação meteorológica do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná. 31

- FIGURA 21 – (a) Soma da precipitação registrada 72 e 24 horas antecedente as amostragens da Praia do CEM, dados obtidos na estação meteorológica do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná; (b) Soma da precipitação registrada 72 e 24 horas antecedente as amostragens da Praia da Techint, dados obtidos na estação meteorológica do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná..... 32
- FIGURA 22 – Análise de Componentes Principais (PCA) para a média da abundância de tocas.m⁻¹ de praia, temperatura do ar, precipitação mensal acumulada e 72 e 24 horas antes da amostragem, velocidade e direção do vento, umidade do sedimento, média do tamanho do grão e grau de inclinação da praia..... 33
- FIGURA 23 - Resultado da análise ACP, mostrando a posição dos pontos amostrados no gráfico, Praia do CEM (C) e Praia da Techint (T)..... 33

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Cronograma das amostragens realizadas.....	10
TABELA 2 - Valores do teste ANOVA para o número de organismos/m-l.....	17
TABELA 3 – Média e Desvio Padrão da Extensão e Inclinação dos perfis praiais.....	25
TABELA 4 – Valores médios anuais da média (ϕ) e do desvio padrão (ϕ) dos sedimentos nos pontos de início (1), meio (2) e final (3) da distribuição dos caranguejos no perfil praiial. MB: muito bem selecionado	26

RESUMO

Este estudo analisou a variação da estrutura etária, da distribuição e da abundância do caranguejo fantasma *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787), em duas praias do Balneário de Pontal do Sul, litoral do Paraná, no período de maio de 2005 a abril de 2006. Para as análises utilizou-se o censo indireto, realizado mensalmente na mesma área das praias. As tocas dos caranguejos estiveram estabelecidas ao longo de toda praia com as maiores densidades observadas na região supralitoral e superior do médiolitoral. Ambas as praias tiveram um decréscimo expressivo no número de indivíduos em direção ao mar e os caranguejos maiores restringidos aos primeiros metros após a linha de costa. Os resultados mostraram que apesar da diferença morfodinâmica entre as praias a abundância dos caranguejos foi relativamente similar e as variações temporais no número de indivíduos foram dependentes aos fatores meteorológicos do dia da coleta. Os maiores valores de abundância ($\sim 12 \text{ org/m}^{-1}$) foram registrados nos meses de junho-julho de 2005 e janeiro de 2006, enquanto que o menor valor ($0,9 \text{ org/m}^{-1}$) foi observado em abril de 2005, após a passagem de uma frente meteorológica. A abundância de organismos também respondeu a entrada de caranguejos recrutas, os picos ocorreram de maio a outubro, entretanto, tocas com diâmetros inferiores a 9 mm foram observadas ao longo de todo o ano, indicando um recrutamento contínuo para os dois ambientes. A alta dinâmica dos ambientes praias, a dependência aos fatores meteorológicos demonstra a grande plasticidade comportamental da espécie *Ocypode quadrata*.

1 INTRODUÇÃO

As praias arenosas constituem ambientes formados por material inconsolidado e representam uma interface funcional entre o mar e a terra onde ocorre direta transferência de nutrientes, nas duas direções. Apesar da aparência desértica, são ecossistemas chave tanto para o ambiente marinho como para o terrestre. A macrofauna bentônica constitui um dos componentes mais conspícuos da biota deste sistema, possuindo representantes de diversos grupos taxonômicos. Crustáceos, moluscos e poliquetas geralmente predominam no ambiente de praia produzindo perturbações mecânicas e físico-químicas no sedimento.

Importantes interações biológicas controlam a estrutura e a distribuição dos organismos de praias arenosas (Defeo, 1996; Borzone, 1999; Yannicelli *et al.*, 2001), porém os fatores físicos, que caracterizam as condições abióticas extremamente severas, compõem a força básica de regulação destes sistemas (Brown & McLachlan, 1990), e conseqüentemente, influenciam nas atividades comportamentais de suas espécies.

O caranguejo *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) - comumente conhecido como vasa-maré, guaruçá, guriçá, maria-farinha, ou ainda sapiroca – habita as praias arenosas entre o supralitoral e o médiolitoral, construindo suas tocas desde a marca mais alta da linha d'água até a área de encosta das dunas ou restingas da praia. Sua distribuição geográfica engloba regiões tropicais e subtropicais, restringindo-se à costa oeste atlântica, incluindo a costa leste dos Estados Unidos, América Central, Antilhas e parte da América do Sul. No Brasil este caranguejo pode ser encontrado nas praias arenosas, do Pará ao Rio Grande do Sul, e em Fernando de Noronha (Young, 1998).

O gênero *Ocypode* tem seus indivíduos conhecidos como caranguejos-fantasma (*ghost crab*), devido à coloração críptica e a rapidez dos seus movimentos, estão bem adaptados aos ambientes de praia possuindo alta habilidade de escavação (Brown & McLachlan, 1990). Passam a maior parte da vida associados às tocas, determinantes na sua sobrevivência, já que servem de refúgio, principalmente nas fases críticas do ciclo de vida, como o período de muda e incubação dos ovos (Wolcott, 1978; Negreiros - Fransozo *et al.*, 2002; Lima *et al.*, 2003). Em praias com ampla variação de maré, a

disposição das tocas varia ciclicamente com esse processo, sendo construídas nos locais em que a areia é dura somente o suficiente para suportar a escavação (Hughes, 1966). Cowles (1908), Sawaya (1939), Barras (1962), Hughes (1966), Bernardes *et al.* (2004) e Chan *et al.* (2006) contribuíram para o conhecimento dos hábitos dos caranguejos-fantasma de cavar tocas, bem como para os padrões e características das mesmas, evidenciando que a avaliação destas construções é um aspecto importante para qualquer trabalho de investigação da espécie.

Wolcott (1978), relatou a existência de uma boa correlação linear entre o diâmetro da toca e a largura do cefalotórax do caranguejo, confirmada nos estudos de vários outros autores (McLachlan, 1980; Alberto & Fontoura, 1999; Quijón *et al.*, 2001; Turra *et al.*, 2005). Warren (1990) encontrou uma forte correlação entre o número de tocas e o número de caranguejos de alguns gêneros da família Ocypodidae. Estas descobertas mostraram que a utilização do censo indireto por meio da contagem e mensuração das tocas presentes na praia é um bom estimador da densidade dos caranguejos, e uma boa ferramenta para o conhecimento da estrutura etária destas populações.

Os caranguejos são onívoros, podendo agir como detritívoros, necrófagos e/ ou predadores, dependendo do tipo de alimento disponível no ambiente. Apresentam grande importância ecológica como consumidores de detritos orgânicos e transferidores de energia entre diferentes níveis tróficos (Wolcott, 1978). Diferenças nos hábitos, dietas e a presença de predadores influenciam nas diferenças temporais das atividades de locomoção desses organismos (Jones, 1972). Seu comportamento circadiano pode variar dependente das características particulares de cada ambiente praias. Um estudo realizado no litoral do Paraná revelou que os caranguejos são mais ativos durante o período da manhã, em resposta às condições de bom tempo associadas com a maré baixa (Felix *et al.*, 2005). Diferindo destas observações, Steiner & Leatherman (1981) observaram os indivíduos mais ativos durante a noite em praias da América do Norte. Felix *et al.*, (2005) descreveram uma clara relação entre o diâmetro da toca e a sua distância da restinga. Nas praias estudadas pelos autores as tocas de menor diâmetro ocuparam a parte inferior do perfil, próximas a linha d'água, enquanto

que as de maior diâmetro ficaram restritas a parte superior do perfil, próximas à restinga.

Os caranguejos da espécie *O. quadrata* são sensíveis ao frio 16 °C é considerada como temperatura mínima extrema para a atividade normal da espécie (Haley, 1972). Alberto & Fontoura (1999) sugeriram que a atividade dos caranguejos que habitam praias do meridional brasileiro também seja afetada pelas altas temperaturas, entretanto, observaram que as populações voltaram à atividade tão logo que as temperaturas tivessem atingido níveis ideais. Além da temperatura, fatores meteorológicos (frentes, ventos e chuvas), variação de maré e disponibilidade de recursos interferem significativamente na atividade comportamental desses organismos (Steiner & Leatherman, 1981; Alberto & Fontoura, 1999).

Hill & Hunter (1973) e Steiner & Leatherman (1981) estudaram o comportamento de populações de *O. quadrata* presentes em praias da América do Norte. Alberto & Fontoura (1999); Negreiros-Fransozo (2002); Lima *et al.*, (2003); Vieira *et al.*, (2004); Felix *et al.*, (2005); Turra *et al.*, (2005); Bernardes *et al.*, (2003) e Neves *et al.*, (no prelo) contribuíram para conhecimento comportamental de populações desta espécie, em praias arenosas da costa brasileira. Turra *et al.*, (2005) encontrou um menor número de caranguejos em praias protegidas que apresentaram maiores declividades, confirmando o padrão relatado pela literatura para abundância da macrofauna. Porém poucos dos trabalhos que abordam a espécie descreveram extensivamente as variações espaço temporais da abundância e distribuição dos caranguejos relacionadas aos fatores abióticos das praias.

A ampla ocorrência em distintos ambientes de praia e a adequabilidade para investigações de laboratório e de campo (Hughes, 1966) tem incentivado estudos para avaliar a influencia da circulação de pedestres e veículos nas praias no comportamento da população de caranguejos que ali habitam (Steiner & Leatherman, 1981; Lima *et al.*, 2003; Vieira *et al.*, 2004; Neves *et al.*, no prelo). Estudando distribuição de *O. cordimana* (Desmarest, 1825) em praias urbanizadas e não urbanizadas na Austrália Barros (2001) observou maior abundância de caranguejos em ambientes não urbanizados e sugeriu a possibilidade da utilização deste animal como indicador da degradação ambiental. Entretanto, Turra *et al.* (2005) sugeriram a necessidade de

avaliações com controles temporais, antes de possíveis inferências sobre a influência humana no comportamento desta espécie. Impulsionado pelos diagnósticos apresentados acima e na tentativa de contribuir para o conhecimento comportamental da espécie o presente estudo apresenta a primeira descrição de variações espaciais e temporais das populações de *O. quadrata* do litoral paranaense, em conjunto com a descrição dos parâmetros físicos das praias e das condições meteorológicas a que os ambientes encontravam-se expostos.

2 OBJETIVO

Avaliar, através da presença e do diâmetro das tocas, a variação ao longo de um ano da distribuição, da abundância e da estrutura etária do caranguejo fantasma *Ocypode quadrata* em duas praias arenosas da baía de Paranaguá.

Neste contexto, destacam-se como objetivos específicos:

- a) descrever variações espaciais e temporais na abundância e na distribuição das tocas ativas do caranguejo *O. quadrata* em dois ambientes de praia arenosa;
- b) inferir a estrutura etária das populações analisadas por meio da correlação linear entre o diâmetro das tocas e a largura do cefalotórax dos caranguejos segundo a relação encontrada por ALBERTO & FONTOURA (1999) para populações de caranguejos da mesma espécie do litoral do Rio Grande do Sul;
- c) analisar as características físicas dos ambientes praias e as suas variações temporais;
- d) relacionar as mudanças na distribuição e na abundância das tocas com os parâmetros físicos e ambientais observados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A costa do estado do Paraná é uma das menores de todo o litoral brasileiro e possui uma população residente de 235.840 habitantes (IBGE, 2005). Em aproximadamente 100 km, abrange praias expostas, um grande complexo estuarino, e entre estes, vários ambientes transicionais. Não difere de outros litorais sofrendo vários exemplos de exploração e uso impróprio, devido à diversidade de atividades ali realizadas (recreação, pesca, turismo náutico, transito de embarcações), principalmente devido à presença do Porto Dom Pedro II na cidade de Paranaguá.

O clima da região é classificado como Cfa segundo Köppen, onde “C” corresponde ao clima pluvial temperado, “f” ao clima sempre úmido, com chuvas todos os meses do ano, e “a” à temperatura média do ar do mês mais quente acima de 22 °C. O clima é sempre úmido. Segundo IPARDES (2001), as chuvas que caem no litoral são do tipo ciclônicas, orográficas e de convecção. O índice acumulado apresenta uma pluviosidade média anual de 2500 mm, com chuvas bem distribuídas durante o ano todo, apenas com registros de maior pluviosidade durante os meses do verão (Ibid). Dados obtidos pela estação meteorológica do Centro de Estudos do Mar – UFPR, em Pontal do Sul, mostram que pode haver situações em que ocorre precipitação de até 168 mm em 24 horas (Krelling, 2004). Entre 1996 e 1998, o vento apresentou direções predominantes de sudeste, leste e nordeste com velocidades médias de 4 m/s, relacionados principalmente aos sistemas de brisas. A umidade relativa do ar apresentou média de 85%, com média máxima mensal de 90% e média mínima de 40-50% (LFM/CEM, 1998).

O Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá está localizado na porção centro norte do litoral paranaense (25°16'34" S; 48°17'42" W) e possui uma área de bacia de 551,8 Km² (Noernberg, 2001) (fig. 1). O estuário é formado por dois corpos d'água principais, denominados Baía de Paranaguá, com 56 Km de extensão, no eixo Leste-

Oeste, e Baía das Laranjeiras, com 30 Km de extensão, no eixo Norte-Sul. A conexão com o Oceano Atlântico é feita através de três canais: ao Sul está separado do mar aberto pela presença da Ilha do Mel, onde a ligação se faz através de dois canais ao redor da ilha (Lana *et al.*, 2001); o Canal da Galheta delimitado pela face sul da Ilha do Mel e o continente (Balneário de Pontal do Sul) e o Canal Barra Norte situado entre a Ilha do Mel e a Ilha das Peças; mais ao Norte conecta-se ao oceano através do Canal do Superagüi, entre as ilhas das Peças e de Superagüi. Na borda continental sul é observado um sistema de barras submersas, que com a maré baixa, dissipam as ondas para o interior da baía (Borzzone *et al.*, 2003). As ondas no local da embocadura da baía apresentam amplitudes que variam de 0,5 m a 2 m e períodos de 3 a 7 s (Lana *et al.*, 2001). O setor estuarino apresenta regime de maré semi-diurna, ou seja, duas preamares e duas baixamars num período de 24 horas, e amplitudes de maré de sizígia menores que 2 m, indicando um regime de micro-maré (Marone *et al.*, 1997). As marés sofrem variações de até 0,60 m devido à ocorrência de marés meteorológicas - as "ressacas" - causadas por eventos meteorológicos extremos de alta energia como a ocorrência de ventos fortes e passagens de frentes frias - geralmente durante o outono e o inverno.

As praias amostradas neste estudo estão localizadas no Balneário de Pontal do Sul (25°34'48" S; 48°21'17" W), Município de Pontal do Paraná, e encontram-se situadas na região da desembocadura sul do Complexo Estuarino de Paranaguá (fig. 2). Os ambientes recebem influencia não apenas das ondas e correntes de deriva litorânea, mas também das correntes de maré. O complexo padrão do sistema de circulação de suas águas, a presença da Ilha do Mel e Ilha da Galheta e os inúmeros bancos submersos na plataforma interna rasa, são em grande parte responsáveis pela dinâmica do local. As mudanças da linha de costa podem ocorrer de maneira cíclica, alternando-se em processos erosivos e de sedimentação em curta escala de tempo (Dezinho, 2004). Soares *et al.* (1997) observaram programações de cerca de 700 m em 40 anos em determinados setores do balneário.

