

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DE ECOSISTEMAS

**INDICADORES POPULACIONAIS E ECOLÓGICOS
DE PEIXES-BOIS-MARINHOS (*Trichechus manatus
manatus*) EM DUAS ÁREAS DE MANGUEZAIS E
MARISMAS NO MARANHÃO**

Carolina Mattosinho de Carvalho Alvite

Dissertação (Mestrado)

São Luís

2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DE ECOSISTEMAS

**INDICADORES POPULACIONAIS E ECOLÓGICOS
DE PEIXES-BOIS-MARINHOS (*Trichechus manatus
manatus*) EM DUAS ÁREAS DE MANGUEZAIS E
MARISMAS NO MARANHÃO**

Carolina Mattosinho de Carvalho Alvite

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Sustentabilidade de
Ecossistemas da Universidade Federal do
Maranhão para obtenção do título de
Mestre em Sustentabilidade de
Ecossistemas

Orientadora: Prof^ª Dra. Flávia Rebelo Mochel

Agência Financiadora: IEB/Bolsa BECA

São Luís

2008

Alvite, Carolina Mattosinho de Carvalho

Indicadores populacionais e ecológicos de peixes-bois-marinhos (*Trichechus manatus manatus*) em duas áreas de manguezais e marismas no Maranhão / Carolina Mattosinho de Carvalho Alvite - São Luís, 2008.

118 f.

Impresso por computador (fotocópia)

Orientadora: Dra. Flávia Rebelo Mochel

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas, 2008.

1. Indicador ecológico - peixe-boi-marinho – Maranhão 2. Indicador populacional – peixe-boi-marinho 3. Manguezais I. Título

CDU 599.55:591.5 (812.1)

“Espécies não tem preço, da mesma forma que a dignidade e a liberdade humana. Políticas e ações governamentais e intergovernamentais devem ser firmemente baseadas nessa premissa, que não é negociável”

Richard Leakey, 1997
Discurso Conferência CITES

AGRADECIMENTOS

À minha FAMÍLIA sem o qual eu certamente não teria encontrado o incentivo e apoio necessário à conclusão desse trabalho, aonde quer que eu me encontre. Em especial aos meus pais, que me abrigaram na fase final de redação dessa pesquisa;

À professora FLÁVIA REBELO MOCHEL pelo pronto aceite em orientar esta pesquisa, pela excelente contribuição em todas as etapas do trabalho e conhecimentos sobre ecologia dos manguezais e marismas no litoral do Maranhão. Agradeço em especial pela amizade que construímos ao longo desses dois anos de trabalho e que ficarão guardados para sempre;

Ao oceanógrafo RÉGIS PINTO DE LIMA por seu papel decisivo na minha formação profissional, por me mostrar a relevância do trabalho para a conservação do peixe-boi-marinho, pela orientação e contribuição a esta pesquisa; também pela participação e contribuição nas bancas;

Ao PROJETO PEIXE-BOI E CENTRO MAMÍFEROS AQUÁTICOS/ICMBio pela liberação dos dados de monitoramento dos peixes-bois-marinhos;

Ao IBAMA, em especial à superintendente do Maranhão MARLUZE PASTOR SÂNTOS, pela oportunidade concedida de ampliar meus conhecimentos e minha formação;

Ao INSTITUTO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO DO BRASIL-IEB pela concessão da Bolsa de Pós-Graduação do Programa BECA (Bolsa de Estudos para a Conservação da Amazônia);

Aos PROFESSORES E FUNCIONÁRIOS DO DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA DA UFMA, em especial ao Professor CLÁUDIO URBANO pelo empenho, apoio e compreensão para consecução desse trabalho; ao professor RICARDO BARBIERI pelas contribuições sobre o método de coleta dos marismas, empréstimo de equipamentos e participação nas bancas; aos professores PAULO CAVALCANTE, MARCOS VALÉRIO, MÁRCIO VAZ E MARLUCE, pelo empréstimo dos equipamentos de coleta; a professora DAIANE PEREIRA pela oportunidade de estágio-docência; e aos técnicos HENRIQUE e DAVI pelo apoio no laboratório para processamento das amostras e na confecção das parcelas de coleta de vegetação;

Ao SÉRGIO, MARIA HELENA, DONA SOCORRO, SEU LOURIVAL pela receptividade na Ilha do Gato, pela logística de coleta em campo e por todo o carinho recebido durante esse trabalho;

A toda à COMUNIDADE DA ILHA DO GATO pela participação nessa pesquisa e pelo meio de vida que mantêm até os dias de hoje, em especial ao Toura, Wando, Mudo e Mayara pelo apoio nas coletas;

Aos colegas que me apoiaram durante diferentes etapas deste trabalho, em especial ROGÉRIO FUNO, CAMILE LUGARINE, PANCINHA, BRUNO GUEIROS, FABIANO PIMENTEL;

Aos AMIGOS, especialmente ALESSANDRA, MARIANA, NELSINHO, DAIANE, BRUNO, CAMILE, ZÉ, LELÊ, por todo o carinho e por terem se transformado em minha família no Maranhão.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 15 |
| 1.1 Apresentação | 15 |
| 1.2 Objetivos | 18 |
| 1.2.1 Geral | 18 |
| 1.2.2 Específicos | 18 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 19 |
| 2.1 Ordem Sirênia | 19 |
| 2.2 Peixe-boi-marinho (<i>Trichechus manatus</i>) | 20 |
| 2.3 Conceitos, limitações e aplicação de indicadores populacionais e ecológicos | 25 |
| 3 METODOLOGIA | 32 |
| 3.1 Área de estudo | 32 |
| 3.2 Monitoramento de peixes-bois-marinhos por plataformas fixas de observação | 37 |
| 3.3 Estabelecimento de indicadores populacionais e ecológicos de peixes-bois-marinhos..... | 40 |
| 3.3.1 Contagem total de avistagem (CT) | 41 |
| 3.3.2 Contagem de filhotes (CF) | 41 |
| 3.3.3 Contagem máxima de avistagem diária (CMax) | 42 |
| 3.3.4 Avistagem por unidade de esforço (APUE) | 42 |
| 3.3.5 Frequência de ocorrência (FO) | 43 |
| 3.4 Caracterização sócio-ambiental da barra da Ilha do Gato | 43 |
| 3.5 Estudo de caso: Ecologia de peixes-bois na barra da Ilha do Gato | 52 |
| 3.5.1 Estrutura social de peixes-bois..... | 52 |
| 3.5.2 Utilização espacial e temporal | 52 |
| 3.5.2.1 Estações do ano | 52 |
| 3.5.2.2 Precipitação pluviométrica | 53 |
| 3.5.2.3 Regimes de luas | 53 |
| 3.5.2.4 Classes de marés | 54 |
| 3.5.2.5 Quadrantes de observação | 55 |
| 3.6 Tendências populacionais de peixes-bois em duas áreas de manguezais e marismas no Maranhão | 55 |
| 3.7 Análises estatísticas | 56 |

| | |
|--|------------|
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 58 |
| 4.1 Esforço de monitoramento e avaliação da metodologia de observação de peixes-bois por meio de plataformas fixas | 58 |
| 4.2 Caracterização ambiental da barra da Ilha do Gato | 61 |
| 4.2.1 Caracterização climática | 61 |
| 4.2.2 Caracterização dos ecossistemas | 63 |
| 4.3 Indicadores ecológicos de peixes-bois-marinhos na barra da Ilha do Gato | 71 |
| 4.3.1 Estrutura social de peixes-bois | 71 |
| 4.3.2 Sazonalidade | 77 |
| 4.3.3 Influência das marés | 88 |
| 4.3.4 Atividades humanas | 92 |
| 4.4 Tendência populacional de peixes-bois em duas áreas de manguezais e marismas no Maranhão | 97 |
| 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 105 |
| REFERÊNCIAS | 110 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| QUADRO 3.1 – Indicadores populacionais e ecológicos elaborados a partir da metodologia de observação de peixes-bois por meio de plataformas fixas..... | 41 |
| QUADRO 3.2 – Levantamento de dados e suas respectivas fontes para caracterização regional do estuário da Ilha do Gato..... | 46 |
| QUADRO 4.1 – Fatores determinantes no padrão de ocorrência dos peixes-bois na barra da Ilha do Gato em relação às diferentes fases da maré..... | 90 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 4.1 – Esforço de monitoramento de peixes-bois-marinheiros por meio de plataformas fixas instaladas pelo Projeto Peixe-Boi em duas áreas de relevante ocorrência no Maranhão (2004/2007)..... | 59 |
| TABELA 4.2 – Intervalos de confiança (IC nível 95%) associados à média acumulada de peixes-bois avistados de acordo com o esforço de monitoramento em dias..... | 60 |
| TABELA 4.3 – Dados climatológicos médios coletados na PCD Meteorológica de São Luís no período entre janeiro de 2004 a dezembro de 2007..... | 62 |
| TABELA 4.4 – Dados climatológicos para as estações de chuva e seca ao longo dos anos de 2004 a 2007, calculados a partir dos dados da PCD Meteorológica de São Luís..... | 63 |
| TABELA 4.5 – Parâmetros oceanográficos coletados nos quadrantes de observação de peixes-bois na barra da Ilha do Gato, durante as fases de maré enchente e vazante. Os dados foram coletados em maio de 2008..... | 68 |
| TABELA 4.6 – Biomassa aérea média dos principais recursos vegetais coletados nos marismas do sítio de observação de peixes-bois na barra da Ilha do Gato, durante as estações de chuva (junho/2008) e seca (dezembro/2007)..... | 70 |
| TABELA 4.7 – Densidade (indivíduos/m ²) de plântulas de mangue coletadas nos marismas do sítio de observação de peixes-bois na barra da Ilha do Gato, nas estações de chuva (junho/2008) e seca (dezembro/2007)..... | 71 |

| | | |
|---------------|--|----|
| TABELA 4.8 – | Indicadores de peixes-bois estabelecidos para a barra da Ilha do Gato a partir dos dados de monitoramento por meio de plataformas fixas, entre 2004 e 2007..... | 72 |
| TABELA 4.9 - | Médias mensais do indicador de uso de habitat (frequência de ocorrência) e do índice de abundância relativa de peixes-bois na barra da Ilha do Gato, ao longo do período de 2005 a 2007..... | 78 |
| TABELA 4.10 – | Efeito da precipitação acumulada em escala mensal sobre a avistagem por unidade de esforço de peixes-bois (APUE Total) na barra da Ilha do Gato..... | 84 |
| TABELA 4.11 – | Frequência de ocorrência dos peixes-bois na barra da Ilha do Gato de acordo com as diferentes fases de maré, ao longo do período de 2005 a 2007..... | 89 |
| TABELA 4.12 – | Indicadores populacionais de peixes-bois elaborados a partir do monitoramento por meio de plataformas fixas realizados entre 2004 e 2007 em dois sítios de relevante ocorrência da espécie no estado do Maranhão. Os resultados foram estimados a partir de um modelo linear geral (GLM – ANOVA 2-fatores). Os valores referem-se às médias de APUE (calculadas em escalas mensais) e seus respectivos erros padrão (EP). O número amostral foi igual para a variável ANO (n=12) e para a variável SÍTIO (n=48)..... | 98 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|--------------|--|----|
| FIGURA 3.1 - | Localização dos sítios de observação de peixes-bois-marinhos no litoral do Maranhão. (a) barra da Ilha do Gato, município de Humberto de Campos, baía do Tubarão. (b) Praia de Guarapiranga, município de São José de Ribamar, baía de São José de Ribamar. | 33 |
| FIGURA 3.2 - | Praia de Guarapiranga, na margem de uma falésia na Baía de São José de Ribamar..... | 35 |
| FIGURA 3.3 – | Pequenos manguezais e torre de observação ao fundo na Praia de Guarapiranga..... | 35 |