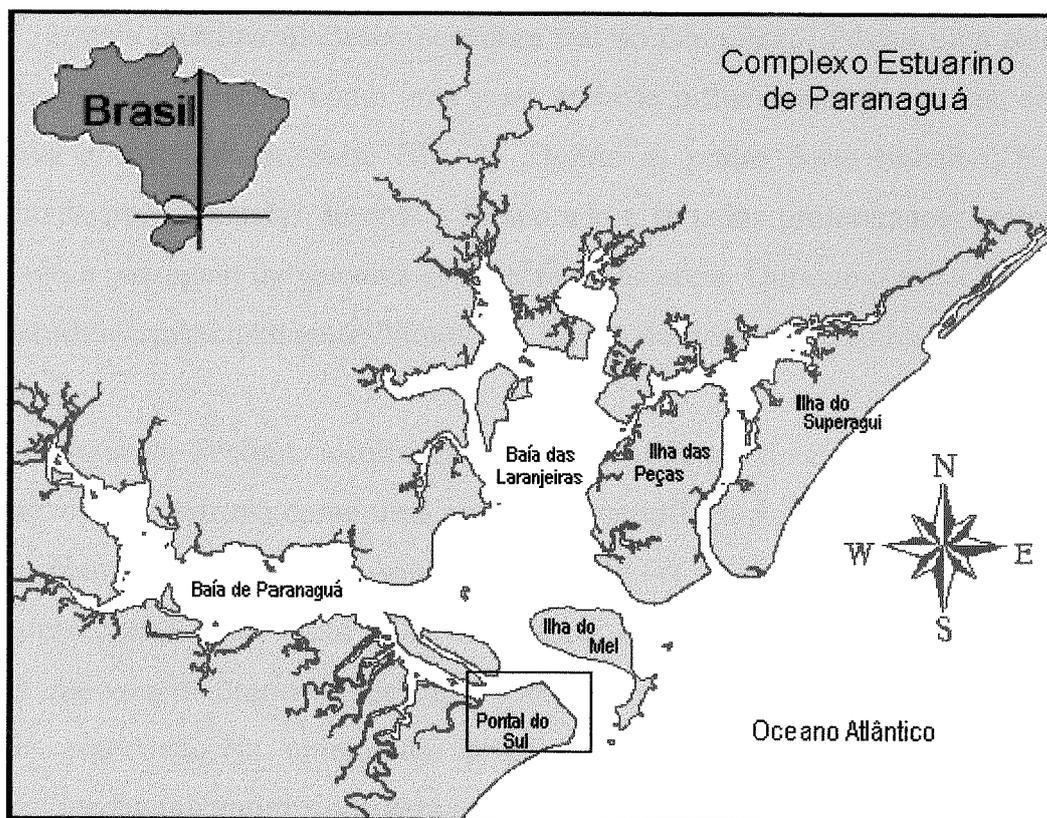


FIGURA 1 - Mapa do Complexo Estuarino de Paranaguá mostrando as praias do Balneário de Pontal do Sul na desembocadura Sul do complexo.

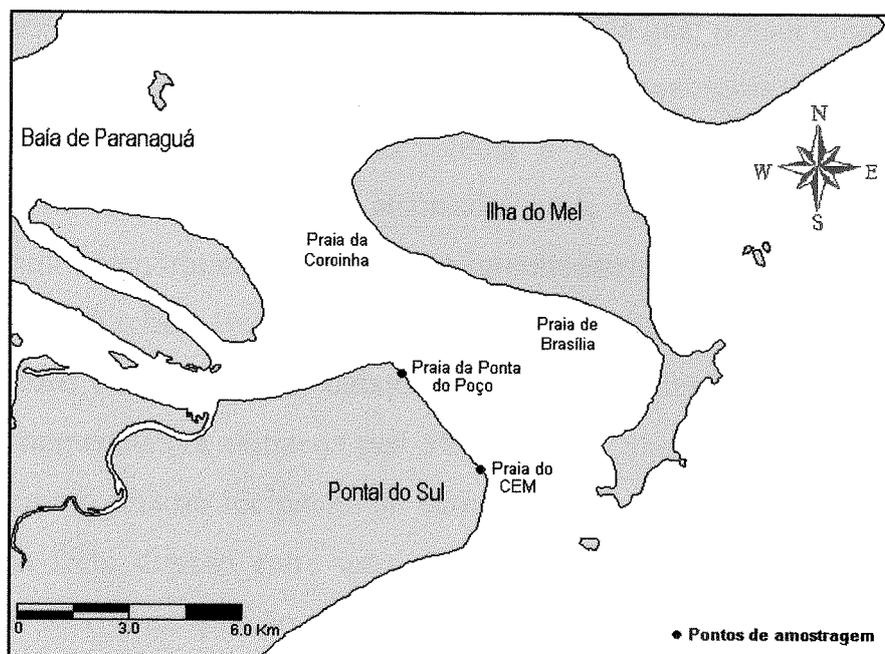


FIGURA 2 - Localização da área de amostragem; praias da Techint e do CEM, Balneário de Pontal do Sul.

A Praia do CEM, localizada na região em frente ao Centro de Estudos do Mar (CEM), é mais próxima da desembocadura Sul do Complexo. Possui uma orientação nordeste e é caracterizada como uma praia arenosa influenciada por ondas, correntes de deriva e correntes de maré (fig. 3). Dentre as praias deste trabalho, é a mais freqüentada por veranistas durante a temporada e feriados prolongados, podendo ser observado a passagem de veículos sobre a faixa de areia. Durante o ano é freqüentada por pescadores principalmente durante os meses da pesca da Tainha (junho, julho e agosto).

A Praia da Techint, localizada na região da Ponta do Poço, possui orientação nordeste, é caracterizada como uma praia arenosa influenciada por maré e possui uma extensa planície de maré também arenosa (fig 4). Esta praia é freqüentada por pescadores o ano todo, tanto pelos moradores da vila próxima a praia quanto por pessoas que vem de outras regiões, que consideram o lugar tranqüilo para a prática de pescaria esportiva. Na temporada, principalmente final de dezembro, janeiro e fevereiro recebe um aporte considerável de veranistas.

Nas duas praias estudadas, a área imediatamente acima à região supra-litoral é caracterizada pela ocorrência de gramíneas e arbustos de pequeno porte, fixadores de duna, que caracterizam o ecossistema de restinga. Cada qual possui uma diversidade e abundância de vegetação distinta e nenhuma das praias apresenta ocupação urbana na área de restinga superior a elas. Ao estudar a macroinfauna e as características morfodinâmicas das mesmas praias analisadas neste trabalho, Borzone *et al.* (2003) observaram um comportamento dissipativo intermediário para a praia do CEM, sendo que a Praia da Techint foi caracterizada por comportamento altamente dissipativo durante a maré baixa e muito baixa, porém forte reflexão durante a maré alta. Seguindo a nomenclatura utilizada por Masselink & Short (1993), a praia do CEM apresentou uma formação incipiente de barra e uma íngreme face praial, já a Techint mostrou uma forte divisão entre uma porção superior altamente reflexiva (a praia propriamente dita) e um porção inferior dissipativa com características de planície de maré, Borzone *et al.* (2003).



FIGURA 3 - Fotos da Praia do CEM, localizada na região em frente ao Centro de Estudos do Mar (CEM), Balneário Pontal do Sul. No detalhe a franja subterrestre e o acúmulo de detritos próximos à linha d'água.



FIGURA 4 - Fotos da Praia da Techint, localizada na região da Ponta do Poço, Balneário de Pontal do Sul. No detalhe linha de costa demarcada pelo barranco e a planície de maré arenosa.

3. 2 METODOLOGIA

3. 2.1 Amostragem e Coleta de Dados¹

Os censos indiretos de *O. quadrata* foram realizados mensalmente, entre maio de 2005 e abril de 2006, na praia localizada na região próxima ao Centro de Estudos do Mar a qual foi denominada como “Praia do CEM”, e na praia localizada na região da Ponta do Poço, denominada “Praia da Techint” (tab. 1). As amostragens foram realizadas no período da manhã, durante a maré baixa de sizígia, em condições meteorológicas que permitissem a realização das contagens. Foram estabelecidos dois marcos fixos na vegetação de restinga distando 10 m da linha de costa referente ao dia da primeira amostragem realizada em cada praia, garantindo que os levantamentos fossem realizados na mesma área das praias ao longo dos meses.

TABELA 1 - Cronograma das amostragens realizadas

Número da Amostragem	Praia do CEM	Praia da Techint
1	22/05/2005	27/05/2005
2	11/06/2005	12/06/2005
3	12/07/2005	11/07/2005
4	06/08/2005	07/08/2005
5	11/09/2005	10/09/2005
6	20/10/2005	22/10/2005
7	18/11/2005	19/11/2005
8	16/12/2005	15/12/2005
9	13/01/2006	14/01/2006
10	14/02/2006	15/02/2006
11	13/03/2006	13/03/2006
12	13/04/2006	17/04/2006

Para investigar a distribuição espacial e a abundância do caranguejo foi utilizado um método simples e preciso que posiciona cada toca a partir das distâncias em relação a dois pontos fixos (Borzzone *et al.*, 2005). Foram definidos na parte superior da praia dois pontos de referência, A e B, separados por uma distância de 20 metros e alinhados de forma paralela à linha de costa. Cada toca foi tratada como um

¹ O modelo da planilha utilizada em campo e as fotos das amostragens encontram-se anexadas no final deste trabalho.

ponto C e as distâncias em relação aos pontos A e B (i.e., segmentos AC e BC, respectivamente) foram obtidas com o auxílio de duas trenas de precisão 0,01 m (fig. 5). Utilizando o teorema dos cosenos, a partir dos segmentos AC e BC foram calculadas as coordenadas polares de cada ponto C estabelecendo como origem as coordenadas do ponto A. Para transformar as coordenadas polares em coordenadas cartesianas, foram utilizadas as seguintes equações:

$$x = AC * \cos(A);$$

$$y = AC * \sin(A);$$

...

$$x = AC * (\cos((90 * \pi) / 180) - (\cos(((BC^2) - (20^2 + AC^2)) / (-2 * 20 * AC))))$$

$$y = AC * (\sin((90 * \pi) / 180) - (\sin(((BC^2) - (20^2 + AC^2)) / (-2 * 20 * AC))))$$

onde, AC representa a distância entre o ponto A e o ponto C e BC representa a distância entre o ponto B e C.

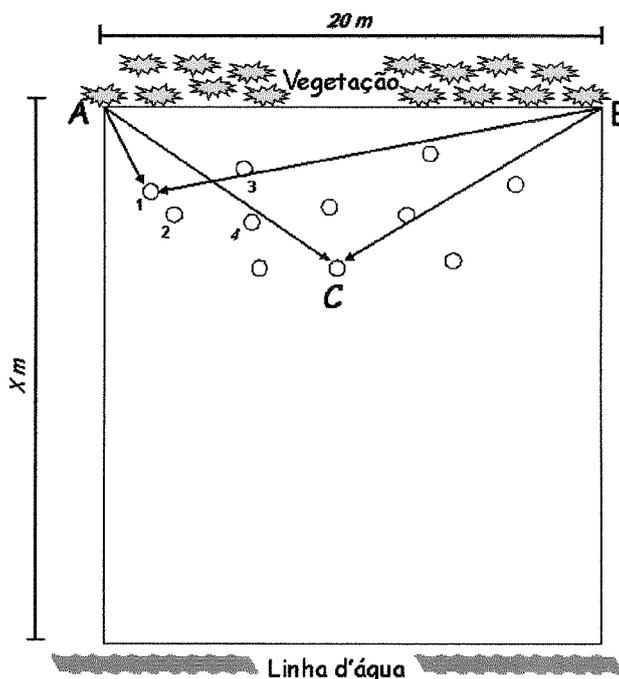


FIGURA 5 - Esquema de uma praia com os pontos amostrais. Pontos A e B paralelos à linha de costa; ponto C representando as tocas.

O diâmetro de cada toca foi medido com um paquímetro digital de precisão 0,1mm foi observado e anotado o tipo de comportamento ao redor da toca, sendo considerado três tipos de estado da toca:

- a) ativa: quando apresentou algum tipo de sinal de atividade recente, podendo ser acumulações de areia retirada para cavar a toca, restos de “alimento” e/ou sinais de alimentação, pegadas ou a própria presença do animal;
- b) fechada: quando apresentou algum sinal de atividade – aquelas consideradas para caracterizar a toca ativa – mas apresentava a entrada da toca coberta por areia e;
- c) inativa: se não apresentou nenhum sinal de atividade recente, ficando evidente o seu abandono.

As tocas consideradas inativas não foram utilizadas nas análises de abundância e distribuição dos caranguejos, e somente as medidas das tocas ativas foram utilizadas para análises demográficas. Este estudo considerou a existência de uma boa correlação linear entre o diâmetro da toca e a largura do cefalotórax do caranguejo (Wolcott, 1978; McLachlan, 1980; Alberto & Fontoura, 1999; Quijón *et al.*, 2001; Turra *et al.*, 2005). Para relação entre o diâmetro da toca e a largura do cefalotórax do caranguejo foi utilizada a relação linear obtida de uma amostra de 170 indivíduos por Alberto & Fontoura (1999) para a população de *O. quadrata* da praia de Pinhal, RS, representada pela seguinte equação:

$$DT = 0,6648 + 1,0013 * L \quad (r = 0,97),$$

onde, DT é o diâmetro da toca e L é a largura do cefalotórax, ambos em milímetros.

Foram gerados histogramas de frequência a partir das medidas do diâmetro das tocas. Para o acompanhamento da estrutura populacional os caranguejos foram divididos entre recrutas, juvenis e adultos. Nesta classificação foram considerados caranguejos recrutas aqueles com até 12 mm (DT = 12,68 mm) de largura do cefalotórax, e para o limite entre juvenis e adultos foi considerada a medida de 20 mm para largura do cefalotórax (DT = 20,69 mm). Os valores foram baseados no trabalho de Negreiros-Fransozo *et al.* (2002), que relataram 12 mm como tamanho máximo encontrado para caranguejos que não apresentavam pleópodos totalmente desenvolvidos, e 20 mm como tamanho aproximado para maturidade sexual de caranguejos machos.

Junto aos censos, realizados entre junho de 2005 e abril de 2006, foram obtidos os perfis topográficos das praias, com o auxílio de um teodolito e uma régua

graduada em centímetros. A partir do marco fixo estabelecido nas praias, para a localização dos pontos de referência (A e B), os pontos do perfil foram distribuídos em função de características consideradas relevantes como: limite da vegetação, marcas do espraiamento das ondas, deposição de detritos e material orgânico, pontos de inflexão do próprio perfil e a linha d'água. No caso da praia da Techint, não foi medida a verdadeira distância da linha d'água pelo fato de existir neste ambiente uma extensa planície de maré. Foi utilizado neste caso como limite do ambiente praiar entremarés, o início da planície, geralmente definido pelo local de ressurgência da água do lençol freático.