| | | |
|---------------|--|----|
| FIGURA 3.4 – | Localização da proposta de criação da Reserva Extrativista Marinha da baía do Tubarão (MA) com indicação dos principais povoados inseridos..... | 36 |
| FIGURA 3.5 - | Localização dos sítios de observação de peixes-bois-marinhos ao longo da costa norte-nordeste do Brasil monitorados pelo Projeto Peixe-Boi/ICMBio-FMA entre 1999 e 2007..... | 37 |
| FIGURA 3.6 – | Torres de observação de peixes-bois em ambiente natural (a) Torre exposta na maré seca no sítio de observação da praia de Guarapiranga, São José de Ribamar. (b) Torre da barra da Ilha do Gato possui cerca de dois metros de altura e fica na margem do canal, na borda do manguezal..... | 38 |
| FIGURA 3.7 – | Produção (toneladas) de pescado marítimo e estuarino do município de Humberto de Campos (MA) em 2006..... | 44 |
| FIGURA 3.8 - | Canoa utilizada na pesca na Ilha do Gato. Pescador prepara o cozido de peixe na embarcação enquanto aguarda a maré encher..... | 45 |
| FIGURA 3.9 – | Pescador preparando o almoço em uma croa de areia após chegar da pesca do camarão. Canoas a vela ao fundo retornando da pescaria..... | 45 |
| FIGURA 3.10 – | <i>Spartina alterniflora</i> e plântulas de mangue na Ilha do Gato..... | 48 |
| FIGURA 3.11 - | Curva de esforço para a coleta de biomassa de <i>Spartina alterniflora</i> | 49 |
| FIGURA 3.12 - | Procedimentos da caracterização da vegetação da barra da Ilha do Gato. (a) Medição da área de cobertura dos marismas, (b) coleta de <i>S. alterniflora</i> e plântulas de mangue, (c) lavagem do material em laboratório, (d) identificação das três espécies de plântulas de mangue, (e) disposição do material para secagem, (f) secagem da vegetação em estufa..... | 51 |
| FIGURA 3.13 – | Classificação das marés de acordo com os intervalos no horário de monitoramento dos peixes-bois e os horários dos estofos das marés (enchente e vazante) corrigidos para a barra da Ilha do Gato..... | 55 |
| FIGURA 4.1 – | Curva de desempenho do monitoramento de peixes-bois-marinhos por meio de plataformas fixas realizado na praia de Guarapiranga, entre 2004 e 2007..... | 59 |
| FIGURA 4.2 – | Curva de desempenho do monitoramento de peixes-bois-marinhos por meio de plataformas fixas realizado na barra da Ilha do Gato, entre 2004 e 2007..... | 60 |
| FIGURA 4.3 – | Precipitação pluviométrica média mensal calculada a partir dos dados da PCD Meteorológica de São Luís no período de 2004 a 2007..... | 62 |

| | | |
|---------------|---|----|
| FIGURA 4.4 – | Principais ecossistemas da barra da Ilha do Gato, estuário do Rio Mapari..... | 65 |
| FIGURA 4.5 – | Mapa esquemático da área de observação de peixes-bois na barra da Ilha do Gato, estuário do rio Mapari. (a) avistagem de um peixe-boi no poço fundo onde os animais são vistos em atividade de repouso, durante os períodos de maré seca; (b) marismas e manguezais na extremidade do quadrante 4; (c) ilha de mangue que limita o quadrante 4..... | 66 |
| FIGURA 4.6 – | Porcentagem média mensal de filhotes e adultos de peixes-bois avistados na barra da Ilha do Gato no período entre 2004 e 2007..... | 73 |
| FIGURA 4.7 – | Frequência de distribuição das classes de contagem máxima de avistagem diária (CMax) de peixes-bois na barra da Ilha do Gato entre 2004 e 2007. O maior valor observado foi de 14 animais..... | 75 |
| FIGURA 4.8 – | Porcentagem das classes de CMax médias mensais de peixes-bois na barra da Ilha do Gato, no período de 2004 a 2007. Os valores expressos nas barras referem-se às médias mensais na categoria de $CMax \geq 4$ animais .. | 76 |
| FIGURAS 4.9 – | Médias mensais de avistagem por unidade de esforço (APUE) de peixes-bois (total e filhotes), encontradas na barra da Ilha do Gato entre 2004 e 2007. (a) valores de APUE Total; (b) valores de APUE Filhotes..... | 79 |
| FIGURA 4.10 – | Avistagem por unidade de esforço total (APUE Total) na barra da Ilha do Gato obtidos nas estações de chuva e seca, entre 2004 e 2007..... | 80 |
| FIGURA 4.11 – | Avistagem por unidade de esforço de filhotes (APUE Filhotes) na barra da Ilha do Gato obtida nas estações de chuva e seca, entre 2004 e 2007..... | 82 |
| FIGURA 4.12 – | Porcentagem de filhotes de peixes-bois na barra da Ilha do Gato obtidas nas estações de chuva e seca, entre 2004 e 2007..... | 83 |
| FIGURA 4.13 – | Regressão entre a precipitação mensal acumulada (mm) e o índice de abundância de peixes-bois na barra da Ilha do Gato entre 2004 e 2007..... | 84 |
| FIGURA 4.14 – | Avistagem por unidade de esforço do total de peixes-bois no sítio de observação da barra da Ilha do Gato ao longo dos meses do ano e taxas de precipitação pluviométrica mensais na PCD meteorológica da Ilha de São Luís, no período de 2004 a 2007..... | 86 |
| FIGURA 4.15 – | Principais atividades humanas registradas na barra da Ilha do Gato durante o monitoramento dos peixes-bois entre 2004 e 2007..... | 92 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 4.16 – Avistagem por unidade de esforço para o total de peixes-bois no estuário da Ilha do Gato e na Praia de Guarapiranga, no estado do Maranhão entre 2004 e 2007..... | 99 |
| FIGURA 4.17 – Avistagem de filhotes por unidade de esforço na barra da Ilha do Gato e na Praia de Guarapiranga, no estado do Maranhão entre 2004 e 2007..... | 100 |

LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

χ^2 - Teste *qui-quadrado*

ANOVA – Análise de variância

APA – Área de Proteção Ambiental

APUE - Avistagem por Unidade de Esforço

CF – Contagem de filhotes

CMA – Centro Mamíferos Aquáticos

CMax – Contagem máxima de avistagem diária

CT – Contagem total de avistagens de peixes-bois

DA - Dias com avistagens de peixes-bois

DEOLI - Departamento de Oceanografia e Limnologia

DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação

DRY – Seca (Inglês)

EBB – Maré vazante (Inglês)

ED - Esforço de observação em dias

EH - Esforço de observação em horas

ENCH – Maré enchente

FLOOD – Maré enchente (Inglês)

FMA – Fundação Mamíferos Aquáticos

FO - Frequência de ocorrência

GLM – Modelo linear geral

GUA - Praia de Guarapiranga, Maranhão

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IC – Intervalo de confiança (nível 95%)

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IGA - Barra da Ilha do Gato, Maranhão

PCD - Plataforma de Coleta de Dados Meteorológica da Ilha de São Luís

PPB - Projeto Peixe-Boi-Marinho

RAIN – Chuva (Inglês)

RESEX – Reserva Extrativista

RN – Rio Grande do Norte

SO - Sítios de observação de peixes-bois

T – Teste *T-Student*

TA - Total avistagem de peixes-bois

TF - Total de avistagens de filhotes de peixes-bois

UFMA - Universidade Federal do Maranhão

VAZ – Maré vazante

RESUMO

INDICADORES POPULACIONAIS E ECOLÓGICOS DE PEIXES-BOIS-MARINHOS (*Trichechus manatus manatus*) EM DUAS ÁREAS DE MANGUEZAIS E MARISMAS NO MARANHÃO

O litoral norte do Brasil possui a maior área contínua de manguezais do planeta e abriga importantes grupos de peixes-bois-marinhos, mamífero aquático criticamente ameaçado de extinção. Esta pesquisa analisa o esforço da metodologia de observação de peixes-bois por meio de plataformas fixas em sítios de relevante ocorrência, a partir dos dados coletados simultaneamente na praia de Guarapiranga (GUA), São José de Ribamar, e na barra da Ilha do Gato (IGA), Baía do Tubarão. Também é discutida a aplicação de indicadores populacionais e ecológicos para peixes-bois em estudo de caso na barra da Ilha do Gato (02°31'09,81"S; 43°37'09,13"W), estuário do rio Mapari, servindo de base metodológica para ser replicada em outros pontos da costa. A partir da aplicação dos indicadores elaborados com os dados de ponto fixo e da caracterização ambiental da área, a pesquisa fornece elementos para inferir a abundância relativa da população e como esta se comporta ao longo dos anos, discutindo aspectos da utilização espacial e temporal do estuário. Para caracterização ambiental da IGA, foram levantados os seguintes parâmetros: temperatura (ar-água), salinidade, pH, condutividade, profundidade, velocidade de corrente, amplitude de marés, precipitação pluviométrica, biomassa de marisma (*Spartina alterniflora*), densidade de plântulas de mangue. A região mostrou uma variação sazonal do regime hidrológico: chuva (janeiro-julho) e seca (agosto-dezembro), com precipitação pluviométrica anual de 1704mm. Os parâmetros oceanográficos médios variaram entre as marés: salinidade (ENCH=14,8, VAZ=1,5), condutividade (ENCH=27,1, VAZ=6,3 mS/cm), velocidade de corrente (ENCH=46; VAZ=88 m/s). A altura da maré variou entre 0,0-5,4m. A biomassa de *S. alterniflora* variou de 860g/m²(chuva) a 430g/m²(seca) e a densidade de plântulas de 74 ind/m²(chuva) a 21 ind/m²(seca). As variações entre os períodos de seca e chuva influenciaram na disponibilidade de água doce e recursos vegetais, fatores determinantes na escolha de áreas pelos peixes-bois. O estuário mostrou-se com forte influência da variação diária nos regimes de maré, refletindo em mudanças na salinidade, velocidade de corrente, profundidade e acesso aos recursos vegetais pelos peixes-bois. Entre 2004/2007, os peixes-bois foram monitorados em 1.241 dias (GUA=625, IGA=616). As análises populacionais realizadas nos dois sítios do Maranhão indicaram uma tendência de redução populacional entre 2004 e 2006, com estabilização entre 2006 e 2007. A Ilha do Gato apresentou a maior abundância relativa e mostrou ser importante sítio de ocorrência de peixes-bois, sendo utilizada como área de reprodução, cuidado parental, alimentação e repouso. Na IGA o número de peixes-bois parece ter relação com as estações do ano, sendo avistados em maior número no período chuvoso. As variações nas fases de maré também mostraram ter influência no padrão de utilização da IGA, sendo que os peixes-bois estiveram mais frequentes nas marés vazantes e cheias. A ocorrência de embarcações não motorizadas foram a atividade humana com maior frequência na IGA e não teve influência negativa na ocorrência dos peixes-bois. O conhecimento sobre as características dos ecossistemas costeiros é essencial para a elaboração de estratégias de conservação adequadas para o peixe-boi-marinho na região norte do Brasil.

Palavras-chave: *Trichechus manatus manatus*. Peixe-Boi. Manguezais. Marismas. Indicadores populacionais e ecológicos. Maranhão.