Nos pontos superiores, médios e inferiores da zona de distribuição das tocas, foram coletadas amostras de sedimento, com o auxílio de um cano PVC com 5 cm de diâmetro e 10 cm de altura, para a realização de análises granulométricas e obtenção dos teores de umidade. As medidas de profundidade do lençol freático foram medidas com o auxílio de uma ferramenta de escavação e uma régua graduada em centímetros. A obtenção destas medidas ficou comprometida quando as profundidades ultrapassaram 90 cm, devido a limitações metodológicas.

Outros parâmetros, que poderiam influenciar na distribuição e abundância dos caranguejos foram obtidos durante cada coleta: a precipitação mensal acumulada, a precipitação acumulada nas 72 e 24 horas anteriores a amostragem e a direção e intensidade do vento no momento da amostragem (valores da estação meteorológica do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná); e a temperatura do ar e do sedimento no momento da amostragem com o auxílio de um termômetro de mercúrio.

Para avaliação da estrutura populacional dos caranguejos, foram confeccionados gráficos com a porcentagem de indivíduos recrutas, juvenis e adultos para cada praia e cada momento de coleta.

Para analisar as variações das abundâncias dos caranguejos entre praias e momentos de coleta foram confeccionados gráficos com a posição de cada toca demarcada pelas coordenadas cartesianas (x, y) (fig. 6). Sobre estes gráficos foram subamostradas as mesmas tocas em dez faixas de quadrados concatenados de 1 m² distribuídas aleatoriamente ao largo da praia (fig. 7). Um teste de ANOVA bi-fatorial

foi utilizado para a comparação das abundâncias (expressas como metro lineal, m^{-1} , McLachlan *et al.* 1981), e o teste pos-hoc Sheffé foi utilizado para as comparações par a par.

Para mostrar a diferença entre os perfis praias foram confeccionados gráficos com a extensão e inclinação de cada perfil. Na análise das amostras sedimentológicas, o processamento foi feito por meio de técnicas padrões de peneiramento (Sugio, 1973), e os dados obtidos computados de acordo com o Método dos Momentos (Tanner, 1995), tendo os resultados expressos com valores de ϕ ("phi" = $-\log_2$ diâmetro mm).

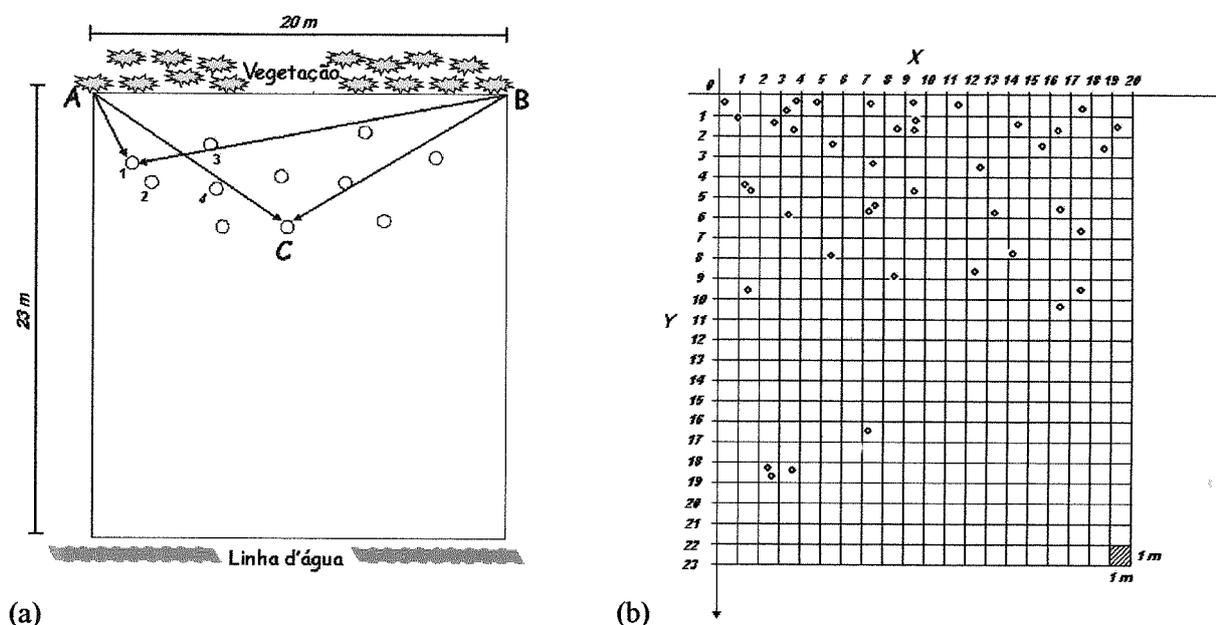


FIGURA 6 - Representações da área de amostragem e de coleta dos dados: (a) representação de um ambiente real, com a linha d'água distando 23 m do Ponto A; (b) representação gráfica do local amostrado, com recortes em quadrados concatenados de 1 m^2 e as tocas demarcadas pelas coordenadas cartesianas (x,y).

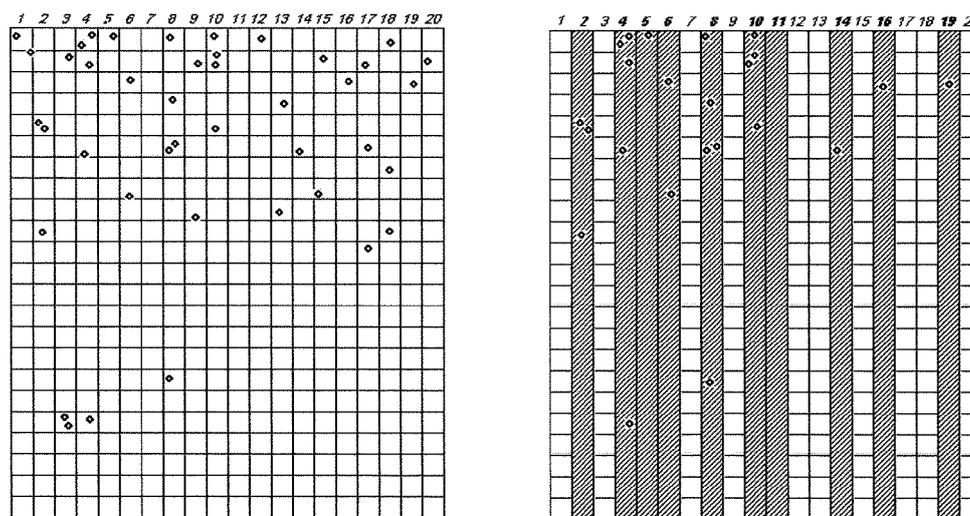


FIGURA 7 - Representação genérica da área de amostragem dividida em 20 faixas de 1 m de largura para sorteio das faixas aleatórias e um exemplo genérico da subamostragem das 10 faixas de quadrados concatenados de 1m² utilizadas nas análises estatísticas de abundância de tocas.

Para avaliar as relações entre a variação temporal das abundâncias das tocas ativas, os parâmetros ambientais registrados no momento da coleta (inclinação da praia, média do tamanho e seleção dos grãos, teor de finos, umidade do sedimento, intensidade média e direção modal do vento, temperatura do ar e do sedimento) e alguns parâmetros ambientais relacionados ao dia de coleta (precipitação mensal acumulada, média da precipitação mensal, soma da precipitação acumulada nas 72 e 24 horas anteriores a cada coleta), os dados foram utilizados numa Análise de Componentes Principais (Principal Component Analysis – PCA), que expressa as informações contidas nos conjuntos de dados originais, através da sintetização da variabilidade máxima desses dados (Valentin, 2000). A partir de uma primeira análise, uma segunda PCA foi realizada excluindo os parâmetros ambientais quando estes apresentaram forte autocorrelação.

A análise da distribuição espacial das tocas de *O. quadrata* foi realizada por meio da confecção de gráficos contendo a densidade total dos organismos presentes ao longo do perfil das praias, as posições da linha de costa, da linha de detritos referente ao alcance do espriamento das ondas durante a última maré alta e da linha d'água ou do limite da praia com a planície.

4 RESULTADOS

4.1 ABUNDÂNCIA LINEAR E DISTRIBUIÇÃO DE *Ocypode quadrata*

4.1.1 Abundância Linear de *Ocypode quadrata*

A abundância linear das tocas de caranguejos foi significativamente diferente entre as praias, entre os meses e na interação praia x mês (fig. 8, tab. 2). Os valores máximos de abundância de *Ocypode quadrata* ficaram entre 11,2 e 12,7 org/m⁻¹ (junho) e o mínimo observado foi de 0,9 org/m⁻¹ (abril), com a Praia do CEM apresentando os maiores valores registrados.

O teste pos-hoc mostrou as diferenças temporais relacionadas ao baixo número de organismos observados nos meses de maio e setembro para ambas as praias; outubro para a Praia do CEM e agosto, novembro e abril para a Praia da Techint, com médias inferiores a 5 org/m⁻¹. Em contraste, médias superiores a 9 org/m⁻¹ foram observadas nos meses de junho e julho para ambas as praias, março e abril para a Praia do CEM e janeiro para a Praia da Techint.

ABUNDÂNCIA LINEAR

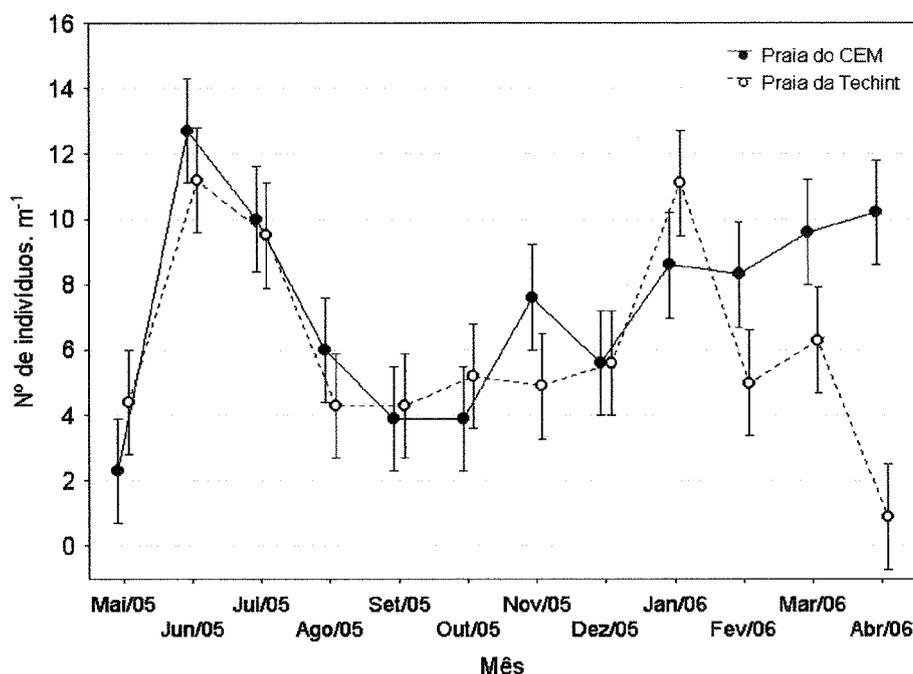


FIGURA 8 - Média e desvio padrão (95%) da abundância de *Ocypode quadrata* por metro linear de praia, entre maio de 2005 e abril de 2006, nas praias do CEM e da Techint.

TABELA 2 - Valores do teste ANOVA para o número de organismos/m-l

	GL	F	P
Praia	1	16,013	0,000 ***
Mês	11	20,768	0,000 ***
Praia*Mês	11	7,651	0,000 ***

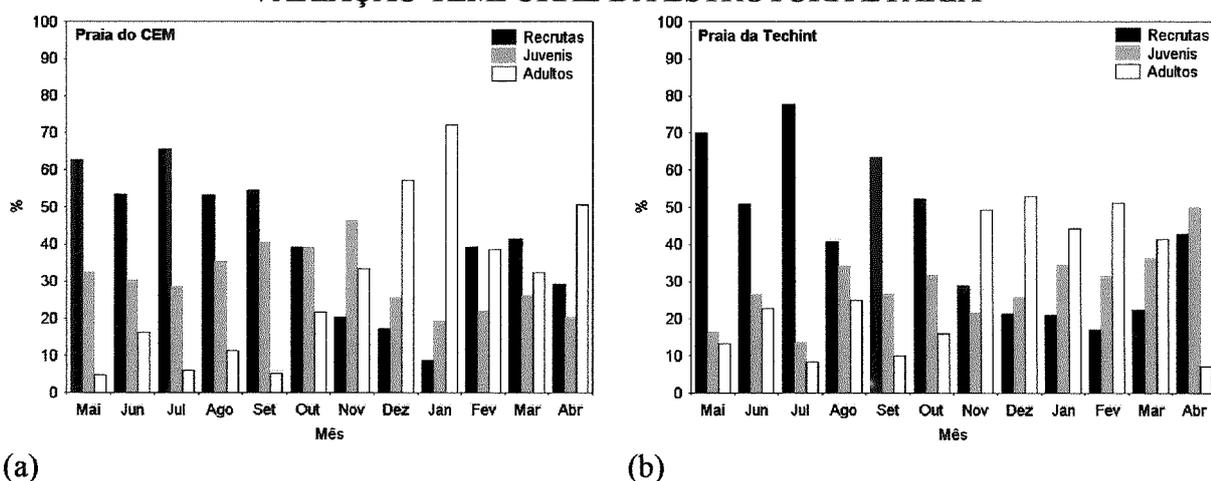
As medidas do diâmetro das tocas variaram entre 2,32 mm e 57,13 mm durante o período amostrado. O menor diâmetro foi observado no mês de dezembro na Praia da Techint, e diâmetros de aproximadamente 3,5 mm foram registrados no mês de março em ambas as praias. Entre maio e outubro, as menores tocas observadas tiveram diâmetros inferiores a 5 mm, coincidindo com o período de maior representação de recrutas para as populações de caranguejo estudadas. Nos demais meses, os menores diâmetros de toca ficaram entre 6,30 e 8,02 mm.

Os maiores valores de diâmetros de toca ocorreram no mês de abril na Praia do CEM (~56 mm) e em dezembro na Praia da Techint (~57 mm). A maior toca observada em agosto na Praia do CEM mediu 38,96 mm e em setembro na Praia da Techint apenas 30,94 mm. Entre os meses de maio e outubro, janeiro e fevereiro e no

mês de dezembro na Praia do CEM os maiores diâmetros medidos foram de aproximadamente 45 mm. Nos meses de novembro e março as maiores medidas foram 50 e 54 mm na Praia do CEM, e 53 mm na Praia da Techint.

Recrutas, juvenis e adultos estiveram presentes durante todo o período amostral (fig.9 a e b). Caranguejos considerados recrutas representaram mais de 50% da população nos meses em que foram registradas as maiores abundâncias de indivíduos para as duas praias, em julho menos de 10% das tocas pertenciam a caranguejos adultos. Nas amostragens realizadas em março e abril os caranguejos recrutas também contribuíram com os altos valores de abundância observados na Praia do CEM.

VARIAÇÃO TEMPORAL DA ESTRUTURA ETÁRIA



(a)

(b)

FIGURA 9 - Variação temporal da porcentagem de tocas de indivíduos recrutas (DT até 12,68), juvenis (DT entre 12,69 até 20,69) e adultos (DT maior que 20,69), entre maio de 2005 e abril de 2006, nas praias do CEM (a) e da Techint (b). DT = (diâmetro da toca em milímetros).