ABSTRACT

POPULATION AND ECOLOGICAL INDEX FOR MANATEES (*Trichechus manatus manatus*) IN TWO MANGROVES AND SALT-MARSHES AREAS OF MARANHÃO

The Brazilian north coast has the largest continuous area of mangroves on the planet and hosts large groups of manatees, aquatic mammal critically endangered. This research examines the efforts of fix point methodology of observation of manatees on relevant sites of occurrence, from data collected while on the beach in Guarapiranga (GUA), São José de Ribamar and on Ilha do Gato (IGA), Baía do Tubarão. This article discusses the application of population index for manatees in a ecological-environmental study on IGA (02°31'09, 81"S, 43°37'09,13" W), Mapari estuary, serving as a methodological basis to be replicated in other parts of the coast. From the application of index developed with data from fixed point and the characterization of the environmental area, the study provides evidence to infer the relative abundance of the population and its trends over the years, discussing aspects of spatial and temporal use of estuary. Was characterized: temperature, salinity, pH, conductivity, depth, current speed, tides fluctuations, rainfall, biomass of salt-marsh (*Spartina alterniflora*), and density of plants/seedlings of mangrove. The region showed a seasonal variation marked by two regimes of water, rain (January-July) and dry (August-December), with annual rainfall of 1,704mm. The oceanographic parameters ranged from tides: salinity (FLOOD=14.8; EBB=1.5), conductivity (FLOOD=27.1; EBB=6.3mS/cm), speed of current (FLOOD=46; EBB=88m/s). The tide height ranged from 0.0-5.4m. Biomass of *S. alterniflora* ranged from 860g/m²(RAIN) to 430g/m²(DRY) and density of plants/seedlings of 74ind/m²(RAIN) to 21ind/m²(DRY). Variations between rain/dry seasons influenced the availability of fresh water and food resources, important factors in the choice of areas for manatees. The estuary was shown with strong influence of daily tide fluctuations, reflecting changes in salinity, current speed, depth and access to plant resources by manatees. Between 2004/2007, manatees were monitored in 1241 days (GUA = 625, IGA = 616). The population analysis carried out in two sites of Maranhão indicated a trend of reducing population between 2004 and 2006, with stabilization between 2006 and 2007. The IGA had the highest relative abundance and showed to be important site of occurrence of manatees, which used as an area of reproduction, parental care, food and rest. IGA in the number of manatees seems to have relation with the seasons, being sighted in greater numbers in the rainy season. Variations during the tides also shown to influence the pattern of use of the IGA, and the manatees were more frequent in the tides ebb and flood. The main type of human activity in the IGA was not motorized boat and it had no negative influence on the occurrence of fish-horse. Knowledge about characteristics of coastal ecosystems is essential for development of appropriate conservation strategies for manatees in the Brazilian north coast.

Key-words: *Trichechus manatus manatus*. Manatees. Mangroves. Salt-marshes. Population and ecology index. Maranhão State.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

Esta dissertação discute aspectos da ecologia de peixes-bois-marinhos (*Trichechus manatus manatus*), mamífero aquático criticamente ameaçado de extinção no Brasil (IBAMA, 2001), em duas áreas de relevante ocorrência no litoral do Maranhão, monitoradas pelo Projeto Peixe-Boi (PPB), Centro Mamíferos Aquáticos (CMA), do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), entre 2004 e 2007. O estado localiza-se na costa norte do Brasil que possui um litoral caracterizado por extensas florestas de manguezais e complexos ecossistemas estuarinos formados por inúmeras reentrâncias e igarapés, ocupados por uma população dispersa em pequenos povoados, que vivem essencialmente da pesca artesanal.

O litoral do Maranhão, com 640 km de costa, é o segundo em extensão no Brasil e abriga a maior área de manguezais do país, com cerca de 500.000 hectares distribuídos entre o Golfão Maranhense e as reentrâncias do litoral ocidental (KJERFVE & LACERDA, citado por KJERFVE et al., 2002 ; FILHO, 2005). Estudos apontam para uma grande diversidade de ecossistemas e unidades de paisagem neste trecho do litoral, formado por manguezais e apicuns, marismas, estuários e baías, restingas, lagoas, entre outros (REBELO-MOCHEL, 1999; REBELO-MOCHEL, 2000). Estudos sobre a ecologia de manguezais nessa região têm registrado a presença das sete espécies características da vegetação de mangue existentes nos país (REBELO-MOCHEL, 1995; REBELO-MOCHEL, 1999; REBELO-MOCHEL et al., 2001; REBELO-MOCHEL no prelo). Esta diversidade de ecossistemas implica numa maior complexidade para estabelecimento de medidas de conservação e manejo, e portanto, o conhecimento sobre a ecologia dos ecossistemas é essencial para buscar medidas de sustentabilidade ambiental e social.

O litoral maranhense abriga importantes grupos remanescentes de peixes-bois-marinhos, distribuídos descontinuamente entre Primeira Cruz, na baía do Tubarão e Carutapera, na divisa com o Pará (IBAMA/CPB, 1993; LUNA, 2001). A baixa ocupação humana na maioria do litoral maranhense e o status de conservação dos manguezais parecem ser fatores importantes na distribuição e ocorrência dos peixes-bois nessa região (IBAMA/CPB, 1993).

As principais ameaças à espécie no litoral norte têm sido atribuídas à captura intencional e à captura incidental em redes de pesca (ALVITE et al., no prelo; IBAMA/CPB, 1993; IBAMA, 2001; LUNA, 2001). Entre 1994 e 2008, o PPB registrou 27 mortes de peixes-bois no Maranhão sendo que, quando as *Causas mortis* foram identificadas, 62% (n=08) referiram-se à captura incidental em petrechos de pesca (curral, malhadeira, caçoeira, zangaria) e 38% (n=05) à captura intencional (arpão, rede de lance, malhadeira), apontando que a mortalidade de peixes-bois no Maranhão ainda é significativa, considerando sua atual população e grau de ameaça de extinção (ALVITE et al., no prelo). O encalhe de filhotes órfãos vivos é raro e o PPB só registrou uma ocorrência em 1996 na localidade de Prainha, na porção interna da baía de São Marcos, município de São Luís (PARENTE, VERGARA-PARENTE & LIMA, 2004).

O Plano de Ação para os mamíferos aquáticos do Brasil (IBAMA, 2001) recomenda, entre outros, os seguintes projetos e ações prioritárias para peixes-bois-marinhos: (1) estimativas demográficas em áreas de relevante ocorrência, destacando a baía do Tubarão/Maranhão no litoral Norte, (2) modelos de utilização espacial e temporal destas áreas, (3) estudos ambientais e da utilização das áreas de relevante ocorrência visando à criação de unidades de conservação (UCs) ou implementação das já existentes e (4) estudos de dinâmica populacional. Espera-se com esta dissertação gerar conhecimento que poderá ser aplicado a todas as ações prioritárias mencionadas acima, trazendo informações valiosas para a conservação da espécie e ecossistema costeiro associado.

O litoral do Maranhão vem sendo descrito como uma região com relevantes sítios de ocorrência de peixes-bois no Brasil (IBAMA/CPB, 1993; LIMA et al., 1994; LIMA, 1999, LUNA, 2001), apresentando locais específicos com os maiores indicadores de ocorrência entre áreas monitoradas pelo PPB ao longo da costa norte-nordeste (IBAMA/CMA, 2006). A baía do Tubarão é citada como área de ocorrência prioritária para a realização das estimativas demográficas nas regiões norte e nordeste do Brasil (IBAMA, 2001). No entanto, são escassas as informações sobre a ecologia e uso de habitat por peixes-bois nos manguezais e estuários na costa norte, uma vez que as pesquisas sobre a espécie têm se concentrado no litoral nordeste do país, mais próximo das áreas de atuação do PPB e onde parecem ocorrer em menor abundância (LIMA, 1999; LUNA, 2001; IBAMA/CMA, 2006). Na região nordeste, as principais ameaças são o encalhe de filhotes órfãos e a degradação ambiental (LIMA, 1999; IBAMA, 2001).

A elaboração de estratégias eficazes para a conservação de espécies na natureza e a sustentabilidade dos ecossistemas onde habita depende, dentre outros, do conhecimento acerca de sua ecologia, biologia populacional, nichos ecológicos, padrões de utilização de ecossistemas, aspectos pouco conhecidos para o peixe-boi-marinho no Brasil. Como parte da estratégia para a conservação do peixe-boi-marinho, o PPB desenvolveu uma metodologia de observação dos animais em vida livre visando acompanhar seu status de conservação. Desde 1987 o PPB vem realizando o monitoramento por plataformas fixas da população de peixes-bois em áreas específicas da costa norte-nordeste do Brasil, com o objetivo de compreender a utilização desses ecossistemas e sua evolução ao longo dos anos, fornecendo subsídios para a conservação da espécie e gestão de áreas marinhas protegidas (SILVA et al., 1992; PALUDO, 1997; PARENTE et al., 2000; ALVITE et al., 2002). Destaca-se que não existem referências em outros países sobre elaboração de indicadores populacionais de peixes-bois-marinhos elaborados a partir de metodologias de observação por plataformas fixas, reforçando o ineditismo deste trabalho.

Essa dissertação buscou estabelecer parâmetros populacionais, como índices de abundância relativa, indicadores demográficos e de estrutura social, época de reprodução e de nascimento de filhotes, e aspectos da seleção de habitats pelo peixe-boi a partir da metodologia de observação por plataformas fixas, em duas áreas de manguezais e marismas no Maranhão. Os resultados obtidos poderão contribuir na elaboração de medidas de preservação da espécie e na busca de mecanismos para garantir a sustentabilidade dos ecossistemas estudados.

O trabalho foi desenvolvido em três etapas principais: (1) análise de bancos de dados de monitoramento de peixes-bois por meio de plataformas fixas e estabelecimento de indicadores populacionais e ecológicos para a espécie, (2) coleta de dados e caracterização sócio-ambiental da barra da Ilha do Gato, no estuário do rio Mapari e (3) aplicação dos indicadores para estudos sobre tendências populacionais da espécie em áreas de manguezais e marismas no Maranhão e sobre aspectos ecológicos na barra da Ilha do Gato.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Geral gerar informações sobre ecologia de peixes-bois-marinhos em duas áreas de relevante ocorrência nos manguezais e marismas no Maranhão.

1.2.2 Específicos

(1) avaliar o método de observação de peixes-bois por meio de plataformas fixas;

(2) discutir a utilização de indicadores populacionais e ecológicos para monitoramento da população de peixes-bois ao longo do tempo em áreas de relevante ocorrência;

(3) caracterizar, ambientalmente, a barra da Ilha do Gato, baía do Tubarão, sítio de relevante ocorrência de peixes-bois no Maranhão;

(4) discutir aspectos da ecologia dos peixes-bois-marinhos na barra da Ilha do Gato a partir da caracterização ambiental e aplicação dos indicadores populacionais e ecológicos estabelecidos;

(5) testar a utilização dos indicadores para avaliar tendências populacionais de peixes-bois-marinhos em duas áreas de manguezais e marismas no Maranhão.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Ordem Sirenia

A ordem Sirenia, que teve sua origem no período Eoceno há 50 milhões de anos, é formada pelos únicos mamíferos aquáticos exclusivamente herbívoros atuais e pelos únicos mamíferos herbívoros que se tornaram totalmente aquáticos (DOMNING, 2002). Animais com distribuição tropical e subtropical ocorrem em águas rasas de rios, estuários e mar, sendo limitados pela isoterma 19°C (REYNOLDS III & POWELL, 2002).

Os sirênios modernos são representados por duas famílias (Dugongidae e Trichechidae) e quatro espécies viventes: dugongo (*Dugong dugon*), peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*), peixe-boi-amazônico (*Trichechus inunguis*) e peixe-boi-africano (*Trichechus senegalensis*) (HUSAR, 1977, 1978a, 1978b, 1978c). A vaca marinha de Steller (*Hydrodamalis gigas*), único sirênio moderno adaptado a águas frias, foi extinta no século XVIII devido à intensa pressão de captura a que foi submetida, após apenas 27 anos do seu descobrimento (BERTA et al., 2006). O Brasil é o único país onde ocorrem duas das quatro espécies de sirênios: o peixe-boi-marinho e o peixe-boi-amazônico.

Os sirênios, mamíferos de grande porte, vida longa e baixa taxa reprodutiva, possuem baixa taxa de crescimento populacional (ODELL, 2002), sendo, portanto mais suscetíveis às pressões de captura intensas. As quatro espécies de sirênios encontram-se ameaçadas de extinção, pelas capturas intencionais ou acidentais, degradação de habitat e colisões com embarcações (MARSH & LEFEBVRE, 1994; LEFEBVRE et al., 2001). A intensa pressão de caça foi responsável pelo declínio populacional dos representantes desta ordem. A melhor documentação da pressão de caça à qual os sirênios foram submetidos ocorreu no Brasil entre 1935 e 1954, quando cerca de 80 a 140 mil peixes-bois Amazônicos foram mortos para consumo da carne, couro e gordura (REYNOLDS III & POWELL, 2002)

O status de conservação dos sirênios permanece desconhecido na maioria das áreas de ocorrência e esforços de conservação e cooperação internacionais serão necessários para a efetiva proteção destes animais (MARSH & LEFEBVRE, 1994). Embora os peixes-bois e dugongos venham sendo estudados intensivamente desde a década de 80, dados detalhados sobre aspectos de suas histórias de vida permanecem pouco conhecidos. Considerando o risco de extinção desta ordem única de mamífero aquático, esforços de

pesquisa devem ser investidos com o objetivo de gerar conhecimento sobre a biologia das espécies, subsidiando estratégias para garantir sua sobrevivência (ODELL, 2002).

2.2 Peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*)

O peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus* Linnaeus, 1758), também conhecido nos Estados Unidos e Caribe como *manatee* e na América Latina como *manati*, é o mais amplamente distribuído dos sirênios. Ocorre em ambientes marinhos costeiros e rios da Flórida, Grandes Antilhas, Leste do México, América Central até o nordeste do Brasil na América do Sul (DOMNING, 1996; LIMA, 1997; LEFEBVRE et al., 2001; LUNA, 2001).

A espécie consta no Apêndice I da Cites (CITES, 2005) e é listada como “vulnerável” em nível mundial pela *World Conservation Union* (IUCN, 2006). Nos Estados Unidos é classificada como “ameaçada” pelo *U.S. Endangered Species Act* (1973), assim como na maioria da legislação dos países onde sua ocorrência é registrada (UNEP, 1995).

No Brasil, os peixes-bois são observados desde o início de sua colonização em 1500, conforme importante trabalho de revisão documental feita por WHITEHEAD (1978), referência da distribuição histórica da espécie costeira. A conclusão deste trabalho é que os peixes-bois eram comuns e até abundantes no Brasil, distribuindo-se até o Espírito Santo (20°S), e bastante conhecidos pelos pescadores tupi-guaranis que apreciavam sua carne tanto quanto os europeus. Descrições antigas costumavam ser confundidas com lendas e histórias de monstros marinhos, como as antigas sereias.

O jesuíta José de Anchieta, em uma carta datada de maio de 1560, escreveu sobre animais e plantas do Brasil, com referências da ocorrência de peixes-bois (*boi marinho* e *iguaráguá*) do Espírito Santo até outras localidades ao norte, relacionando sua distribuição com a temperatura e mencionando suas qualidades culinárias (WHITEHEAD, 1978). Frei Cristóvão de Lisboa, missionário franciscano que morou doze anos em São Luís, Maranhão, relata o acasalamento no mar próximo à praia e relata bandos de trezentos ou mais animais dentro de lagoas e enseadas de rios de água doce (WHITEHEAD, 1978).

GÂNDAVO apud LIMA (1997) ao descrever a Província de Santa Cruz trata, em especial, de certo tipo de peixe:

“... a que chamam peixes-bois, os quais são tão grandes que os maiores pesam quarenta, cinqüenta arrobas. Têm o focinho como o de boi e dois cotos com que nadam a maneira de braços. As fêmeas têm duas tetas, com o

leite das quais se criam os filhos [...] se acham em alguns rios, ou baías desta costa [...] pascem as ervas que se criam em semelhantes partes, e também comem as folhas de umas árvores a que chamam mangue [...] Os moradores da terra os matam com arpoes, e também em pesqueiras costumam tomar alguns porque vêm com a enchente da maré aos tais lugares, e com a vazante se tornam a ir para o mar donde vieram. Este peixe é muito gostoso ...”.

As zonas litorâneas foram as primeiras a conhecerem núcleos de povoamento, com padrão descontínuo de ocupação. Com certeza, desde o início do processo de colonização europeia do Brasil no século XVI, a abundância do peixe-boi-marinho tem diminuído drasticamente, tornando-se raro observá-lo no ambiente natural.

No Brasil *T. manatus* é classificado como “criticamente ameaçado de extinção” (IBAMA, 1997; 2001) e consta, desde 1989, da Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (BRASIL, 1989; 2003).

Atualmente, o peixe-boi-marinho é tido como extinto nos estados do Espírito Santo, Bahia e Sergipe (ALBUQUERQUE & MARCOVALDI, 1982; LIMA et al., 1992; LIMA, 1999). As atuais áreas de ocorrência abrangem a costa dos estados de Alagoas ao Amapá, porém com áreas de descontinuidade em parte de Alagoas, Pernambuco, Ceará (LIMA, 1999), Maranhão e Pará (LUNA, 2001). A estimativa populacional da espécie no país é de cerca de 500 animais distribuídos ao longo de mais de 3.000 quilômetros de costa (LIMA, 1997; LUNA, 2001), revelando um número muito preocupante para a sobrevivência do peixe-boi-marinho no litoral brasileiro.

O peixe-boi-marinho no Brasil está sujeito tanto à mortalidade intencional quanto incidental (IBAMA, 2001). No litoral do nordeste as principais ameaças são os encalhes de filhotes órfãos associados à degradação dos estuários e manguezais, principalmente para a instalação de salinas e fazendas de camarão (LIMA, 1999; IBAMA, 2001; PARENTE et al., 2004; LIMA et al., 2006; MEIRELLES, 2008), e a captura incidental em redes de pesca. No litoral norte, as principais causas de mortalidade são a captura intencional e as capturas incidentais em rede de pesca (IBAMA/CPB, 1993; LUNA, 2001; ALVITE et al., no prelo). A perda de habitat é outro fator que tem constituído uma grande ameaça aos peixes-bois ao longo de toda sua área de ocorrência.

Diversos fatores ambientais têm sido descritos como determinantes na distribuição da espécie: temperatura da água restringindo-se à zona tropical e subtropical

(HARTMAN, 1977; LIMA et al., 1992; DEUTSCH et al., 2003; JIMÉNEZ, 2005), profundidade da água (HARTMAN, 1979; OLIVEIRA-GÓMEZ & MELLINCK, 2005), salinidade (HARTMAN, 1979; LEFEBVRE et al., 1989), marés (HARTMAN, 1979; LEFEBVRE et al., 1989), largura do canal (JIMÉNEZ, 2005), abundância de vegetação aquática (LEFEBVRE et al., 1989; LIMA, 1999) e perturbação por atividades humanas.

Os movimentos diários dos animais variam de acordo com os indivíduos e podem ser determinados por diversos fatores, como proximidade de fontes de água doce, áreas de alimentação, status reprodutivo e nível de distúrbio ambiental (DEPDMR, 1993). JIMÉNEZ (2005), a partir de um modelo linear generalizado, encontrou forte correlação entre a ocorrência de peixes-bois e alguns fatores ambientais nos cursos de águas tropicais da Costa Rica e Nicarágua. A ocorrência dos animais aumentou com a profundidade e temperatura da água, largura do canal e cobertura vegetal, e decresceu com a velocidade da corrente. Em um estudo sobre a distribuição e padrões de movimento de peixes-bois na Flórida, 85% das avistagens realizadas durante nos sobrevôos de avião foram registradas na porção baixa do estuário, incluindo a foz do rio, e poucas ocorreram na porção doce do rio (RATHBUN, REID & CAROWAN, 1990). A distribuição dos peixes-bois-marinhos pode ser governada pela disponibilidade de água doce e existência de habitats adequados nas estações de chuva-seca, podendo realizar movimentos para partes mais altas dos rios nas épocas de seca, retornando as porções mais baixas dos estuários durante o período chuvoso (REYNOLDS III & POWELL, 2002).

A distribuição do peixe-boi no Brasil está aparentemente relacionada com a temperatura das águas costeiras que são quentes e praticamente constantes ao longo da costa norte-nordeste, com a disponibilidade de recursos alimentares (bancos de fanerógamas, manguezais, algas marinhas e capins aquáticos) e nichos ecológicos, como fontes de água doce e sítios reprodutivos (LIMA et al., 1992; LIMA, 1999; LUNA, 2001). A região nordeste, de águas claras e quentes, possui estuários com manguezais, recifes costeiros repletos de algas marinhas e bancos de fanerógamas marinhas (principalmente *Halodule sp*), alimento predileto dos peixes-bois nesta região. A região norte possui forte influência de grandes descargas fluviais, como a do rio Amazonas, o que torna as águas bastante turvas e produtivas, e onde predominam extensos e contínuos manguezais, margeados por vegetação denominada na região de “paturá” ou “praturá” (*Spartina alterniflora*), importantes itens alimentares para os peixes-bois. Nesta região, os regimes de macromarés parecem ter influência nos deslocamentos dos animais (IBAMA/CPB, 1993).

HARTMAN (1979) observou que as marés determinam a distribuição dos peixes-bois em escala local em função do acesso que propicia aos bancos de fanerógamas e vegetação terrestre nas marés cheias. A relação entre o consumo de vegetação terrestre com as marés altas foi observada na Flórida e sul da Geórgia, onde os peixes-bois foram observados alimentando-se de *Spartina alterniflora* (MMS, 1989).

A distribuição e abundância de vegetação vêm sendo descritas como fatores determinantes na distribuição dos peixes-bois e caracterizam habitats preferenciais da espécie (DEPDMR, 1993). Estudos sobre os movimentos de peixes-bois reintroduzidos na costa nordeste do Brasil apontaram que as áreas de deslocamento e sítios de fidelidade coincidem com a presença de fanerógamas marinhas na região costeira rasa, de algas marinhas presentes nos recifes de franja e de barreira, assim como a vegetação de manguezal nos estuários, indicando que a presença de vegetação é fator determinante na escolha de áreas por estes animais (LIMA, 2007).

Os peixes-bois são herbívoros generalistas (REYNOLDS III & POWELL, 2002). Para a espécie da Flórida já foi registrado o consumo de mais de 60 espécies de plantas, entre espécies marinhas, terrestres e de água doce (DEPDMR, 1993). HARTMAN (1979) descreve o consumo de algas (*Gracilaria cornea*, *Solieira* sp., *Hyonea musciforme*) e fanerógamas marinhas (*Thalassia testudinum*, *Halodule* sp., *Syringodium filiforme*, *Halophila* sp.) como itens constituintes da dieta do peixe-boi-marinho. Em um estudo sobre a caracterização do uso de habitat e consumo de fanerógamas marinhas, LEFEBVRE et al. (2000) observaram preferências dos animais por *Halodule wrightii* em comparação à *Syringodium filiforme*, embora este último recurso fosse encontrado em maior biomassa. Neste mesmo estudo identificaram que os animais retornam as mesmas áreas para se alimentar e que a herbivoria provocada pelos peixes-bois não tiveram um impacto negativo na taxa de re-brotamento das vegetações em curto prazo. Entre as espécies terrestres, ZOODSMA apud DEPDMR, (1993) observou através de análise de conteúdo estomacal que *Spartina alterniflora* foi a vegetação predominantemente consumida pelos peixes-bois. Folhas de *Rhizophora mangle* também já foram identificadas no conteúdo estomacal de peixes-bois na Flórida (HURST & BECK, 1988).

Na região nordeste do Brasil alguns estudos têm identificado os principais itens alimentares da espécie. SILVA et al. (1992) observou que *Halodule* spp. foi o principal item alimentar consumido pelos peixes-bois na barra de Mamanguape, Paraíba. LIMA (1999) observou, a partir de relatos obtidos em entrevistas, que o principal item encontrado no trato digestivo de animais mortos por caçadores foi o capim-agulha (*Halodule* spp.). BORGES et

al. (2008) por meio da análise de conteúdo estomacal de carcaças de peixes-bois e de fezes coletadas de animais reintroduzidos da natureza encontrou uma grande diversidade de plantas aquáticas, sendo identificadas 21 espécies, entre macroalgas e fanerógamas. Em um estudo com animais reintroduzidos no nordeste, quando em ambientes estuarinos, os animais foram observados se alimentando de *Halodule wrightii*, *Rhizophora mangle*, aguapés, aninga e outros (LIMA, 2007). No litoral norte do Brasil os principais itens alimentares descritos na literatura são folhas de mangue, aninga (*Montrichardia arborescens*), “praturá” (*Spartina spp.*), entre outros (BEST & TEIXEIRA apud LUNA, 2001).