Numa avaliação geral, as menores quantidades de tocas de recrutas foram observadas em janeiro e fevereiro quando as amostragens foram marcadas pela dominância de tocas de caranguejos adultos. As maiores representações de adultos foram registradas nos meses de verão, com picos em dezembro na praia da Techint (53%) e janeiro na praia do CEM (72%). As tocas de caranguejos juvenis representaram a maior parte dos indivíduos nos meses de novembro na praia do CEM (46%) e abril na praia da Techint (50%). Durante os meses com baixa abundância de indivíduos, as tocas de caranguejos mais jovens (recrutas + juvenis) representaram a

maior parte da população presente nas praias, chegando a somar em abril 93% das tocas observadas na Techint. Somente em novembro a praia da Techint teve a maioria das tocas ativas pertencentes a indivíduos adultos (49%).

4.1.2 Distribuição de *Ocypode quadrata*

As tocas dos caranguejos estiveram estabelecidas ao longo de toda praia. As maiores densidades foram observadas na região supra-litoral e superior do médio-litoral, dez dos doze meses amostrados apresentaram mais de 50% dos organismos estabelecidos na metade superior das faixas de distribuição. Registros contrários ocorreram somente no mês de janeiro, quando a maioria dos caranguejos esteve estabelecida na região do entre-marés de ambas as praias (fig. 10 e 11).

Na Praia do CEM a linha de costa não sofreu grandes alterações, mantendo-se a distância de aproximadamente 10 m do marco fixo estabelecido na praia, somente no mês de janeiro foi observado um recuo de 80 cm em direção ao continente. As tocas ativas foram observadas até distâncias de aproximadamente 20 m da linha de costa nos meses de outubro e março; em maio, julho, agosto, setembro, fevereiro e abril as tocas estiveram estabelecidas a até 35 m; já em junho novembro, dezembro e janeiro os caranguejos estiveram mais dispersos, distribuídos a até 45 m da linha de costa (fig. 10). No geral, as tocas dos caranguejos mantiveram-se a distâncias superiores a 25 m da linha d'água, com exceção ao mês de novembro quando algumas tocas foram observadas a até 5 m da água.

Na Praia da Techint os caranguejos mostraram uma distribuição mais concentrada as maiores densidades foram registradas no superior do médio litoral. As tocas foram observadas a até 15 m da linha de costa nos meses de maio, fevereiro, março e abril. Estiveram estabelecidas a até 20 m nos meses de agosto, setembro e novembro e até aproximadamente 25 m nos demais meses amostrados (fig.11). As tocas dos caranguejos mantiveram-se a distancias superiores a 11 m do limite da praia com a planície, somente em junho foram observadas até 8 m do limite da praia.

Ambas as praias tiveram um decréscimo expressivo no número de indivíduos em direção ao mar. As tocas de indivíduos maiores foram observadas nas regiões mais

superiores das praias, enquanto tocas de caranguejos menores (recrutas e juvenis) estiveram estabelecidas ao longo de toda a faixa de distribuição dos caranguejos (fig. 12 a e b).

A altura da linha de detritos (drift line) teve grandes variações durante o período estudado, e normalmente coincidiu com o limite mais baixo da zona seca das praias, (veja Salvat, 1964), marcando o nível anterior da preamar. Em ambas as praias, não foi observada uma relação clara entre as variações da linha de detritos e a distribuição das tocas ou das maiores abundâncias.

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS TOCAS

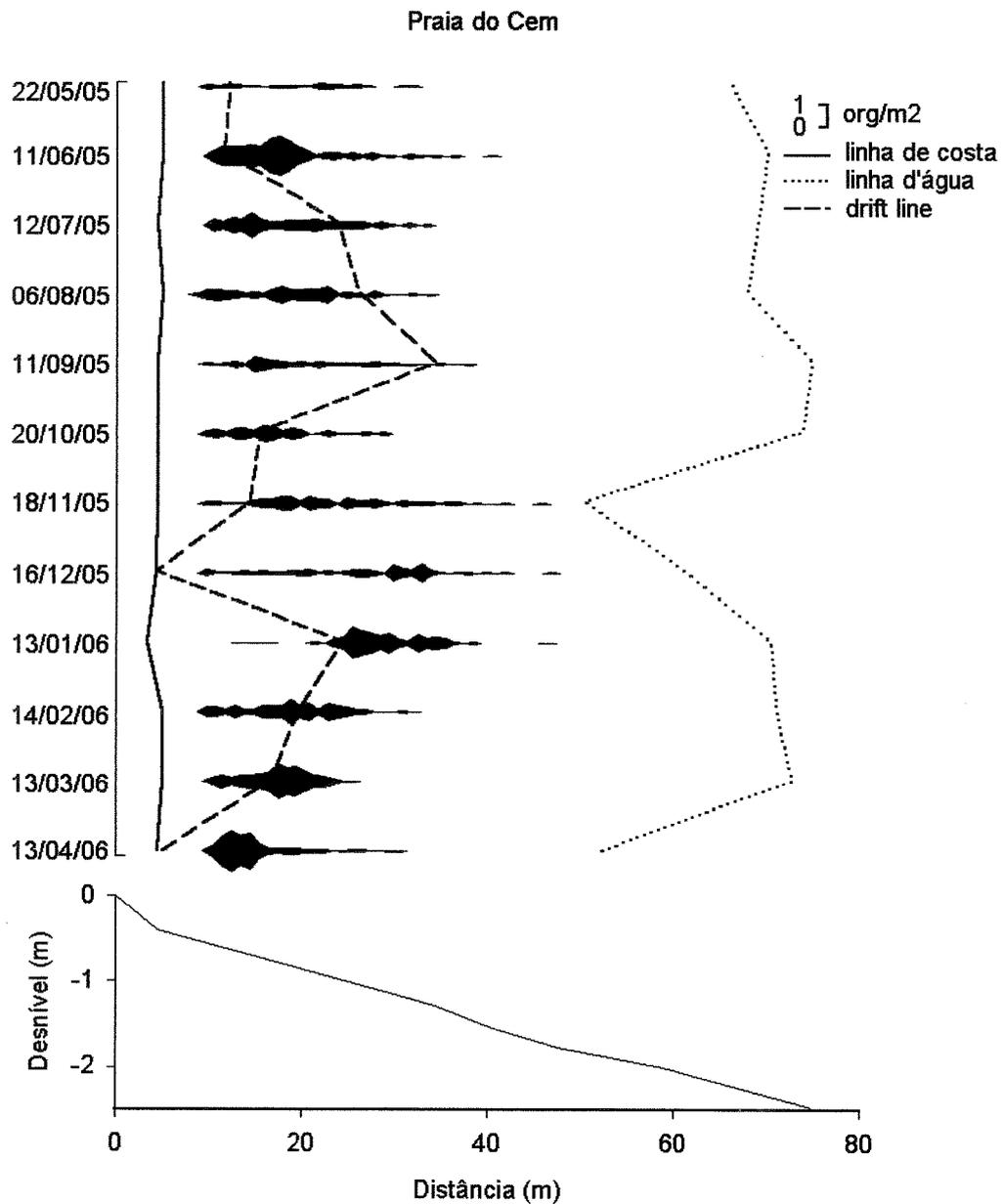


FIGURA 10 - Distribuição espacial das tocas de *O. quadrata* na Praia do CEM junto ao maior perfil observado para esta praia.

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS TOCAS

Praia da Techint

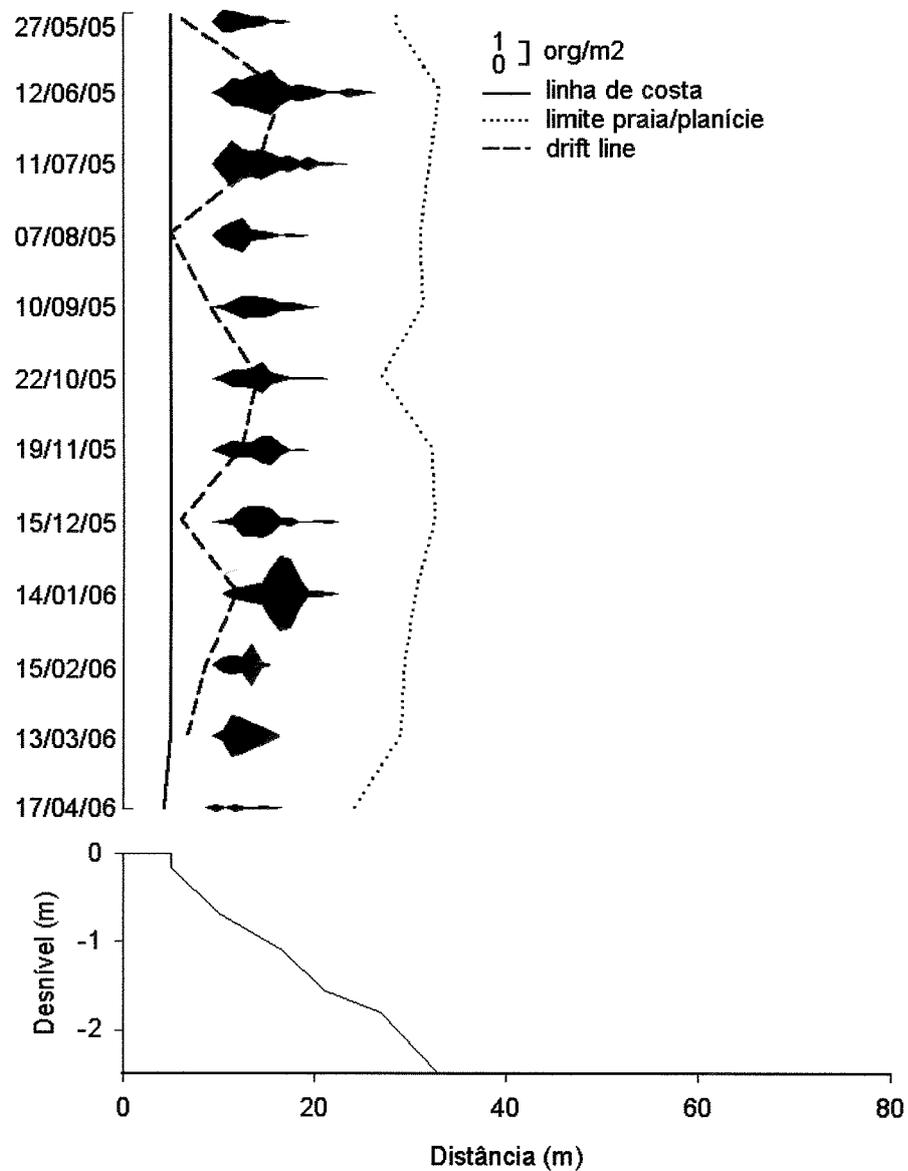


FIGURA 11 - Distribuição espacial das tocas de *O. quadrata* na Praia da Techint junto ao maior perfil observado para esta praia.

CORRELAÇÃO DIÂMETRO x DISTÂNCIA

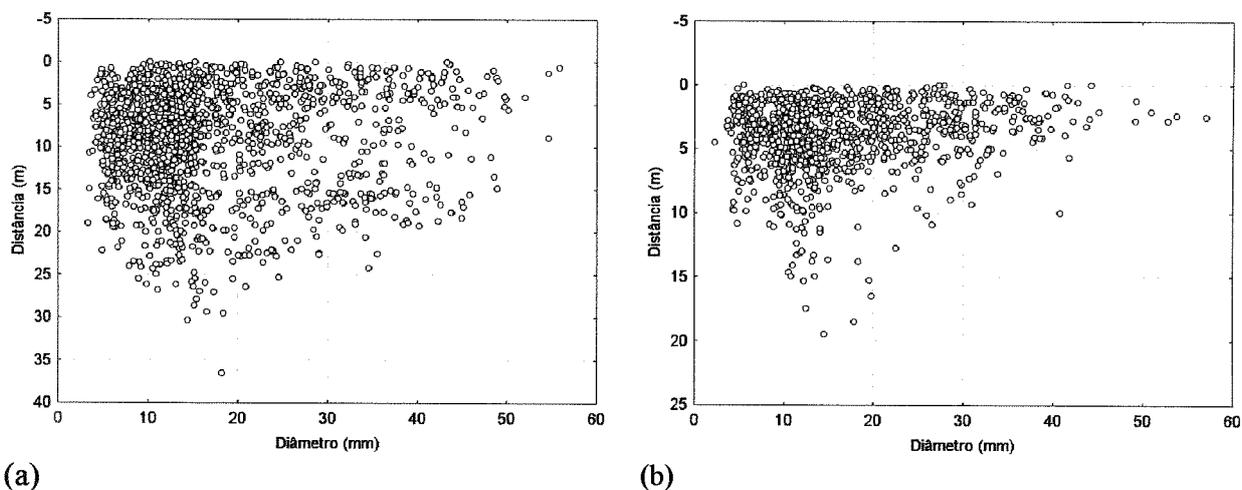


FIGURA 12 - Correlação entre o diâmetro das tocas de *O. quadrata* e a distância em relação aos marcos fixos estabelecidos (a) na Praia do CEM (n = 1.469); (b) na Praia da Techint (n = 1.113).

4.2 VARIÁVEIS AMBIENTAIS

4.2.1 Perfil e Sedimento das Praias

Os perfis morfológicos obtidos para a Praia do CEM foram mais extensos e menos íngremes, enquanto que os perfis da Praia da Techint foram curtos e íngremes, e estiveram delimitados pela formação da uma planície de maré na sua porção inferior (tab. 3). A variação temporal dos perfis dentro de cada praia foi relativamente pequena quando comparada às diferenças na extensão do perfil entre as praias.

A Praia do CEM foi marcada pelo aplainamento das porções do entre-marés e de praia seca entre os meses de junho e dezembro. Os perfis amostrados em junho e julho apresentaram as diferenças mais relevantes. Junho foi caracterizado pela formação de uma cava na região superior do entre-marés, julho apresentou perfil plano e mais elevado em relação aos demais meses (fig. 13). A Praia da Techint teve a linha de costa marcada pela presença de um pequeno barranco (cliff) no limite entre a vegetação e a praia propriamente dita. O perfil realizado no mês de fevereiro foi mais

plano comparado aos meses anteriores. O perfil realizado em abril evidenciou uma remobilização dos sedimentos na porção superior da praia (fig. 14).

O lençol freático apresentou profundidades superiores a 70 cm nos pontos iniciais da distribuição dos caranguejos nas duas praias. As maiores profundidades para este ponto foram observadas para a Praia do CEM, sendo superiores a 90 cm. Esta praia apresentou profundidades superiores a 90cm para todos os pontos perfurados no mês de janeiro. No geral, as distâncias até a superfície decresceram cerca de 30 cm até os pontos finais da faixa de distribuição das tocas, onde o lençol foi encontrado a distâncias mínimas de 20 e 40 cm para as praias da Techint e do CEM, respectivamente.