Os peixes-bois passam a maior parte de seu dia se alimentando, dedicando entre 6 a 8 horas por dia a esta atividade (HARTMAN, 1979), ingerindo aproximadamente 7% do seu peso corporal em alimento por dia (ODELL, 1982). Podem se alimentar de vegetações submersas, na superfície e no meio da coluna d’água (REYNOLDS III & ODELL, 1981). São animais herbívoros pós-gástricos e, portanto, podem atender às suas necessidades a partir de plantas com baixos valores nutricionais (REYNOLDS III & POWELL, 2002). Apresentam baixas taxas metabólicas, indicando uma possível adaptação para seu grande tamanho e baixo valor nutricional das plantas que consomem.

Possuem adaptações para seu hábito exclusivamente herbívoro, como lábios desenvolvidos e preênses que auxiliam a manipulação do alimento para o interior da boca, troca contínua dos dentes molares ao longo de toda a vida (MARSHALL et al., 2003), e trato gastrointestinal bem desenvolvido. Os peixes-bois são extremamente eficientes na extração de nutrientes das plantas que consomem, podendo extrair até 80% da celulose (DEPDMR, 1993). Estudos realizados recentemente com os peixes-bois da Flórida, mantidos em cativeiro, encontram taxas de passagem do alimento no trato digestivo variando entre 6 a 10 dias (LARKIN, FOWLER & REEP, 2007).

Os peixes-bois-marinheiros possuem estrutura corporal achatada dorsoventralmente e, no Brasil, podem atingir 350 cm de comprimento e pesar até 500 kg (IBAMA, 2005). São animais eurialinos, podendo tolerar grandes variações de salinidade (REYNOLDS III & POWELL, 2002). Embora possam não depender fisiologicamente do consumo de água doce, várias evidências comportamentais indicam que os peixes-bois buscam este recurso periodicamente (HARTMAN, 1979; LIMA, 2007). Os animais realizam freqüentes deslocamentos a fontes de água doce e sua ocorrência parece estar associada à disponibilidade deste recurso (LEFBREVE et al., 2001). São animais discretos e, portanto, difíceis de serem avistados na maior parte de sua área de distribuição (REYNOLDS & ODELL, 1991; JIMÉNEZ, 2005). Podem permanecer por até 20 minutos submersos, mas

geralmente sobem a superfície para respirar em intervalos de 2 a 3 minutos. Os mergulhos geralmente são em águas rasas, uma vez que as plantas que consomem crescem próximo à superfície aonde chega a luz solar.

Os peixes-bois são animais essencialmente solitários (HARTMAN, 1979), mas não existem estudos detalhados sobre sua estrutura social no Brasil. Grupos reprodutivos são constituídos de uma fêmea no estro e um consórcio de vários machos, que podem permanecer juntos por períodos maiores que um mês (REYNOLDS III & POWELL, 2002). As fêmeas de peixes-bois da Flórida atingem a maturidade sexual ente os 2,5 e seis anos (ODELL, 2002), e ficam receptivas apenas durante um ou dois dias, quando podem copular com vários machos durante o período reprodutivo. A gestação dura entre 12 a 14 meses de gestação, dando à luz geralmente um único filhote que é amamentado por períodos entre um a dois anos (ODELL, 2002). Durante a amamentação, os filhotes permanecem associados à mãe, período extremamente importante no aprendizado sobre locais de alimentação, repouso e refúgios de inverno. Os filhotes nascem com coloração escura, medindo entre 80-160 cm e pesando entre 30-50 kg. (ODELL, 2002)

2.3 Conceitos, limitações e aplicação de indicadores populacionais e ecológicos

O estabelecimento de parâmetros populacionais e ecológicos é essencial para a elaboração de estratégias adequadas de proteção e manejo para qualquer espécie em vida livre. Informações sobre abundância são críticas para a conservação e manejo de espécies raras, e estimativas precisas de abundância podem reduzir o tempo necessário para detectar o declínio de populações, possibilitando a elaboração de intervenções com maior precisão (BAKER, HARTING & JOHANOS, 2006).

As estimativas de abundância constituem-se de técnicas por meio da qual se estima o tamanho das populações em vida livre. Uma vez que é difícil a contagem de todos os indivíduos da população na natureza, com valores aceitáveis de erros, índices de abundância relativa têm sido utilizados com frequência em pesquisas com mamíferos aquáticos (BUCKLAND et al., 2005). Os índices baseiam-se, entre outros, no conceito de que são proporcionais ao tamanho total da população, possibilitando a avaliação de tendências ao longo do espaço e do tempo (BUCKLAND & YORK, 2002).

Dinâmica populacional é o estudo das mudanças no tamanho das populações ao longo do tempo e das razões que podem causar o aumento, redução ou estabilidade populacional (WADE, 2002). Um conceito fundamental nos estudos de dinâmica

populacional é que a taxa máxima que uma população pode crescer é determinada pelas características intrínsecas da história de vida de cada espécie, e, portanto as pesquisas nesse campo de conhecimento têm procurado melhor definir estes parâmetros.

A maioria dos mamíferos aquáticos, animais de grande porte e com longo período de vida, possuem relativamente baixas taxas intrínsecas de crescimento populacional quando comparados a maioria dos outros animais (WADE, 2002). Características como longos períodos para as fêmeas atingirem a maturidade sexual e longos intervalos de gestação resultando na geração de um filhote em intervalos de mais de um ano, fazem com que naturalmente as populações de mamíferos aquáticos cresçam lentamente e, portanto estas espécies sejam mais vulneráveis à sobre-exploração (WADE, 2002; RICKLEFS, 2003). A taxa de crescimento populacional máxima estimada para peixes-bois é de 7% ao ano em condições ideais (WADE, 2002).

As taxas de crescimento populacional podem ser mensuradas de duas formas: (1) a partir de dados de abundância coletados em longas séries temporais, estimados a partir de censos ou contagens, e que podem servir para análises de tendências e (2) a partir da análise de dados da história de vida, como estimativas da idade de maturidade sexual, taxa de nascimento, taxa de sobrevivência, taxa de mortalidade e tempo máximo de vida (WADE, 2002). Ambas as formas de definir as taxas de crescimento populacional apresentam limitações e dificuldades devido à ausência de informações precisas sobre estimativas de abundância e de dados de taxas de sobrevivência para a maioria dos mamíferos aquáticos.

Outro aspecto importante de pesquisas sobre dinâmica populacional é o estudo sobre os fatores extrínsecos que afetam o crescimento da população, como variações ambientais, doenças e toxinas naturais, competição e predação. Aparentemente, os mamíferos aquáticos por possuírem vida longa e tardias idades de maturação sexual não podem responder rapidamente a mudanças ambientais e, mesmo em condições ambientais ótimas, possuem taxas intrínsecas de crescimento populacional baixas, e conseqüentemente se declinassem rapidamente quando as condições fossem ruins não teriam persistido numa escala evolutiva (WADE, 2002). Desta forma, os mamíferos aquáticos desenvolveram estratégias de história de vida que permitem sua sobrevivência entre períodos de variação nas condições ambientais. Em relação aos fatores extrínsecos, os peixes-bois parecem ser afetados por variações de temperatura durante períodos de frentes frias na Flórida e pela ocorrência de episódios de maré vermelha ocasionando inesperadas taxas de mortalidades de peixes-bois (REYNOLDS III & POWELL, 2002) e mais recentemente por furacões e tsunamis. A

predação não tem sido descrita como um fator importante no controle da dinâmica populacional de peixes-bois (REYNOLDS III & POWELL, 2002)

O status populacional é uma medida de tamanho ou saúde da população, em relação a algum parâmetro ou medida (BARLOW & REEVES, 2002). Parâmetros de abundância podem inferir o status de uma população, mas uma avaliação do status é incompleta se não for avaliado o significado do parâmetro populacional estudado em relação a alguma meta. Algumas das principais metas em estudos de status populacionais relacionam-se aos estudos de capacidade suporte de ambientes ou estão associados a objetivo de conservação (BARLOW & REEVES, 2002).

As metas com objetivos de conservação podem variar desde prevenir a extinção de espécies até recuperar o tamanho de populações. A determinação do status de populações que se tornaram muito pequenas ou que têm decrescido rapidamente pode ser realizada a partir de estimativas de probabilidade de extinção num período de tempo definido. A análise de viabilidade populacional é uma das técnicas em biologia da conservação que tem definido o risco de extinção de uma espécie, e utiliza-se de dados de tamanho populacional, tendências na abundância, padrões de história de vida, variabilidade natural, padrões de perda de hábitat e demais parâmetros incertos (BARLOW & REEVES, 2002).

A tendência populacional em estudos de dinâmica pode ser definida como a porcentagem de mudança nos valores de abundância de uma determinada espécie ao longo dos anos, podendo indicar crescimento, redução ou estabilidade na taxa de crescimento populacional (WADE, 2002) e embora seja um componente essencial para avaliar o status de uma população é extremamente difícil de ser determinada em estudos com mamíferos aquáticos (BARLOW & REEVES, 2002), uma vez que o tamanho da população não pode ser estimado com muita precisão (BUCKLAND & YORK, 2002). Análises de tendências podem ser baseadas em índices de abundância relativa, como o número de animais avistados por hora de esforço ou por área percorrida, obtidos a partir de métodos de levantamentos consistentes (BARLOW & REEVES, 2002). Assim como para cetáceos, a detecção de tendências populacionais em sirênios é extremamente complexa (BARLOW & REEVES, 2002).

Os estudos sobre a biologia populacional de peixes-bois da Flórida (*T. m. latirostris*) são os mais antigos e completos entre todas as espécies de sirênios (REYNOLDS III & POWELL, 2002), possuindo séries temporais longas, realizadas ao longo de toda sua área de ocorrência. Diversas metodologias têm sido aplicadas, como a realização de levantamentos aéreos, estudos de foto-identificação, marcação e recaptura, monitoramento por radiotelemetria, entre outros. Dados de história de vida também têm sido levantados por

estas metodologias. O'SHEA, LEFEBVRE & BECK (2001) discutiram os principais aspectos das limitações nas metodologias para estimar o tamanho populacional de peixes-bois na Flórida e suas tendências, as técnicas para estabelecer as taxas de mortalidade e sobrevivência com base no programa de recuperação de carcaças e, por fim, as técnicas de modelagem populacional, tal como a análise de viabilidade populacional realizada por MARMONTEL, HUMPHREY & O'SHEA (1997).

Embora haja um intenso esforço para se estimar a abundância absoluta de peixes-bois em países como Estados Unidos, México e Belize, os pesquisadores ainda não chegaram a um consenso sobre métodos precisos para se estimar o tamanho total da população de peixes-bois, não existindo, portanto, estimativas ou intervalos de confiança precisos derivados de técnicas baseadas em modelos estatísticos para correção de erros de amostragem (O'SHEA, LEFEBVRE & BECK, 2001). Diversas tentativas têm sido feitas para reduzir as fontes de erros devido aos métodos de amostragem e refinar as técnicas dos levantamentos, como por exemplo, a aplicação de abordagens estatísticas mais sofisticadas nas contagens em sítios de agregação no inverno, permitindo o ajuste dos efeitos de variáveis ambientais como temperatura, nos valores de contagem obtidos (GARROTT et al., 1995). Outra forma sugerida para se reduzir as fontes de variação dos índices é a padronização de procedimentos, possibilitando a comparação entre diferentes áreas e períodos de acompanhamento.

Em uma situação ideal, o tamanho de uma determinada população poderia ser determinado por um censo, onde todos os indivíduos numa área e período de tempo seriam contados. No entanto, são poucos os locais ao longo da distribuição do peixe-boi-marinho que possuem condições ideais para tais censos, sendo que em sua maioria os animais ocorrem em águas turvas ou estão dispersos em pequenos grupos ao longo de amplas áreas. Estimativas populacionais de dugongos baseados em técnicas de amostragem por transectos fixos têm sido aplicadas em áreas amplas e abertas da Austrália, permitindo estimar fatores de correção para ajuste de erros relacionados à capacidade de detecção dos animais (MARSH, 1995).