A composição sedimentar das praias foi marcada por pequenas variações dos padrões espaciais e temporais do tamanho e seleção granulométrica. A Praia do CEM teve os sedimentos compostos por areia fina na maioria dos meses variações da composição granulométrica desta praia foram observadas nas amostragens do mês de outubro e março quando os sedimentos foram caracterizados como areia muito fina. Os sedimentos foram classificados como muito bem selecionados em todos os meses amostrados. A Praia da Techint apresentou uma menor seleção dos grãos, mas não variou a composição sedimentar, caracterizada por areia fina em todos os meses amostrados. Foi observada coloração escura dos sedimentos da região superior da praia evidenciando uma grande quantidade de minerais pesados. A diferença espacial da granulometria do sedimento dentro da faixa de distribuição dos caranguejos não apresentou diferenças relevantes. As figuras 15 a e b mostram as variações entre o valor médio da granulometria e a seleção dos sedimentos dos três pontos amostrados.

Ambas as praias tiveram valores médios anuais de tamanho do grão (ϕ) decrescentes em direção a linha d'água. A tabela 4 mostra a média anual dos valores de tamanho de grão e da seleção de sedimento para cada ponto amostrado - início, meio e final da faixa de distribuição dos caranguejos.

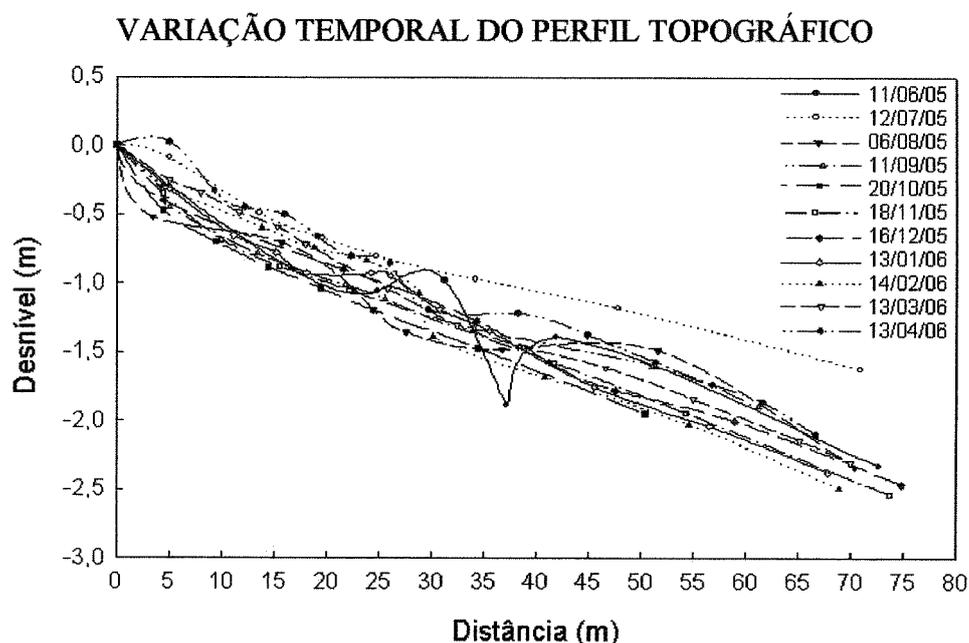


FIGURA 13 - Variação temporal do perfil topográfico da Praia do CEM, entre junho de 2005 e abril de 2006. O ponto "0" corresponde ao marco fixado na vegetação praias na primeira amostragem.

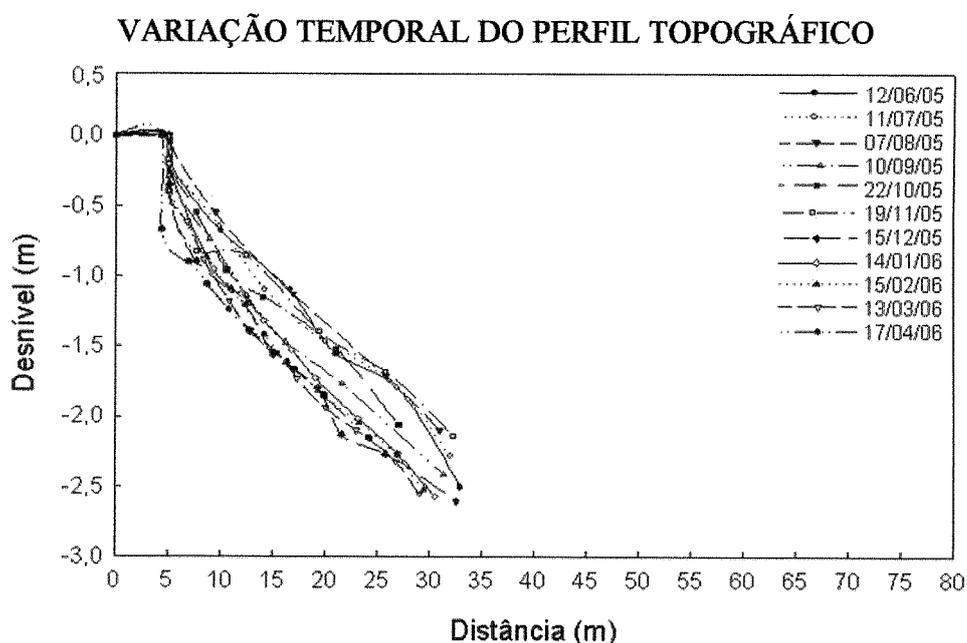
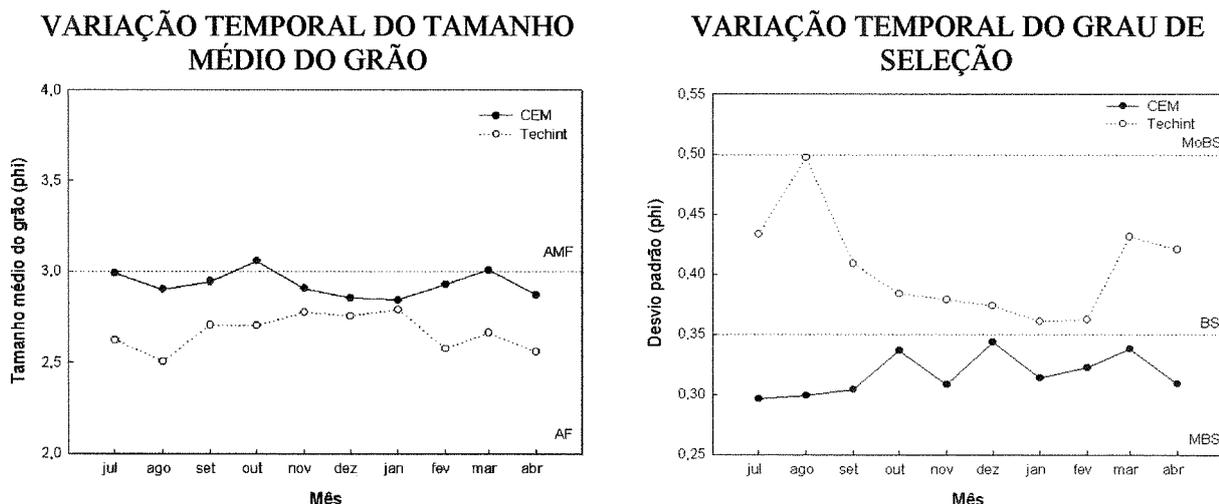


FIGURA 14 - Variação temporal do perfil topográfico das Praia da Techint, entre junho de 2005 e abril de 2006. O ponto "0" corresponde ao marco fixado na vegetação praias na primeira amostragem.

TABELA 3 – Média e Desvio Padrão da Extensão e Inclinação dos perfis praias

	Extensão (m)	Inclinação (1/m)
CEM	63,0 ($\pm 7,0$)	1/33,2 ($\pm 4,2$)
Techint	25,1 ($\pm 2,7$)	1/12,7 ($\pm 1,6$)



(a) (b)
 FIGURA 15 – (a) Variação temporal do tamanho médio do grão dentro da faixa de distribuição do *Ocypride quadrata* nas praias do CEM e da Techint, entre julho de 2005 e abril de 2006. AMF: areia muito fina; AF: areia fina; (b) Variação temporal do grau de seleção do sedimento dentro da faixa de distribuição do *O. quadrata* nas praias do CEM e da Techint, entre julho de 2005 e abril de 2006. MoS: moderadamente bem selecionado; BS: bem selecionado; MBS: muito bem selecionado.

TABELA 4 – Valores médios anuais da média (ϕ) e do desvio padrão (ϕ) dos sedimentos nos pontos de início (1), meio (2) e final (3) da distribuição dos caranguejos no perfil praiial. MB: muito bem selecionado

Praia do CEM				
Ponto	Média	Classificação	Seleção	Classificação
1	2,99	Areia muito fina	0,309	MB Selecionado
2	2,88	Areia fina	0,314	MB Selecionado
3	2,90	Areia fina	0,326	MB Selecionado
Praia da Techint				
1	2,681	Areia fina	0,398	MB Selecionado
2	2,642	Areia fina	0,386	MB Selecionado
3	2,629	Areia fina	0,430	MB Selecionado

A taxa de finos não ultrapassou 1% da composição sedimentar de ambas as praias (fig. 16a). Comparando os dois ambientes, a Praia do CEM apresentou uma maior porcentagem de finos, o que influenciou no menor valor da média no tamanho dos grãos desta praia. O teor de matéria orgânica também foi baixo para ambas as praias (fig. 16b) os sedimentos coletados na Praia da Techint nos meses de julho e agosto tiveram os maiores valores registrados, porém as taxas não ultrapassaram 0,3%. Carbonato de cálcio não esteve presente nos sedimentos coletados na grande maioria

das amostragens, somente em agosto a praia do CEM apresentou quantidades consideráveis de CaCO_3 (5%) (fig. 16c).

VARIAÇÃO TEMPORAL DA PORCENTAGEM DE FINOS, MATÉRIA ORGÂNICA E CaCO_3

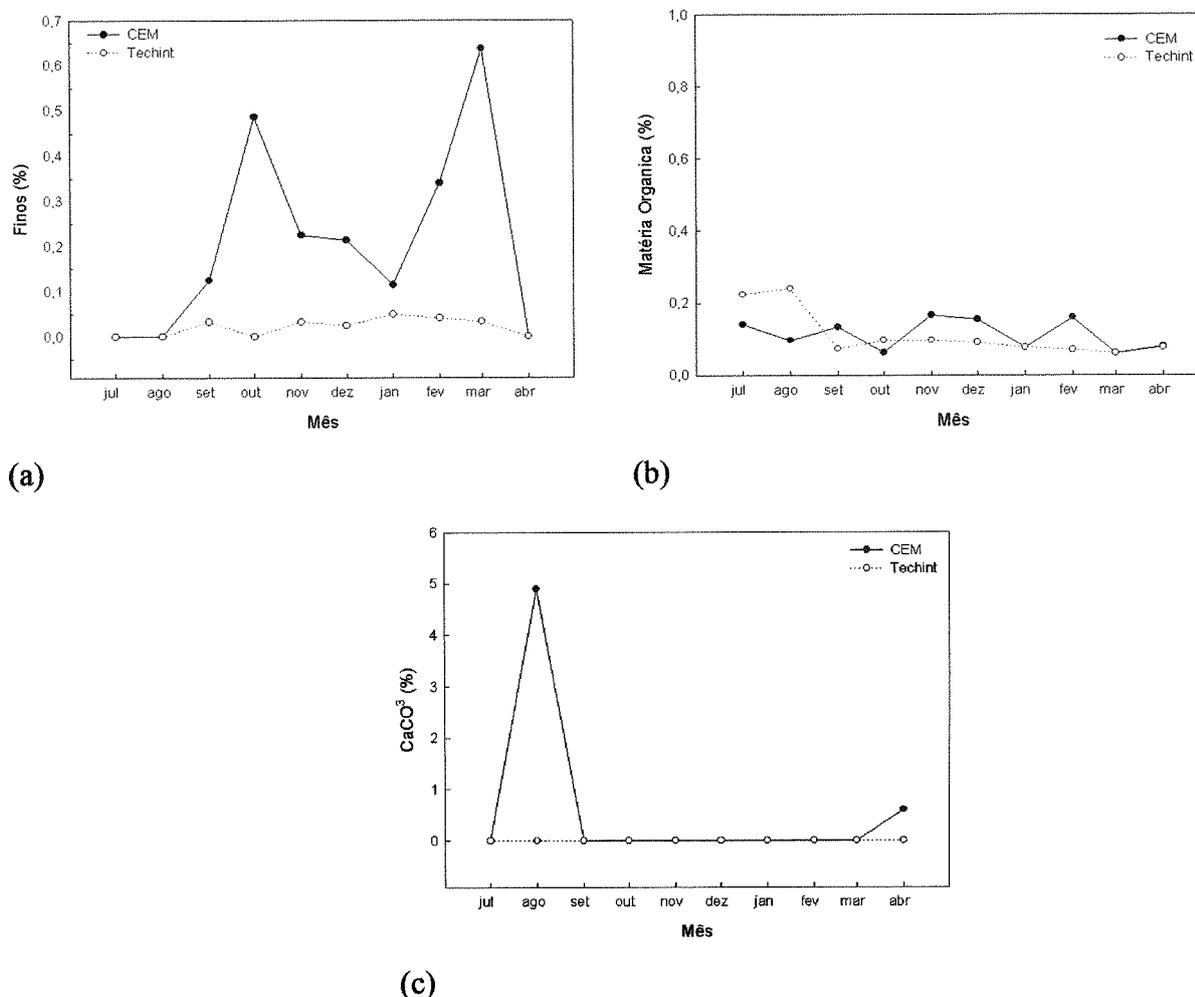
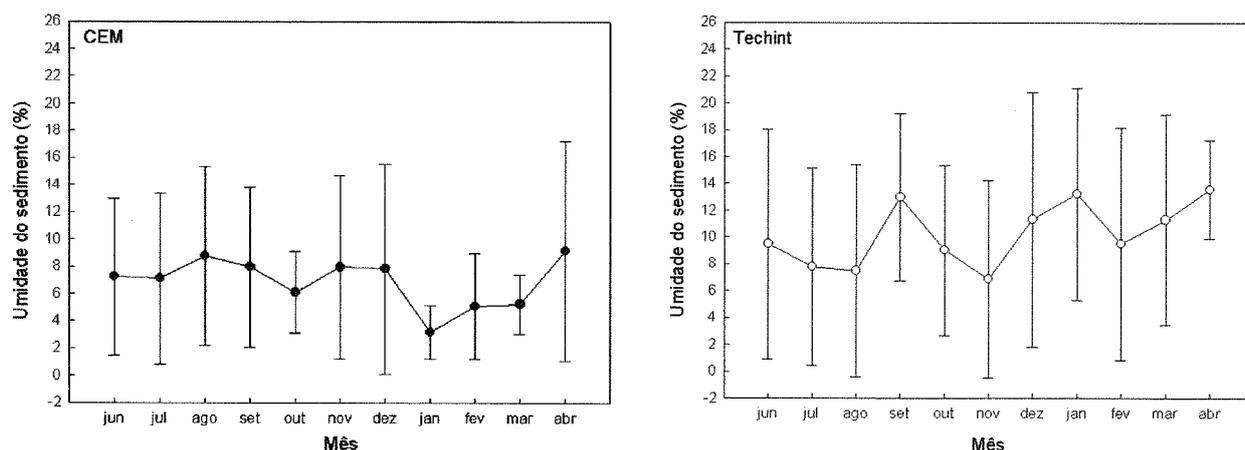


FIGURA 16 – (a) Variação temporal da porcentagem de finos dentro da faixa de distribuição do *Ocypode quadrata* nas praias do CEM e da Techint, entre julho de 2005 e abril de 2006; (b) Variação temporal da porcentagem matéria orgânica dentro da faixa de distribuição do *Ocypode quadrata* nas praias do CEM e da Techint, entre julho de 2005 e abril de 2006; e (c) Variação temporal da porcentagem carbonato de cálcio dentro da faixa de distribuição do *Ocypode quadrata* nas praias do CEM e da Techint, entre julho de 2005 e abril de 2006.