Levantamentos aéreos vêm sendo realizados na Flórida desde 1967 com diversos objetivos (ACKERMAN, 1995) e os desenhos experimentais têm buscado padronizar as metodologias de contagens (LEFEBVRE et al., 1995). Diversos fatores podem afetar a capacidade de detecção dos peixes-bois a partir das aeronaves, tais como turbidez, profundidade e condições de superfície da água, entre outros, aumentando as incertezas e erros inerentes aos métodos de amostragem (LEFEBVRE et al., 1995). Segundo ACKERMAN (1995), sobrevôos de distribuição têm como principal objetivo documentar a

distribuição espacial e uso sazonal de habitats pelos peixes-bois, proporcionando estimativas mínimas do número de peixes-bois em determinadas áreas e períodos específicos, e têm gerado subsídios para elaboração de medidas de manejo e proteção. Este tipo de sobrevôo tem sido realizado em áreas específicas, e, embora não produzam estimativas da contagem total da população, têm gerado informações valiosas sobre os locais de concentração dos peixes-bois, sobre abundância relativa em diferentes áreas e padrões sazonais de ocorrência (MILLER et al., 1998; O'SHEA, LEFEBVRE & BECK, 2001). Sobrevôos sinópticos foram delineados com o objetivo de obter informações sobre contagens de peixes-bois, simultaneamente em todos os sítios de agregação no inverno, e combinam procedimentos dos sobrevôos de distribuição e de contagem intensivas nos sítios de agregação (ACKERMAN, 1995). Os resultados dos censos sinópticos, erroneamente, vêm sendo chamados de estimativa da população de peixes-bois na Flórida.

As contagens obtidas a partir dos sobrevôos podem ser definidas como índices, não calibrados, das relações entre o método de amostragem e o número real de animais na população. Alguns autores criticam a utilização de índices para estimar populações, uma vez que as contagens obtidas são afetadas por inúmeras variáveis, tais como a capacidade de detecção dos animais e variações sazonais, e que podem não refletir a tendência da população.

Índices de contagem de peixes-bois coletados ao longo de múltiplos anos em locais de relevante ocorrência também têm sido analisados para avaliar tendências temporais (MILLER et al., 1998). As conclusões de estudos em áreas específicas podem ser mais robustas quando analisadas em conjunto com outras pesquisas, tais como estimativas de taxas de crescimento populacional modelada a partir de dados de sobrevivência, reprodução e mortalidade, bem como estudos sobre fatores ambientais determinantes na escolha e utilização de áreas (O'SHEA, LEFEBVRE & BECK, 2001).

Apesar de todas as limitações e implicações na aplicação de índices de contagem populacionais, muitos autores acreditam que sua utilização pode ser mais adequada do que não "*fazer nada*", desde que suas limitações sejam analisadas com cautela (FOWLER & SINIFF, apud O'SHEA, LEFEBVRE & BECK, 2001). Considerando que o peixe-boi-marinho é um mamífero aquático classificado como "vulnerável" em nível mundial (IUCN, 2006), a utilização de tais índices poderá, certamente, contribuir com conhecimento aplicado aos estabelecimentos de medidas para diminuir seu risco de extinção em curto prazo.

MORALES-VELA et al (2000) a partir de avistagens de peixes-bois por censo aéreo, utilizou um índice de abundância relativa (IRA) definido como o número de animais avistados por hora de sobrevôo, para avaliar a distribuição e utilização de habitats em Belize e

México. AUIL (2004), num estudo para avaliar a abundância e tendências de distribuição de peixes-bois em Belize, utilizou o mesmo índice de abundância relativa e, embora tenha encontrado restrições na sua aplicação devido a não aderência a distribuição normal dos dados, permitiu avaliar a influência dos anos, estações e habitat na abundância relativa dos peixes-bois por meio da aplicação de modelos mistos de análises de variância.

A utilização de índices de abundância corrigidos pela unidade amostral também pode reduzir as fontes de variação devido a diferenças no esforço amostral. Estes métodos têm sido bastante utilizados em pesquisas populacionais e de uso de habitat com diversos grupos de mamíferos aquáticos (LODI, 2003; FLORES & FONTOURA, 2006; ALVES, 2007). PALUDO & LANGGUTH (2002), utilizaram um índice semelhante para avaliar a frequência relativa de grupos de peixes-bois no Rio Grande do Norte, como forma de reduzir as diferenças na probabilidade de avistagem dos peixes-bois devido a diferenças no esforço amostral. A elaboração de índices de abundância corrigidos pela unidade amostral baseia-se no conceito de que um determinado esforço amostral fixo irá localizar uma proporção fixa da população, e que estes índices são proporcionais à densidade e portanto a taxa de proporcionalidade deve ser constante (WITMER, 2005).

No Brasil, não há um esforço sistemático de monitoramento e contagem populacional de peixes-bois a partir de técnicas de censo aéreo, principalmente devido aos altos custos associados a esta metodologia, ao reduzido número populacional e à ampla área de distribuição da espécie, que em sua maioria se dá em águas turvas e com forte influência sazonal de ventos costeiros. Como estratégia para monitorar o status de conservação da espécie em áreas de relevante ocorrência e comparar os dados obtidos ao longo dos anos de acompanhamento, o Projeto Peixe-Boi desenvolveu uma metodologia de observação por meio de plataformas fixas, com metodologia simples, padronizada e de baixo custo (PARENTE et al., 2000; IBAMA/CMA, 2006; IBAMA/CMA, 2007). Esta metodologia tem trazido resultados importantes sobre a ecologia da espécie, principalmente sobre aspectos da utilização, tamanhos de grupos e sazonalidade (SILVA et al., 1992; PALUDO, 1998; PALUDO & LANGGUTH, 2002; ALVES, 2007), no entanto análises populacionais ainda não foram aplicadas a partir dos dados levantados por esta metodologia.

Além das estimativas populacionais, outros aspectos da biologia populacional e estrutura social da espécie no Brasil permanecem pouco conhecidos. Os estudos ecológicos do peixe-boi têm sido realizados nas principais áreas de ocorrência da espécie, concentrados na região nordeste. Estabelecer parâmetros populacionais, como índices de abundância relativa, indicadores demográficos e de estrutura social, época de reprodução e de nascimento de

filhotes, e aspectos da seleção de habitats pelo peixe-boi no Brasil serão fundamentais para elaborar medidas adequadas de conservação e buscar mecanismos para garantir a sustentabilidade dos ecossistemas onde a espécie ocorre. O princípio da precaução prediz que políticas conservativas em favor da proteção devem ser ditadas na ausência de dados qualitativos. No entanto, as pressões econômicas, sociais e éticas nem sempre sustentam o cumprimento deste princípio. Portanto, gerar conhecimento que subsidie a elaboração de políticas conservacionistas embasadas em estudos ecológicos e populacionais em longo prazo deve ser considerado prioritário, principalmente quando se trata de uma espécie de mamífero aquático criticamente ameaçada, com baixa taxa reprodutiva e cujo único predador é o ser humano, como é o caso do peixe-boi-marinho.

3 MATERIAL E MÉTODOS

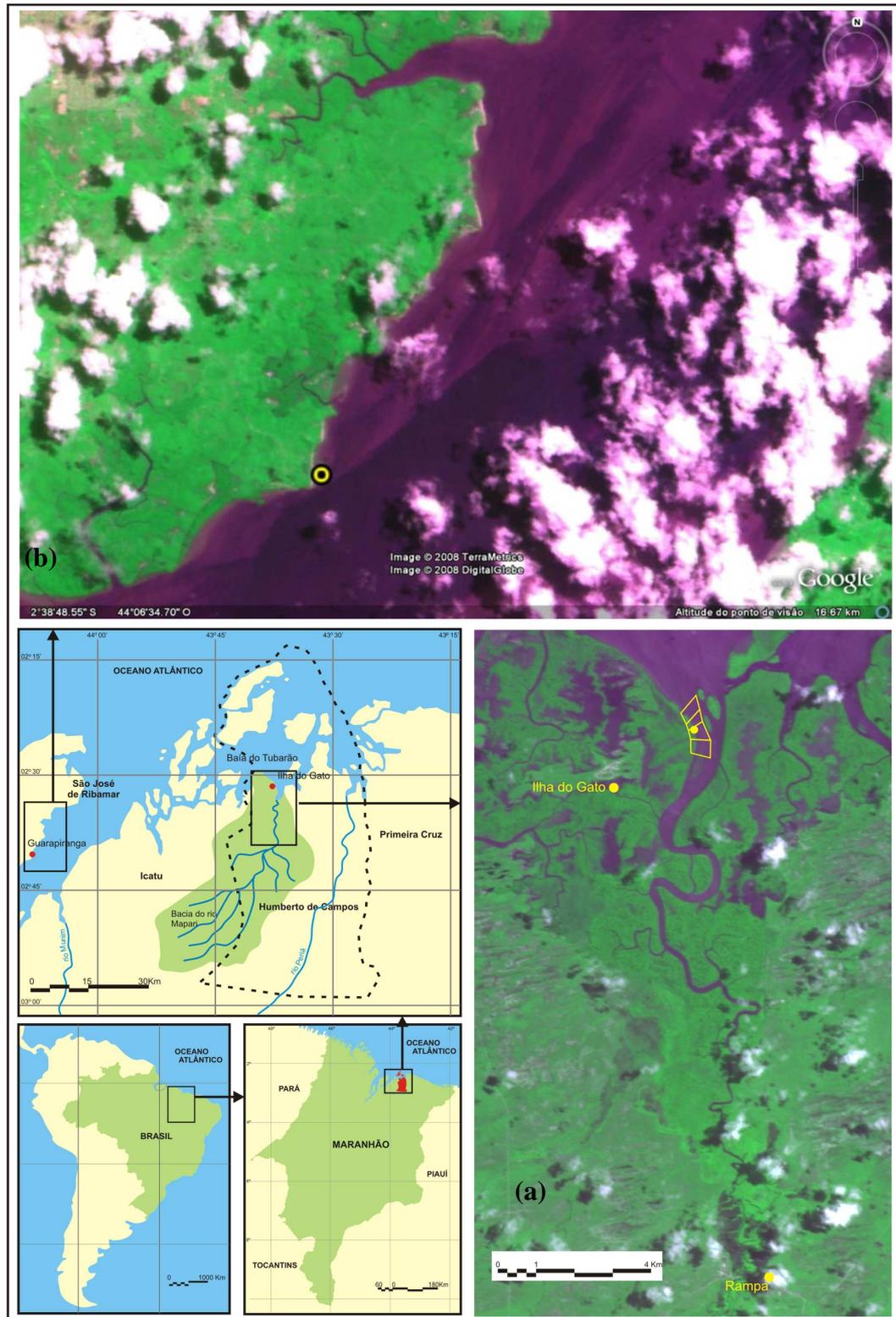
3.1 Área de estudo

Esta dissertação analisa dados de monitoramento de peixes-bois-marinheiros em ambiente natural coletados sobre plataformas fixas em dois sítios de observação (SO) instalados pelo Projeto Peixe-Boi Marinho (PPB) no litoral do Maranhão (FIGURA 3.1).

As duas áreas monitoradas são regiões de relevante ocorrência da espécie. Os sítios de observação foram definidos com base em informações preliminares obtidas no diagnóstico da distribuição e status de conservação do peixe-boi-marinho no Brasil (LIMA et al., 1994; LUNA, 2001) e, posteriormente, em trabalhos de campo para confirmar a presença dos animais. Estes procedimentos foram essenciais na definição dos pontos de monitoramento, uma vez que o peixe-boi-marinho é uma espécie rara e de difícil visualização na natureza, situação agravada pela turbidez das águas na costa maranhense devido ao grande aporte fluvial nos sistemas estuarinos da costa.

O estado do Maranhão situa-se numa posição de transição entre três macro-regiões brasileiras: norte, nordeste e centro-oeste, e é classificado geopoliticamente como região nordeste pelo IBGE. O litoral oeste do estado, a partir das proximidades da Baía de São José vem sendo considerado como costa norte ou litoral Amazônico (MMA, 1996; AB'SÁBER, 2001; MUEHE, 2003; SOUZA-FILHO, 2005). Esta mesma compartimentação da costa vem sendo adotada nos estudos sobre a ocorrência e distribuição de peixes-bois-marinheiros no Brasil devido à influência dos ecossistemas em sua ecologia (LIMA et al., 1994; LUNA, 2001). Nesse estudo, o Maranhão foi considerado como costa norte.

O litoral amazônico, situado na posição equatorial e subequatorial, estende-se entre o extremo norte do Amapá até o Golfão Maranhense. A região é caracterizada por uma plataforma continental extremamente larga, em grande parte recoberta por sedimentos lamosos, e fortemente influenciada pela descarga do rio Amazonas e, por tanto, com significativo aporte de água doce (MUEHE, 2003). A direção da linha de costa é no sentido noroeste-sudeste. É uma região dominada por diferentes tipos de costa baixa, um golfão de origem complexa e diferentes planícies de maré tropicais fixadas por manguezais. Este setor do litoral detém a maior área contínua de manguezais do mundo, totalizando 8.900 km² (KJERFVE & LACERDA, 1993, *apud* KJERFVE et al., 2002).



Fonte: adaptado de FUNO, 2008.

FIGURA 3.1 - Localização dos sítios de observação de peixes-bois-marinhos no litoral do Maranhão. (a) barra da Ilha do Gato, município de Humberto de Campos, baía do Tubarão. (b) Praia de Guarapiranga, município de São José de Ribamar, baía de São José de Ribamar.

No estado do Maranhão, parte do Pará (Salinópolis) e no litoral ao sul do Cabo Norte no Amapá, são encontrados regimes de macromarés, com amplitudes superiores a 4,0 m (MUEHE, 2003). A amplitude da maré é um elemento importante na definição da intensidade dos processos costeiros, devido à velocidade das correntes de marés associadas, que podem moldar a morfologia da plataforma continental interna.

A costa maranhense, segunda maior do Brasil, possui 640 km de extensão. Em sua porção oeste desembocam grandes quantidades de rios, que constituem um complexo ecossistema costeiro, formado por amplas baías, estuários, e milhares de igarapés, canais, igarapés e pequenas ilhas (AB'SÁBER, 2001; ALMEIDA et al., 2006). A partir da baía do Tubarão no Golfão Maranhense, essa costa é formada predominantemente por rico e denso ecossistema de manguezal. O Maranhão detém a maior área de manguezais do país, somando 56% do total desse ecossistema no país (SOUZA-FILHO, 2005) e cerca de 500.000 hectares, distribuídos pela costa oriental ao longo do Golfão Maranhense e nas reentrâncias pronunciadas do litoral ocidental (REBELO-MOCHEL, 1995). A vasta extensão de manguezais torna sua zona costeira detentora de um patrimônio mundial de grande importância ecológica, social, econômica e cultural (MARANHÃO, 2003).

O litoral do Maranhão abriga 26 municípios costeiros e cerca de 310 comunidades pesqueiras, que tem à pesca como principal meio de subsistência, associada a outras atividades complementares. A pesca é eminentemente artesanal, traduzida na importância da produção oriunda de embarcações movidas a remo ou vela, e que devido a esta característica é realizada em sua maioria de forma restrita à faixa litorânea - estuários, baías e canais (IBAMA/CEPENE, 2007). É caracterizada como atividade extrativista dos recursos pesqueiros e marcada pela mão-de-obra familiar ou de grupos de vizinhanças (IBAMA/CEPENE, 2008).

Do ponto de vista climático, o Maranhão caracteriza-se pela transição entre climas úmidos da Amazônia e semi-árido do nordeste, porém com clima sub-úmido na maior extensão de seu território (SEMATUR, 1991). O estado possui temperaturas médias anuais variando entre 25,4°C e 27,4°C, tendo o litoral uma amplitude térmica anual de 6°C, com média das máximas de 22°C e temperatura mínima absoluta entre 18°C a 20°C (SEMATUR, 1991). Possui elevados índices de precipitações pluviométricas, com valores predominantes entre 1.000 e 2.000 mm anuais. O regime de chuvas é marcadamente tropical, com uma divisão do ano em dois períodos distintos: chuvas e seca (SEMATUR, 1991).

No Maranhão o peixe-boi distribui-se de forma descontínua a partir o Golfão Maranhense, no município de Primeira Cruz, até as Reentrâncias Maranhenses

(IBAMA/CPB, 1993; LIMA et al., 1994; LUNA, 2001). As estimativas populacionais obtidas para esse litoral demonstram que a situação parece estar melhor em algumas áreas quando comparadas ao litoral de outros estados do nordeste, principalmente na região interna do Golfão Maranhense e na Baía do Tubarão (IBAMA/CPB, 1993; LIMA et al., 1994). Essa ocorrência vem sendo associada à extensão e status de conservação dos estuários e manguezais locais (IBAMA/CPB, 1993).

O trabalho de monitoramento de peixes-bois-marinhos em ambiente natural teve início no Maranhão em 2002, com implantação do sítio de observação da Praia de Guarapiranga (GUA) ($2^{\circ}40'45''\text{S}/44^{\circ}8'7,1''\text{W}$), no município de São José de Ribamar (FIGURA 3.1).

Esta praia situa-se na margem de uma falésia (FIGURA 3.2), na porção leste da Ilha de São Luís, voltada para a Baía de São José de Ribamar, onde deságuam os rios Munim e Itapecuru. Em seu lado oposto situa-se o município de Icatu. A estimativa populacional de peixes-bois para esta localidade é de 3,5 animais (LUNA, 2001). A praia de Guarapiranga fica na margem oposta da desembocadura do rio Munim, no canal de navegação de pequenas e médias embarcações em direção à Ilha de São Luís. Esse sítio de observação possui esparsos bancos de *Spartina alterniflora* nas margens próximas à vegetação de manguezais, que não são tão desenvolvidos como os encontrados na barra da Ilha do Gato (FIGURA 3.3). Não existem registros de fontes de água doce desembocando neste sítio específico. Estudos realizados na região do Estreito do Coqueiro e Estreito dos Mosquitos, próxima a Praia de Guarapiranga, apontaram a existência de fortes velocidades de correntes, imprimindo movimentos de intensas turbulências na coluna d'água.



FIGURA 3.2 – Praia de Guarapiranga, na margem de uma falésia na Baía de São José de Ribamar.



FIGURA 3.3 – Pequenos manguezais e torre de observação ao fundo na Praia de Guarapiranga.

3.2 Monitoramento de peixes-bois-marinhos por plataformas fixas de observação

A observação de peixes-bois-marinhos por plataformas fixas vem sendo realizada pelo PPB desde 1987, como estratégia para gerar informações sobre a ecologia da espécie em áreas de relevante ocorrência e monitorar o status de conservação da população ao longo do tempo (SILVA et al., 1992; PALUDO, 1998; IBAMA/CMA, 2003; IBAMA/CMA, 2007).

O trabalho de observação de peixes-bois por meio de plataformas fixas, com metodologia padronizada, iniciou-se em 1999, com a implantação de três pontos de monitoramento na região nordeste nos estados de Alagoas, Paraíba e Piauí, nas áreas de maior atuação do PPB (IBAMA/CMA, 2007). Em anos seguintes o trabalho foi ampliado para outras localidades e atualmente são acompanhados sete sítios de ocorrência ao longo do litoral norte-nordeste do Brasil (FIGURA 3.5). Esta dissertação analisa apenas os dados do monitoramento realizados em dois sítios de observação do litoral do Maranhão, monitorados simultaneamente entre 2004 e 2007.



FIGURA 3.5 - Localização dos sítios de observação de peixes-bois-marinhos ao longo da costa norte-nordeste do Brasil monitorados pelo Projeto Peixe-Boi/ICMBio-FMA entre 1999 e 2007.

O monitoramento de peixes-bois por ponto fixo tem sido uma estratégia inicial do PPB para gerar informações básicas sobre a ocorrência de peixes-bois em áreas de relevante ocorrência e tem tido um papel importante no envolvimento das comunidades locais na preservação da espécie. A atividade parece estar em fase de expansão, de forma que análises populacionais e ecológicas dos peixes-bois em escalas regionais poderão ser realizadas a partir da metodologia aqui proposta.

O trabalho foi realizado por um observador treinado durante três dias por semana (segundas, quartas e sextas-feiras), com um esforço de observação de quatro horas contínuas em cada sessão, entre as 06h00min e 10h00min da manhã. O monitoramento ocorreu ao longo de todos os meses do ano nos dois pontos de amostragem.

Cada área de observação foi dividida em quatro quadrantes, conforme o campo de visão permitido para avistar os animais, sendo delimitados com o auxílio de transectos imaginários e por marcações naturais tais como localização de arrecifes e marcas em terra. As observações foram feitas sob torres de monitoramento, chamadas “pontos fixos”. A torre da praia de Guarapiranga possui cerca de dez metros de altura e foi construída numa croa de areia que fica totalmente exposta na maré seca (FIGURA 3.6 a) e coberta de água na maré cheia. A torre da barra da Ilha do Gato possui cerca de dois metros de altura e fica na margem do canal do estuário do rio Mapari (FIGURA 3.6 b).

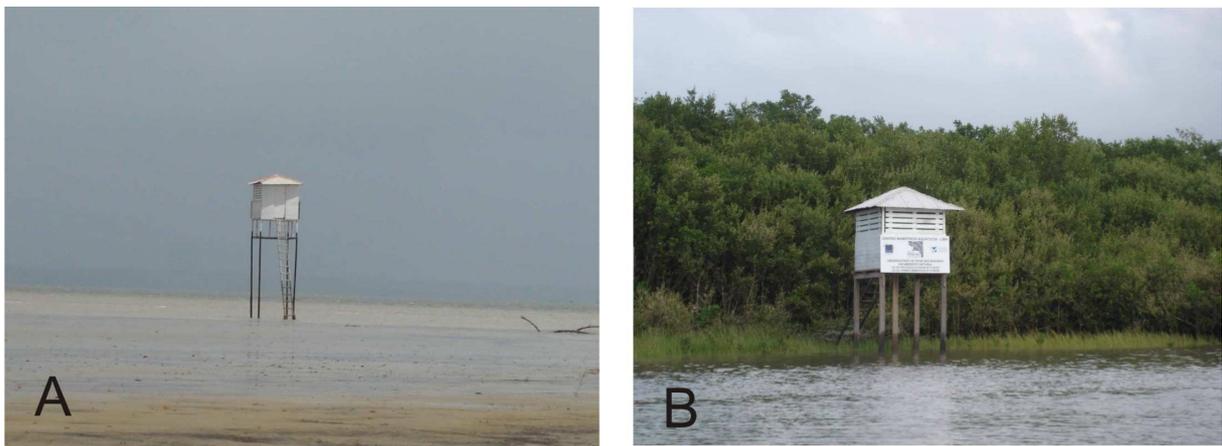


FIGURA 3.6 – Torres de observação de peixes-bois em ambiente natural (a) Torre exposta na maré seca no sítio de observação da praia de Guarapiranga, São José de Ribamar. (b) Torre da barra da Ilha do Gato possui cerca de dois metros de altura e fica na margem do canal, na borda do manguezal.

Os dados foram anotados em planilhas de campo específicas, coletados através da observação direta da área de estudo, com a utilização de binóculos de longo alcance (modelos diferentes para cada sítio de observação). O método de amostragem foi *ad libitum* (MARTIN & BATESON, 1986), com registro contínuo de todos os animais no campo de visão do observador. A recontagem neste método é inevitável, pois os peixes-bois não apresentam características visuais que permitam uma identificação individual por métodos de observação em vida livre, tais como existente para outras espécies de mamíferos aquáticos. Para minimizar os erros inerentes ao método adotaram-se dois procedimentos: o campo de visão do observador foi dividido em quatro quadrantes e, em casos de avistagem de mais de um animal num mesmo dia, a contagem total de indivíduos só era definida após o registro simultâneo de todos os animais à superfície.

Durante as observações foram coletadas as seguintes informações: número total de peixes-bois avistados, número de filhotes e grupos, total de avistagem por quadrantes de observação, tempo de permanência, intensidade e tipos de atividades humanas nos quadrantes de observação. Foram considerados filhotes àqueles indivíduos com coloração mais escura e que se apresentavam associados a um animal adulto, nadando em paralelo e com respiração sincronizada (PALUDO, 1998), com aproximadamente metade do comprimento de outro peixe-boi proximalmente associado (IRVINE & CAMPBELL, 1978; REYNOLDS & WILCOX, 1994 apud GANNON et al., 2006). Grupos foram definidos como avistagem simultânea de mais de um peixe-boi proximalmente associados.