A região superior da Praia do CEM mostrou baixos teores de umidade do sedimento. Durante o mês de janeiro foi registrada a menor umidade para os sedimentos desta praia (inferior a 4%). A Praia da Techint mostrou maiores valores para umidade do sedimento na faixa de distribuição dos caranguejos (médias

superiores a 7%). Os sedimentos coletados durante as amostragens do verão nesta praia apresentaram valores superiores a 10%. Os sedimentos coletados em setembro e abril apresentaram alta umidade (13% e 14%) (fig. 17 a e b).

VARIAÇÃO TEMPORAL DA UMIDADE DO SEDIMENTO



(a)

(b)

FIGURA 17 - Variação temporal da porcentagem média de umidade do sedimento coletado dentro da faixa de distribuição do *Ocypode quadrata* nas praias do CEM (a) e da Techint (b), entre junho de 2005 e abril de 2006.

4.2.2 Temperatura e Vento

A variação temporal da temperatura do ar e do sedimento foi similar para as praias estudadas (fig.18). No geral, as menores temperaturas (ar 18 e 24 °C e sedimento 18 °C) foram detectadas nos meses de inverno e início da primavera (entre os meses de junho e outubro) e as maiores (superior a 24 °C) durante os meses de verão (dezembro e março), evidenciando uma variação sazonal dos valores. Durante a amostragem realizada no mês de agosto, excepcionalmente a Praia do CEM apresentou 28 °C para a temperatura do ar.

TEMPERATURA DO AR E DO SEDIMENTO

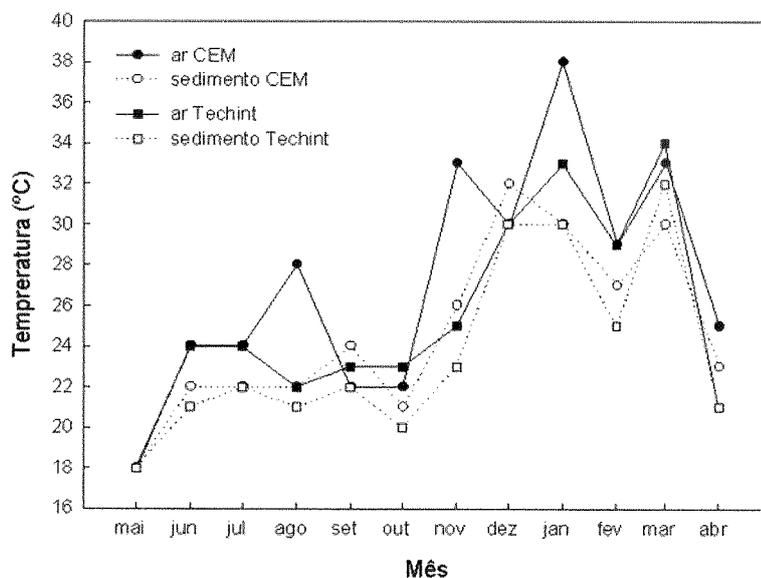
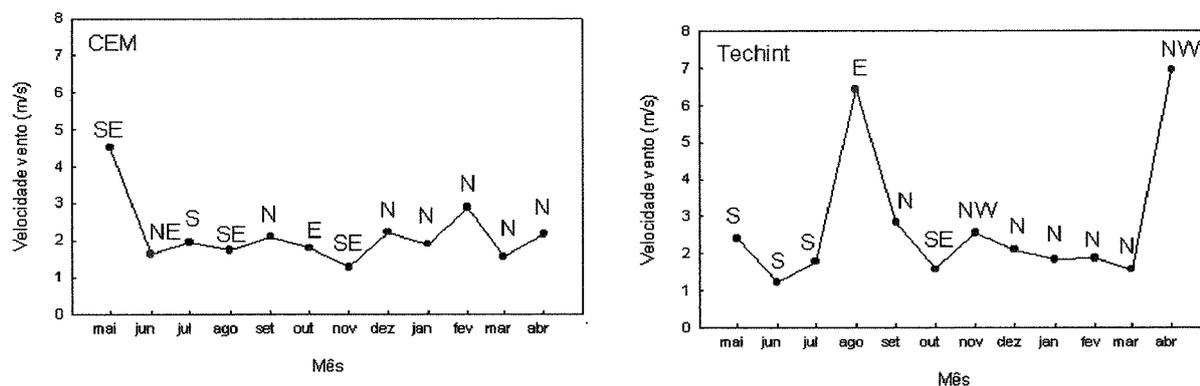


FIGURA 18 - Valores correspondentes a Temperatura do Ar e do Sedimento registrados durante a realização das amostragens nas praias do CEM e da Techint, entre maio de 2005 e abril de 2006.

A direção do vento também apresentou um padrão sazonal nos meses estudados, mais evidente na Praia da Techint (fig. 19 a e b). Os meses de inverno foram caracterizados por ventos do quadrante S e SE e os meses de verão por ventos do quadrante N. No geral, a intensidade do vento registrada no período da manhã do dia da realização das amostragens foi baixa, devido à condição de bom tempo estabelecida para a realização dos censos. Porém, durante a amostragem realizada em maio a Praia do CEM apresentou ventos do quadrante SE com valor médio de 4,8 m/s e nas amostragens realizadas na Praia da Techint nos meses de agosto e abril a velocidade média do vento teve valores registrados acima de 6,5 m/s, vindos do quadrante E e NW, respectivamente.

VELOCIDADE E DIREÇÃO DO VENTO



(a)

(b)

FIGURA 19 - Variação da Velocidade média (m/s) e direção modal do vento durante o período da manhã, registradas nas amostragens das praias do CEM (a) e da Techint (b), dados obtidos na estação meteorológica do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná.

4.2.3 Precipitação

A variação temporal da precipitação média e da acumulação total da precipitação registrada nos meses da realização do estudo evidenciou um padrão sazonal entre os valores. Entretanto, diferindo do padrão apresentado para a região, os meses de verão não apresentaram grande quantidade de chuva, que foram registradas para os meses de agosto, setembro e novembro. As menores taxas foram observadas nos meses de julho, dezembro, janeiro e abril (fig. 20).

A variação da precipitação acumulada nas 72 e 24 horas antecedente a cada amostragem mostra a ocorrência de chuvas durante os três dias que antecederam os censos dos caranguejos. Estes dados não evidenciam o padrão temporal encontrado para os meses, e mostram diferenças dos valores registrados entre as praias devido ao intervalo de dias entre a realização das duas amostragens (fig. 21 a e b). Nos meses de junho, agosto, dezembro e janeiro para ambas as praias e abril para Praia do CEM, a precipitação acumulada não ultrapassou 2mm. Nos meses de julho, setembro e outubro para as duas praias, maio para Praia do CEM e fevereiro e abril para Praia da Techint a chuva acumulada durante 72hs antes dos censos foi inferior a 20 mm. Entretanto, o último mês foi marcado pela passagem de uma frente meteorológica entre os dias que

separaram a realização das amostragens das praias. Maio teve a maior quantidade de chuva acumulada 72hs antes da amostragem na Praia da Techint (130 mm), entretanto não choveu durante as 24hs que antecederam a realização do censo. As amostragens de ambas as praias tiveram 41 mm de chuva registrada em novembro, mas somente na Praia do CEM as chuvas ocorreram durante o dia anterior ao censo. Março teve 28 mm de chuva registrada nos três dias precedentes as coletas, e em fevereiro choveu 33 mm antes da amostragem da Praia do CEM, porém também não ocorreram chuvas nas 24 horas antes da amostragem.

PRECIPITAÇÃO MÉDIA E ACUMULADA

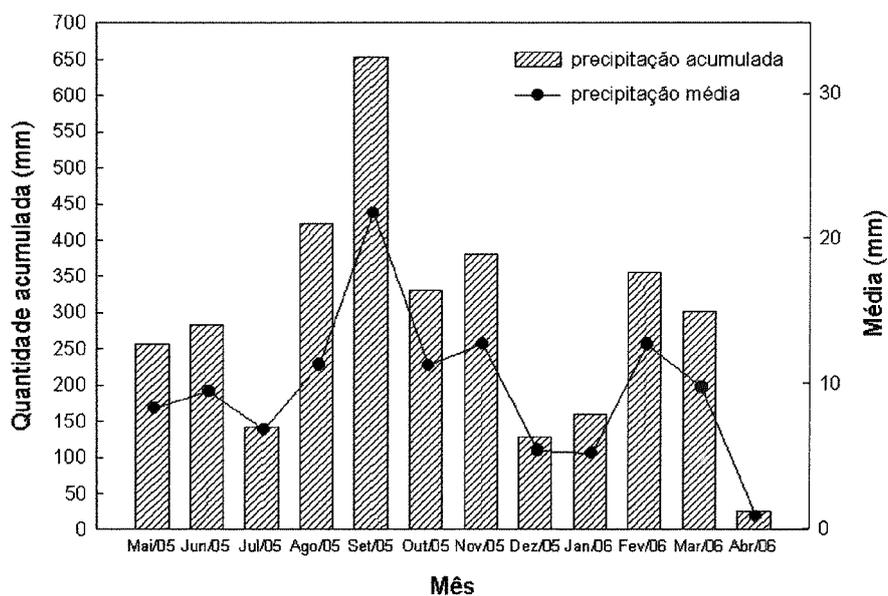
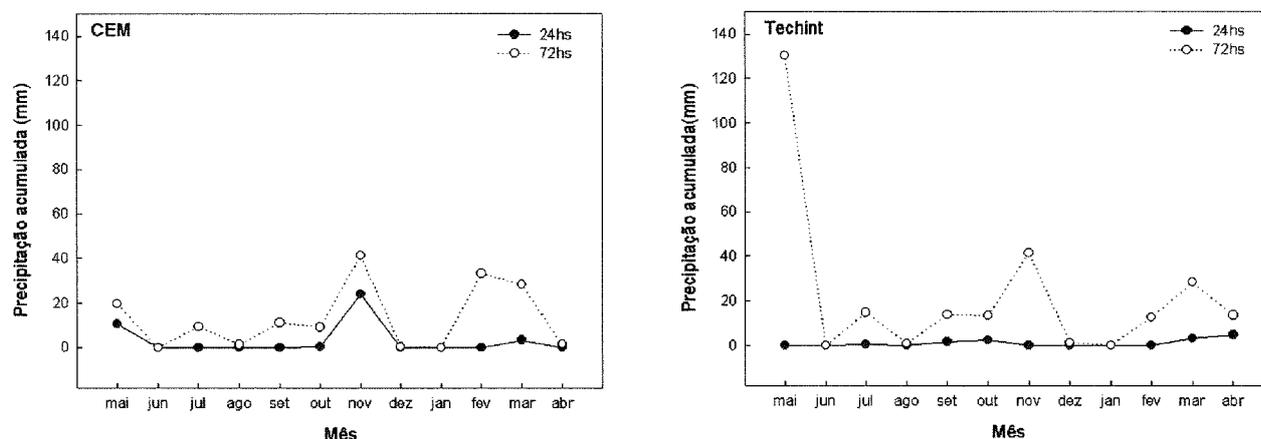


FIGURA 20 - Variação temporal média e precipitação total acumulada, entre maio de 2005 e abril de 2006, dados obtidos na estação meteorológica do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná.

PRECIPITAÇÃO ACUMULADA



(a)

(b)

FIGURA 21 – (a) Soma da precipitação registrada 72 e 24 horas antecedente as amostragens da Praia do CEM, dados obtidos na estação meteorológica do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná; (b) Soma da precipitação registrada 72 e 24 horas antecedente as amostragens da Praia da Techint, dados obtidos na estação meteorológica do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná.

4.3 RELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E A ABUNDÂNCIA DE *O. quadrata*

A Análise de Componentes Principais (PCA) foi realizada com o número médio de abundância de caranguejos registrado em cada amostragem. Os fatores explicaram 49,47% das variâncias totais, 30,57% foi explicado pelo primeiro fator e 18,90% pelo segundo (fig. 22 e 23). Por meio da PCA foi possível identificar a forte associação entre a abundância *O. quadrata* e a condição dos fatores climatológicos durante a realização dos censos. A temperatura do ar foi relacionada positivamente com a abundância dos caranguejos e uma relação negativa foi evidenciada para a velocidade e direção do vento, e a quantidade de chuva acumulada nos três dias que antecederam as amostragens. Entretanto, a precipitação acumulada no mês e nas 24 horas antes da realização dos censos não mostrou relação evidente com nenhum dos parâmetros utilizados no teste. A correlação positiva da umidade do sedimento com a inclinação da praia, ambas inversamente correlacionadas com o tamanho médio do grão ressalva as diferenças encontradas entre os parâmetros físicos das praias

estudadas. A figura 23 apresenta os pontos de coleta, com a separação das praias em dois grupos, mostrando a similaridade entre os pontos de amostragem.

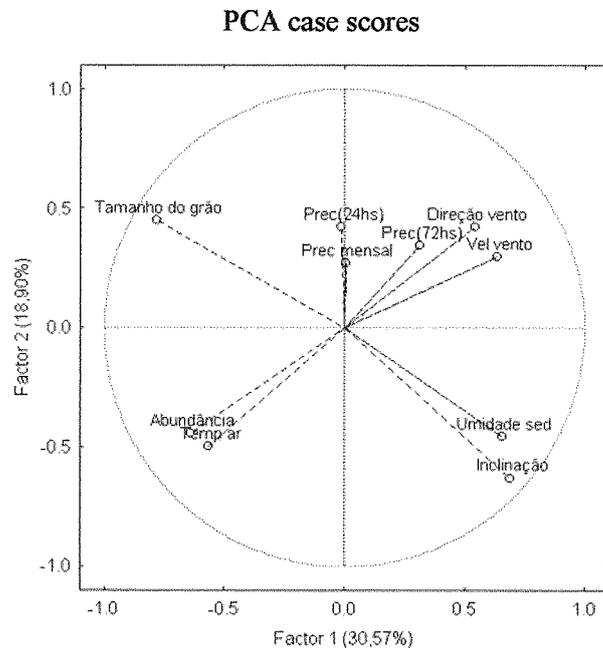


FIGURA 22 – Análise de Componentes Principais (PCA) para a média da abundância de tocas.m⁻¹ de praia, temperatura do ar, precipitação mensal acumulada e 72 e 24 horas antes da amostragem, velocidade e direção do vento, umidade do sedimento, média do tamanho do grão e grau de inclinação da praia.

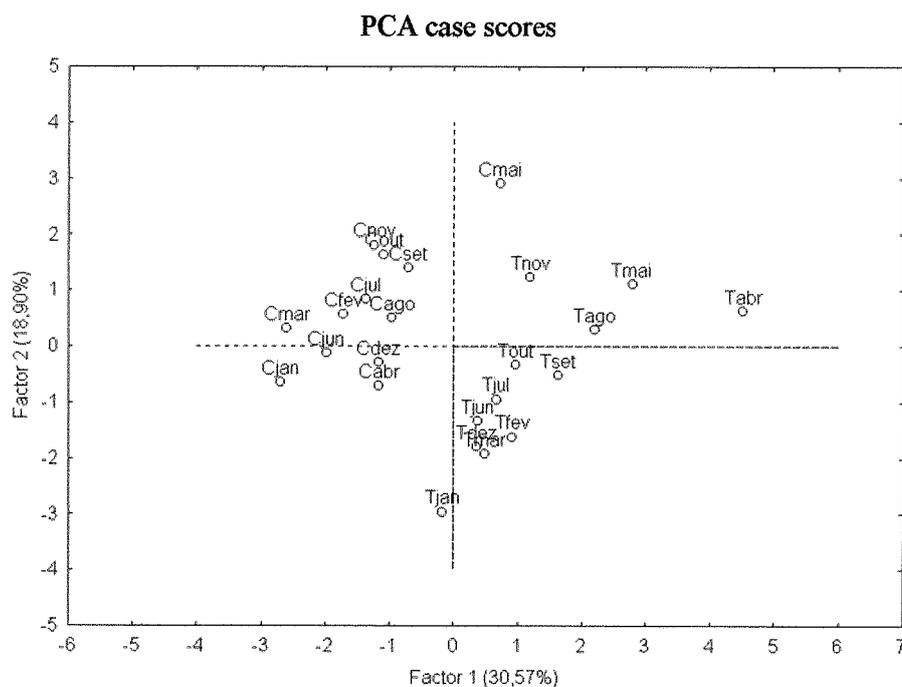


FIGURA 23 - Resultado da análise ACP, mostrando a posição dos pontos amostrados no gráfico, Praia do CEM (C) e Praia da Techint (T).

6 DISCUSSÃO

Dentre as inúmeras definições para o termo praia arenosa (e.g. Komar, 1976; Popp 1987; Short 1996; Hoefel, 1998; Short, 1999) dois elementos são comumente considerados essenciais para sua caracterização: as ondas e o sedimento (Short, 1999). A interação desses elementos e outros fatores físicos como os níveis de maré, ventos predominantes, e diferentes feições topográficas determinam as distintas características presentes nestes frágeis e dinâmicos ecossistemas (Short, 1996).

A intensificação dos estudos acima de interações entre as associações faunísticas e o ambiente físico das praias foi em grande parte impulsionado pelo novo conceito de classificação sugerido por Wright & Short (1984) e Masselink & Short (1993), que permitiram descrever de forma mais clara os sistemas de praia, principalmente seu comportamento temporal. A partir destes estudos a classificação dos ambientes pode ser detalhadamente descrita por meio da aplicação de dois índices: o primeiro baseado no valor do parâmetro adimensional Omega (Ω) (Dean, 1973) – utilizado como um índice do estado morfodinâmico da praia; outro baseado no índice RTR (*Relative Tidal Range*) - utilizado como índice dos efeitos das marés sobre os processos de retrabalhamento do sedimento feito pela ação das ondas nas zonas de espraiamento e arrebenção. Além dos já conhecidos extremos reflexivo - com praias geralmente compostas por sedimentos grosseiros, caracterizadas por acentuada inclinação e zona de surfe ausente; e dissipativo - com praias geralmente formadas por sedimentos finos e caracterizadas por inclinação suave e extensa zona de surfe; ocorrem outros ambientes em função dos valores do RTR.

Esta nova classificação auxiliou principalmente trabalhos realizados em ambientes praias transicionais, situados entre planícies de marés e praias protegidas e expostas. Nos estuários, estes ambientes correspondem à faixa de areias litorâneas, onde a formação de marismas ou mangues estão ausentes, e se estendem em direção d'água podendo formar uma planície de maré.

Os estudos de Borzone *et al.* (2003) mostraram que a presença da planície na Praia da Techint resultou em dois ambientes com características morfodinâmicas

diferentes, uma planície de maré exposta durante a maré baixa, e uma praia reflexiva que sofre a ação da onda durante a maré alta. A observação das características físicas deste ambiente ao longo de um ano feita no presente trabalho permitiu confirmar o comportamento desta praia com a presença constante da planície de maré. Os perfis curtos e íngremes, a composição dos sedimentos (mais grosseiros e menos selecionados), o maior percentual de umidade, as linhas de deixa e a acumulação de material orgânico observados na porção mais superior do perfil, confirmam o alcance constante, com a subida da maré, do espraiamento das ondas e da remobilização dos sedimentos que caracteriza uma praia reflexiva.

A Praia do CEM, mais extensa e menos íngreme, apresentou maiores profundidades do lençol freático e sedimentos mais finos. O espraiamento das ondas e a remobilização dos sedimentos ocorre de forma contínua ao longo de toda a sua extensão, determinando a existência de um único ambiente praiial. Devido a extensão, a porção superior da praia somente é atingida pela água quando registrada a ocorrência de marés meteorológicas. Desse modo, as características apresentadas pelos sedimentos encontrados nas regiões subterrestre e superior do entre-marés evidenciaram um retrabalhamento feito pelo transporte eólico dos grãos.

Apesar de poucos trabalhos incluírem a espécie *O. quadrata* em suas investigações, estudos que tem avaliado os efeitos da morfodinâmica praiial sobre a estrutura e distribuição da macrofauna bentônica, demonstram um incremento de riqueza, abundância e biomassa ao longo de um gradiente reflectivo - dissipativo (Brown & McLachlan, 1990).

Tendências decrescentes de abundância para as áreas com inclinações mais íngremes e menor faixa de zona seca foram relatadas pelos estudos realizados por Turra *et al.* (2005) em praias protegidas do Canal de São Sebastião, SP, e por Quijón *et al.* (2001) (*O. gaudichaudii*) para praias expostas da costa do Chile. Apesar das características morfológicas da Praia do CEM coincidirem com a dos ambientes praiiais relatados para as maiores abundâncias, somente nos últimos meses foi verificada uma maior quantidade de caranguejos para esta praia. Os estudos supracitados tiveram como objetivo avaliar a distribuição dos organismos, e realizaram apenas uma amostragem em cada praia, o que não possibilitou a observação das

variações temporais na atividade das populações dentro de cada ambiente praiial. Além disso, as menores abundâncias encontradas por Turra *et al.* (2005) foram registradas nos ambientes que apresentaram também um maior grau de atividade recreacional. Os próprios autores apontaram a necessidade de uma avaliação temporal da população, para possibilitar inferências mais seguras sobre o comportamento dos caranguejos em relação aos parâmetros avaliados.

Embora, as praias deste estudo tenham sido caracterizadas por grandes diferenças morfológicas, somente a distribuição dos caranguejos mostrou variações relacionadas aos parâmetros físicos. No geral, a abundância de organismos apresentou valores similares para os dois ambientes e não mostrou respostas diretas ligadas a diferença de granulometria, extensão ou declividade. As grandes variações temporais do número de tocas ativas foram fortemente relacionadas às condições meteorológicas de cada amostragem.

A análise de componentes principais mostrou a temperatura do ar como variável positivamente correlacionada a quantidade de organismos presentes na praia, evidenciando a diminuição na atividade dos caranguejos durante as amostragens que somaram temperaturas brandas, ventos intensos e chuvas acumuladas. Os valores extremos de temperatura foram observados nas amostragens do mês de maio (18 °C), quando a abundância de caranguejos foi relativamente pequena (inferior a 5 org/m⁻¹), e durante a amostragem do mês de janeiro realizada na Praia da Techint (38 °C), quando foi observado o maior número de indivíduos ativos registrado para esta praia (11 org/m⁻¹).

A intensidade do vento pareceu ser o principal fator condicionante ao comportamento dos caranguejos. Os ventos fortes ocorreram durante as amostragens do mês de maio (4,8 m/s), realizada na Praia do CEM, e nos meses de agosto e abril, nas amostragens da Praia da Techint. Excepcionalmente, no último mês o vento teve velocidade média superior a 6,5 m/s durante a contagem das tocas da Praia da Techint. A grande quantidade de material detrítico na parte superior da praia e a alta umidade para o sedimento coletado evidenciaram o alcance das ondas sobre a faixa de areia até o limite com a vegetação, causada pela passagem de uma frente meteorológica nos

dias antecederam a realização do censo. Devido a essas condições, somente 15 tocas foram observadas ativas.

Caranguejos recrutas, juvenis e adultos responderam de maneira distinta aos fatores ambientais. Durante as coletas marcadas por condições meteorológicas adversas, foi observada apenas a ocorrência de tocas de indivíduos menores (recrutas e juvenis). Isto pode evidenciar que caranguejos adultos estão mais condicionados aos fatores meteorológicos, ou que devido a menor capacidade de armazenar energia, os indivíduos juvenis têm maior necessidade de sair em busca de alimentos, mesmo durante as condições desfavoráveis.

O hábito dos caranguejos de se recolherem em condições adversas, dificultando a visualização das tocas, já foi relatado por vários autores (Cowles, 1908; Saraywa, 1939; Milne & Milne, 1946; Wolcott, 1978; Alberto & Fontoura, 1999; Neves *et al.*, no prelo). O fenômeno de ressaca, bastante comum nas praias da costa sul do Brasil, também ocultou o verdadeiro valor de abundância de organismos em amostragens realizadas por Alberto & Fontoura (1999) e Neves *et al.* (no prelo). Alberto & Fontoura (1999) realizaram um extenso trabalho de investigação da população de *O. quadrata* presente na Praia de Pinhal, RS, e confirmaram a temperatura de 16 °C como limitante ao comportamento normal da espécie. Entretanto, observaram que as populações do meridional brasileiro voltaram a atividade tão logo que as temperaturas tivessem atingido níveis ideais. Isto explicaria a presença de caranguejos em todas as amostragens realizadas neste estudo, já que nenhum dos censos foi realizado em dias com temperaturas iguais ou inferiores a mínima apontada. Os autores sugeriram que a atividade dos caranguejos também é afetada pelas altas temperaturas, e observaram os indivíduos menos ativos durante as temperaturas mais elevadas dos meses de verão. McLachlan (1980) também observou as tocas de três espécies do gênero *Ocypode* frequentemente tampadas próximas ao meio dia, em praias da Província do Cabo, na África. Contrariamente, as observações feitas no presente trabalho corroboram a resistência dos animais ao calor, constatada por Milne & Milne (1946) para as populações de Nova Jersey, e por Haley (1972) para a população de *O. quadrata* de uma praia do Texas.

Os caranguejos oportunistas, comumente reproduzem continuamente em regiões subtropicais e tropicais devido às condições ambientais geralmente favoráveis para alimentação, maturação gonadal, e a liberação de larvas, diferindo das populações de regiões temperadas onde a reprodução é freqüentemente restringida aos meses mais mornos (Costa & Negreiros-Fransozo, 1998). Haley (1972) relacionou padrões de crescimento de *O. quadrata* relativo à maturidade sexual desses organismos, e estimou um período provável de 30 dias entre a eclosão dos ovos e o primeiro estágio juvenil. O autor constatou ainda, que fêmeas desta espécie podem atingir até três anos de idade, sendo juvenis durante o primeiro ano de vida.

As diferenças na abundância de caranguejos registradas neste estudo também corresponderam à entrada de recrutas nos dois ambientes praias. As maiores representações de recrutas foram registradas durante os meses do final do outono até o início da primavera (maio a outubro). Neste período, as tocas que pertenciam a caranguejos com largura do cefalotórax igual ou inferior a 12 mm representaram mais de 50% da população amostrada. O número de caranguejos menores também apresentou um pequeno acréscimo nos meses de março e abril, indicando a repetição do ciclo anual. Negreiros – Fransozo *et al.* (2002), realizaram um estudo acima do ciclo reprodutivo e do período de recrutamento das populações de *O. quadrata* da Praia Vermelha, em Ubatuba, SP. Ao contrário do presente trabalho, estes autores observaram uma baixa incidência de caranguejos recrutas nas amostragens de inverno e o período de maior recrutamento durante o verão. Alberto & Fontoura (1999) também encontraram um aumento gradativo do número de indivíduos recrutas de janeiro para março. Contudo, tocas com diâmetros inferiores a 9 mm foram observadas durante todas as amostragens realizadas neste trabalho o que também foi observado para São Paulo e Rio Grande do Sul, indicando o recrutamento contínuo das populações de caranguejo ao longo de todo o litoral sul do Brasil.

As maiores tocas medidas no presente trabalho tiveram diâmetros iguais ou superiores a 50 mm em quatro meses amostrados. Sawaya (1939) observou tocas com diâmetros em torno dos 50mm para a população da enseada de Guarujá, em São Paulo. Entretanto, os maiores exemplares de *O. quadrata* encontrados por Negreiros – Fransozo *et al.* (2002) e Alberto & Fontoura (1999) mediram aproximadamente 40

mm. Os últimos autores constataram que a população estudada no Rio Grande do Sul tem uma expectativa de vida de 2 anos. Bernardes *et al.* (2004) encontraram valores entre 29 e 34 mm para as maiores tocas medidas em Siriú, litoral de Santa Catarina. Isto pode sugerir que as populações de *O. quadrata* de praias protegidas apresentem maior porte do que as populações de praias expostas, ou ainda que uma maior quantidade de exemplares destas populações atinjam o terceiro ano de idade, como mencionado por Haley (1972).

Dahl (1953) classificou a região do supralitoral de praias arenosas como a “*Talitrid-Ocypodide zone*”, com o primeiro grupo dominante em regiões temperadas e os ocypodides dominantes em regiões tropicais e morno-temperadas. Diferindo dos padrões sugeridos, neste trabalho a escavação dos caranguejos não ficou restringida a uma única zona das praias. As tocas estiveram estabelecidas ao longo de todo perfil praial, e os picos de abundância freqüentemente ocorreram na região superior do entre-marés. Poucos indivíduos foram encontrados na região mais superior da zona seca, e a densidade das tocas decresceu em direção a água. A preferência para construção de tocas na faixa central e superior das praias já foi observada por Alberto & Fontoura (1999) e Bernardes *et al.* (2004) para praias expostas, e para as praias protegidas estudadas por Turra *et al.* (2005).

Quijon (2004) evidenciou o limite inferior da faixa de distribuição dos caranguejos relacionado ao limite de espraiamento das ondas, e encontrou uma relação inversa entre a altura da linha de detritos e a densidade de tocas nas zonas de praia. Neste estudo, em nenhuma das praias foi observada uma relação clara entre as variações da linha de detritos e a distribuição das tocas ou das maiores abundâncias.

Na Praia do CEM, a maior porção de praia não atingida pela maré possibilitou ao *O. quadrata* uma maior dispersão ao longo do perfil praial as tocas freqüentemente foram observadas acima do limite da praia, no meio da vegetação de restinga. Turra *et al.* (2005) e Barros (2001) também relataram a presença de tocas acima dos limites da praia, no substrato terrestre ao redor dos edifícios.

Na Techint, a distribuição dos caranguejos foi menos dispersa ao longo do perfil. No nível superior, baixas densidades foram observadas na zona do supralitoral, estreita e sempre coberta por uma densa linha de detritos. No nível inferior, a

distribuição das tocas esteve restrita ao ambiente praiial propriamente dito, e não foram encontradas evidências de construção de tocas ou de atividade locomotora na extensa planície de maré que separa este ambiente da linha d'água durante o período de maré baixa.

O padrão de distribuição de *O. quadrata* pode ser influenciado pela densidade da população em resposta a fatores ambiental ou antropologicamente modulados (Turra *et al.*, 2005). No presente trabalho, as maiores dispersões dos caranguejos foram observadas para os meses com os maiores valores de abundância de organismos (junho e julho e janeiro). O deslocamento das maiores densidades da população durante os meses de temperaturas mais quentes do verão foi observado por Wolcott (1978) em praias da Carolina do Norte. Neste trabalho, as altas temperaturas e o período de seca registrado durante os meses de dezembro e janeiro foram refletidos na baixa umidade do sedimento e maior profundidade do lençol na Praia do CEM, o que pode ter ocasionado o deslocamento das maiores densidades para a região mais inferior do entre marés.

Utilizando o mesmo método de posicionamento das tocas empregado neste estudo Felix *et al.* (2005) estudaram a atividade cicardiana da população de *O. quadrata* da Praia do CEM. Os autores constataram uma clara relação entre o diâmetro das tocas e sua distância com a restinga as tocas de menor diâmetro ocuparam a parte inferior do perfil das praias, próximas a linha d'água, enquanto que as de maior diâmetro ficaram restritas a parte superior do perfil, próximas à restinga. Embora, neste estudo esta relação tenha ficado menos evidente, com as tocas de juvenis e recrutas encontradas em toda a faixa de distribuição, a tendência de construção das tocas para os caranguejos maiores também pode ser visualizada. Este padrão também foi descrito para as populações estudadas por (Hill & Hunter, 1973; Alberto & Fontoura, 1999; Barros, 2001; Bernardes *et al.*, 2004).

Os caranguejos semi-terrestres que habitam ambientes marinhos, relacionam-se estreitamente com o ambiente aquático, além da desova, os indivíduos já estabelecidos na praia precisam molhar as brânquias para permitir as trocas gasosas. No interior da toca a extração de água da areia circundante é feita através dos tufo de pelos localizados na base dos apêndices locomotores (Weinstein, 1995). A presença da

planície na Praia da Techint, que impossibilitaria a ida dos caranguejos até a linha d'água durante a maré baixa, quando as condições de onda estão mais favoráveis, não impediu que este organismo se estabelecesse na faixa da praia. A menor profundidade do lençol freático e o rápido alcance das ondas até a porção superior do ambiente durante o ciclo de maré, estariam aparentemente eliminando a necessidade dos caranguejos de ir ao mar para permitir a respiração.

As espécies do gênero *Ocypode* ocupam as áreas da praia utilizadas por turistas e por veículos, sendo freqüentemente indicadas como potenciais bioindicadores de impacto antrópico em praias arenosas oceânicas de alta energia (Steiner & Leatherman, 1981; Barros, 2001; Lima *et al.*, 2003; Neves *et al.*, no prelo). Contudo, as relações relatadas para a abundância de organismos são controversas. Steiner & Leatherman (1981) encontraram pequena quantidade de caranguejos nas praias com tráfego de veículos e constataram uma maior abundância destes organismos em praias com a presença de pedestres, sugerindo que a maior presença dos caranguejos foi devido aos restos de comida abandonada pelos turistas. Lima *et al.* (2003) comparou a abundância de duas praias do litoral de Pernambuco com distintos graus de urbanização e encontrou um menor número de indivíduos para a praia mais freqüentada. Barros (2001) também encontrou um menor número de tocas em praias australianas com maior grau urbanização. Um aspecto importante que deve ser considerado é a atividade cicardiana dos caranguejos. Embora a espécie *O. quadrata* seja geralmente descrita como mais ativa durante o período noturno (Steiner & Leatherman, 1981), o que indicaria subestimações da abundância em censos realizados durante o dia, Felix *et al.* (2005) mostraram que os caranguejos das praias paranaenses apresentaram maior atividade durante o período diurno. Desta forma, o comportamento dos caranguejos pode responder a características particulares da cada ambiente praial. O presente trabalho mostrou a grande dependência dos valores de abundância, obtidos ao longo de um ano, com alguns parâmetros meteorológicos relacionados ao dia da coleta.

A alta dinâmica do ambiente praial, a grande dependência aos fatores meteorológicos junto a grande plasticidade comportamental apresentada pelas espécies do gênero *Ocypode*, indicam que as inferências diretas do impacto humano na

abundância desses organismos devem ser interpretadas com cautela. A melhor maneira de se reconhecer tais perturbações é a coleção de dados pretéritos para o esclarecimento das relações de causa e efeito. As interpretações devem ser realizadas a partir de avaliações entre o distinto comportamento dos animais de praias urbanizadas e não urbanizadas que devem abranger, além das replicações espaciais, monitoramentos temporais que aumentem a confiabilidade das informações geradas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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**, v. 59(1), p. 95 –108, 1999.
- BARRAS, R. The burrows of *Ocypode ceratophthalmus* (Pallas) (Crustacea, Ocypodidae) on a tidal wave beach at Inhaca Island, Moçambique. **Jornal of Animal Ecology**, v. 32, p. 73 – 85, 1962.
- BARROS, F. Ghost crabs a tool of rapid assessment of human impacts on exposed sandy beaches. **Biological Conservation**, v. 97, p. 399 – 404, 2001.
- BERNARDES, C. X.; SILVEIRA, E.F.; PÉRICO, E. VINAGRE, A. S. Distribuição espacial e ocupação de tocas do caranguejo fantasma *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Decapoda: Ocypodidae) na Praia do Siriú, SC. **Revista de Iniciação Científica da ULBRA**, nº 3, p. 31 – 42, 2004.
- BORZONE, C. A. 1999. **Influence of *Mellita quinquiesperforata* beds on the structure of subtidal benthic communities of sandy beaches**. In: Carnevali, M. D. C. & F. Bonasoro (Eds.), *Echinoderm Research 1998*, Balkema, Rotterdeam: p. 433-438.
- 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**, SI v. 35, p. 472-480, 2003.
- BORZONE, C.; NETTO, J.; PEYRER, L.; BALDAN, L.; NOGUEIRA JR., M.; SILVA, P.; METRI, R. **Um método simple de estudiar la distribución espacial de *Ocypode quadrata* (Crustácea, Decapoda, Ocypodidae) en playas arenosas**. In: XI Congreso Latino Americano de Ciências del Mar, 2005. Vinã Del Mar, Chile. Anais...COLACMAR, Vinã Del Mar. 2005. p. 85.
- BROWN, A. C.; McLACHLAN, A. **Ecology of Sandy Shores**. Amsterdam: Elsevier.c 1990. 328p.
- CHAN, B. K. K.; CHAN, K. K. Y.; LEUNG, P. C. M. L. Burrows of the ghost crab *Ocypode ceratophthalmus* on sandy shore in Hong Kong. **Hydrobiologia**, doi 10.1007/s10750-005-1088-2, 2006.
- COSTA, T. M.; NEGREIROS-FRANSOZO M. L. The reproductive cycle of *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda, Portunidae) in the Ubatuba region, Brazil. **Crustaceana**, v. 71, p. 615 – 627, 1998.
- COWLES, R. P. Habits, reactions, and associations in *Ocypode arenaria*. **Papers from the Tortugas Laboratory of Carnegie Institution of Washington**, v.2(1), p. 1-41, 1908.

DAHL E. Some aspects of the ecology and zonation of the fauna on sandy beaches. *Oikos*, v 4, p.1 – 27, 1953.

DEFEO, O. Experimental management of exploited sandy beach bivalve population. *Revista Chilena de História Natural*, v. 69, p. 605 – 614, 1996.

DEZINHO, H. **Estudo da dinâmica praias como subsídio a gestão costeira do Balneário de Pontal do Sul, PR.** Pontal do Paraná, 2004. 56p. Monografia (Gestão Costeira, Oceanografia) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

FÉLIX, F. C.; QUEIROZ, G. M. N.; BORZONE, C. A.; NATIVIDADE, C. D.; NEVES C. S.; ELISA, M. **Atividade diuturna de *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) em uma praia arenosa em Pontal do Sul, PR, Brasil.** In: XI Congresso Latino Americano de Ciências del Mar, 2005. Vinã Del Mar, Chile. Anais...COLACMAR, Vinã Del Mar. 2005. p. 271.

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

HILL, G. W.; HUNTER, R. E. Burrows of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius) on the barrier island, south-central Texas coast. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 43, p. 24 – 30, 1973.

HOEFEL, F. G. **Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica.** Editora da Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 1998. 92p.

HUGHES, D. A. Behavioural and ecological investigations of the crab *Ocypode Ceratophthalmus* (Crustacea: Ocypodidae). *J. Zool., Lond* v.150, p.129 - 143, 1966.

IBGE. In [http://: www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br), acessado em 03 de março de 2005.

IPARDES. **Zoneamento da APA de Guaraqueçaba.** Curitiba. Convênio: IPARDES/IBAMA. 2001. 150 p.

JONES, A. D. Aspects of the ecology and behaviour of *Ocypode ceratophthalmus* (Pallas) and *O. Kuhlii* de Hann (Crustacea: Ocypodidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 8(1), p. 31-43, 1972.

KOMAR, Paul D. **Beach Processes and Sedimentation.** Prentice-Hall, Inc. 1976.

KRELLING, A. P. **Caracterização sócio-ambiental da Ponta do Poço – Pontal do Paraná – PR.** Pontal do Paraná, 2004. 89f. Monografia (Gestão Costeira, Oceanografia) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C. **The Subtropical Estuarine Complex of Paranaguá Bay, Brazil.** In: SEELIGER, U. & KJERFVE, B.

(eds.). Coastal Marine Ecosystems of Latin America. Springer-Verlag, Berlin, p. 131-145, 2001.

LIMA, P.; ALVES, I.; SAMPAIO, M.A.; LIMA JR., M.; MONTEIRO, M.; SOUZA, J. R. B. **Abundância de *Ocypode quadrata* em Praias da Região Metropolitana do Recife com diferentes graus de Impacto Humano.** In: VI Congresso de Ecologia do Brasil, 2003. Fortaleza, Brasil. Anais do Congresso de Ecologia do Brasil - Biodiversidade, Unidades de Conservação e Indicadores Ambientais. 2003. vol.I p. 245-246.

MARONE, E.; MANTOVANELLI, A.; NOERNBERG, M. A.; KINGENFUSS, M. S.; LAUTERT, L. F. C.; PRATA JUNIOR, V.P. **Caracterização física do complexo estuarino da Baía de Paranaguá.** Pontal do Sul: UFPR. v.2, 1997. Relatório consolidado do convênio APPA/ CEM.

MASSELINK, G.; SHORT, A. D. The effect of tide range on beach morphodynamics and morphology: a conceptual beach model. **Journal of Coastal Research**, v. 9, p. 785 – 800, 1993.

McLACHLAN, A. The definitions of sandy beaches in relation to exposure: a sample rating system. **South Africa Journal of Sciences**, v. 76, p. 137-138, 1980.

McLACHLAN, A.; WOOLDRIDGE, T.; DYE, A.H. The ecology of sandy beaches in southern Africa. **South African Journal of Zoology**, v. 16, p. 219 – 231, 1981.

MILNE, L. J. & MILNE, M.J. Notes on the behavior of the ghost crab. **The American Naturalist**, Chicago, v. 80(792), p.362 – 380, 1946.

NEGREIROS-FRANZOZO, M. L.; FRANZOZO, A.; BERTIN, G. Reproductive cycle of *Ocypode quadrata* on a sandy beach in Southeastern Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, v. 22 (1), p.157-161, 2002.

NEVES, F. M.; BEMVENUTI, C. E. (no prelo). The ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) as a potential indicator of anthropic impact along the Rio Grande do Sul coast, Brazil. **Biological Conservation**, doi:10.1016/j.biocon.2006.04.041, 2006.

NOERNBERG, M. A. **Processos morfodinâmicos no Complexo Estuarino de Paranaguá – Paraná – Brasil: um estudo a partir de dados *in situ* e LandSat TM.** Curitiba, 2001. 180p. Tese de Doutorado - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

POPP, J.H. **Introdução ao Estudo da Estratigrafia e da Interpretação de Ambientes de Sedimentação.** Curitiba, Editora Scientia et Labir, 1987. 326 p.

QUIJÓN, P.; JARAMILLO, E.; CONTRERAS, H. 2001. Distribution and habitat structure of *Ocypode Gaudichaudii* H. MILNE EDWARDS & LUCAS, 1843, in sandy beaches of Northern Chile. **Crustaceana**, v. 74 (1), p. 91-103, 2006.

SALVAT, B. Less conditions hydrodynamiques interstitielles de sediments meubles intertidaux et la repartition verticale de la faune endogee. *C.R. Academic Sciences Paris*, v. 259, p. 1576-1579, 1964.

SARAYWA, P. Animais cavadores da praia arenosa. *Arq. Inst. Biol. São Paulo*, São Paulo, v.10, p. 319 – 326, 1939.

SHORT, A. D. The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. *Revista Chilena de Historia Natural*, v. 69, p. 589 - 604, 1996.

SHORT, A. D. **Handbook of beach and shoreface morphodynamics**. John Wiley & Sons, Chichester, 1999. 421p.

SOARES, C.R.; ANGULO, R. J.; LESSA, G.C. **Morfodinâmica de ambientes atuais, evolução da planície durante o quaternário e problemas de erosão costeira**. In: 6º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário e Reunião sobre o Quaternário da América do Sul, 1997. p.127.

STEINER, A. J. & LEATHERMAN, S.P. Recreational impacts on the distribution of ghost crabs *Ocypode quadrata* (Fabricius). *Biological Conservation*, v. 20, p. 111 – 222, 1981.

TURRA, A.; GONCALVES, 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*, v. 39(23), p. 2163 – 2177, 2005.

VALENTIN, J. L. 2000 **Ecologia Numérica. Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Interciência, 2000.

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

WEINSTEIN, R.B. Locomotor behavior of nocturnal ghost crabs on the beach: focal animal sampling and instantaneous velocity from three-dimensional motion analysis. *Journal of Experimental Biology*, v. 198: 989 – 999, 1995.

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

WRIGHT, L. D. & SHORT, A. D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis. *Marine Geology*, v. 56, p. 93 – 118, 1984.

YANNICELLI, B.; PALACIOS, R.; GIMÉNEZ, L. Activity rhythms of two cirrolanid isopods from an exposed microtidal sandy beach in Uruguay. *Marine Biology*, v. 138, p. 187-197, 2001.

YOUNG, P. S. **Catalogue of Crustacea of Brazil.** Rio de Janeiro. Ed. Museu Nacional. 1998. 717pp

ANEXOS

ANEXO 2 – FOTOS



(a)



(b)

FOTO 1 – (a) Exemplar de *Ocypode quadrata*; (b) Exemplo de atividade ao redor da toca.



(a)



(b)



(c)



(d)

FOTO 2 – (a) Demarcação dos 20 metros de praia para amostragem das tocas na Praia da Techint; (b),(c) e (d) Obtenção dos perfil da Praia da Techint.



FOTO 3 – “Dia de ressaca”, nenhuma toca visualizada na Praia do CEM.