Durante a observação dos peixes-bois, todas as atividades humanas ocorridas na área dos quadrantes foram registradas pelo monitor do PPB, não sendo registrado o tipo de pescaria realizada. As atividades foram categorizadas em: embarcações não motorizadas (canoas, biana a vela e veleiros) e embarcações a motor (biana a motor e barco camaroeiro de pesca).

Com o objetivo de avaliar o esforço e validar o método de observação de peixes-bois por meio de plataformas fixas adotado pelo PPB, foram realizadas análises de esforço amostral mínimo por meio da elaboração de curvas de desempenho (BROWER et al., 1998). Análises de curva de acumulação de espécies ou de “descobrimento”, definidas como número de indivíduos identificados em relação a uma medida de esforço amostral, têm sido utilizadas em pesquisas com cetáceos para se determinar a abundância relativa de populações (CHILVERS & CORKERON, 2003; BAKER, HARTING & JOHANOS, 2006; STENSLAND et al., 2006), e têm sido especialmente aplicadas em populações pequenas e localizadas.

A análise buscou avaliar se o esforço de monitoramento adotado vem sendo suficiente para o estabelecimento de indicadores populacionais comparativos entre os anos e locais. Foram elaboradas curvas de desempenho, calculando-se a média acumulada de peixes-bois observada ao longo dos dias de observação, no intervalo amostral de um ano de monitoramento. As curvas foram elaboradas para cada sítio de observação separadamente, utilizando-se as médias acumuladas de peixes-bois observadas ao longo dos dias de observação, com o intervalo de confiança de 95% associado à estimativa. Esta abordagem poderá ser replicada durante a implantação de novos sítios de observação como forma de avaliar a capacidade de detectar mudanças na população devido ao esforço de monitoramento empregado.

3.3 Estabelecimento de indicadores populacionais e ecológicos de peixes-bois-marinhos

No Brasil, o peixe-boi distribui-se com uma baixa densidade em cerca de 3.000 km, grande extensão da costa que, em sua maioria, apresenta águas turvas e condições de ventos fortes em determinadas épocas, dificultando a utilização de levantamentos aéreos para estudos populacionais. Uma alternativa para se determinar a distribuição de peixes-bois e estabelecer estimativas populacionais na costa brasileira tem sido a realização de entrevistas junto às comunidades litorâneas (ALBUQUERQUE & MARCOVALDI, 1982; LIMA, 1999; LUNA, 2001). No entanto, estes estudos têm aplicações limitadas para a avaliação de tendências populacionais.

Nesta dissertação foram utilizados cinco indicadores populacionais e ecológicos elaborados com base nos dados coletados pelo PPB (QUADRO 3.1). A elaboração de indicadores a partir da metodologia de observação de peixes-bois por meio de plataformas fixas teve como objetivo avaliar as implicações e limitações do método no monitoramento ao longo dos anos, destacando-se os seguintes aspectos: se por meio destes indicadores é possível inferir aspectos ecológicos e demográficos da espécie; se estes permitem a comparação entre os locais e anos de monitoramento, e se os indicadores permitem a avaliação de tendências populacionais para os peixes-bois em locais específicos ao longo de sua área de distribuição.

QUADRO 3.1 - Indicadores populacionais e ecológicos elaborados a partir da metodologia de observação de peixes-bois por meio de plataformas fixas.

| Indicador | Fórmula | Significado |
|--|--|--|
| Contagem total de avistagens (CT) | ΣTA | Estrutura populacional (status) |
| Contagem de filhotes (CF) | $\frac{\Sigma TF \times 100}{\Sigma TA}$ | Estrutura populacional (saúde demográfica) |
| Contagem máxima de avistagem diária (CMax) | Máximo de animais avistados (dia) | Estrutura populacional (agrupamento reprodutivo) |
| Avistagem por unidade de esforço (APUE) | $\frac{\Sigma TA}{\Sigma EH}$ | Índice de abundância ^a |
| Frequência de ocorrência (FO) | $\frac{\Sigma DA \times 100}{\Sigma ED}$ | Uso de habitat |

Legenda: TA (total avistagem de peixes-bois); TF (total de avistagens de filhotes de peixes-bois); DA (dias com avistagens de peixes-bois); ED (esforço de observação em dias); EH (Esforço de observação em horas). a. Valor expresso em número de avistagens de peixes-bois por hora de observação.

3.3.1 Contagem total de avistagem (CT)

Refere-se à soma do total de avistagens de peixes-bois (adultos e filhotes) realizadas em cada sítio de observação. Parte-se do princípio que, embora a metodologia de monitoramento adotada não permita a individualização dos animais, assume-se que os observadores são capazes de distinguir o número máximo de peixes-bois registrados em cada dia de observação. A partir deste indicador se estabeleceu a contagem de filhotes.

3.3.2 Contagem de filhotes (CF)

A proporção de filhotes de peixes-bois avistados ao longo dos anos, em áreas monitoradas em médio e longo prazo, pode ser utilizada como indicador de variação no recrutamento reprodutivo da população (AUIL, 2004) e pode ser útil na avaliação da saúde demográfica das populações monitoradas. A contagem de filhotes foi calculada a partir do estabelecimento das porcentagens de avistagens de filhotes em relação à contagem total de avistagens.

3.3.3 Contagem máxima de avistagem diária (CMax)

A contagem máxima de avistagem diária foi utilizada neste trabalho para inferir as classes de tamanho de grupos e a presença de indivíduos solitários, servindo como indicador de estrutura social e períodos reprodutivos. Os peixes-bois são definidos como animais essencialmente solitários, com formações de agrupamentos de forma casual e não duradoura (HARTMAN, 1979). Associações de dois animais, geralmente associados a fêmeas com filhotes, são os agrupamentos mais comuns e duradouros (REINOLDS III, 1981) e o registro desta classe de tamanho pode indicar período de reprodução e cria de filhotes, conhecimentos necessários para a elaboração de medidas de proteção da espécie. Grupos com mais de três animais têm sido freqüentemente associados à atividade reprodutiva (REINOLDS III, 1981). O peixe-boi é um animal poligâmico e durante períodos reprodutivos pode ser encontrado em grupos de mais de quatro machos disputando a cópula com uma única fêmea (HARTMAN, 1979). A determinação da freqüência e sazonalidade na distribuição de classes de tamanho superiores a quatro animais pode indicar atividade reprodutiva. A metodologia de observação por plataformas fixas define grupo como associação próxima de dois ou mais indivíduos.

A CMax foi calculada em escala mensal, sendo definida como o número máximo de avistagens diárias entre todas as (12) avistagens do mês. Embora não represente o tamanho dos grupos de peixes-boi avistados nas áreas, a CMax foi utilizada para avaliar o tamanho máximo da população de peixes-bois avistados simultaneamente na barra da Ilha do Gato, uma vez que o sítio de observação representa uma unidade de hábitat e portanto os recursos ambientais disponíveis devem ser utilizados de forma conjunta pelos peixes-bois. Além dos valores máximos, foram calculados os valores médios anuais e seus respectivos desvios, para avaliar as variações sazonais na estrutura de grupos de peixes-bois.

3.3.4 Avistagem por unidade de esforço (APUE)

Neste estudo utilizou-se a avistagem por unidade de esforço (APUE) como índice de abundância relativa, permitindo a comparação do tamanho relativo populacional entre os dois sítios de observação no Maranhão e ao longo dos anos de monitoramento. Estudos preliminares efetuados pelo PPB apontaram a APUE como um indicador adequado para avaliar a abundância relativa dos peixes-bois (KINAS & KNEIP, 2005).

A APUE é a razão entre o somatório total de avistagens de peixes-bois (mensal) e o total de esforço de observação em horas (mensal). É expressa em número de avistagens por hora de observação. A APUE foi calculada em escala mensal e posteriormente calcularam-se as médias anuais. Este indicador foi utilizado para inferir aspectos populacionais dos peixes-bois (total e filhotes) na Ilha do Gato e suas variações sazonais. Também foi utilizado no modelo para avaliar as tendências populacionais dos peixes-bois nos dois sítios de observação monitorados simultaneamente no Maranhão entre 2004 e 2007.

3.3.5 Freqüência de ocorrência (FO)

A freqüência de ocorrência foi definida como a porcentagem de dias em que se registrou a presença de peixes-bois em relação ao total de dias de monitoramento. Foi utilizada como indicador ecológico de intensidade de uso ao longo dos anos de monitoramento e entre os diferentes aspectos ambientais analisados na Ilha do Gato. Possibilitou inferir aspectos sobre a seleção de habitat em função de variáveis ambientais como períodos de chuva e seca, fases de marés e atividades humanas.

3.4 Caracterização sócio-ambiental da barra da Ilha do Gato

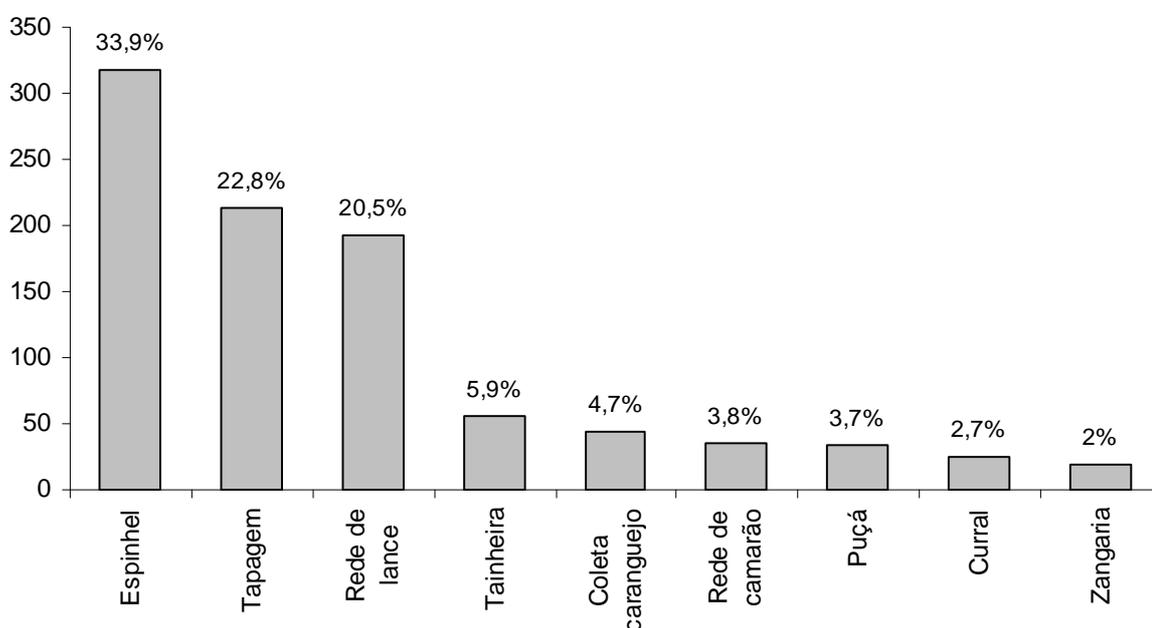
A Ilha do Gato situa-se no município de Humberto de Campos, povoado fundado em 1817. Humberto de Campos faz divisa com os municípios de Icatu e Primeira Cruz e fica na porção interna da baía do Tubarão, a leste da baía de São José e a oeste da baía de Sarnambi. Abrange as microbacias hidrográficas dos rios Peria e Mapari.

O município possui 2.131 km² e uma população de 24.275 habitantes (IBGE, 2007). Em 2000, 71% da população concentrava-se na área rural (IBGE, 2000). Entre 1980 e 2000 observou-se um aumento de 15% na taxa média de urbanização (DIEGUES, 2002). A renda da população é baixa, sendo que 56% dos domicílios permanentes possuem rendimento mensal per capita de até ¼ do salário mínimo (IBGE, 2000). As condições nos serviços de água, esgoto e coleta de lixo são precárias. Na zona rural, apenas 3,5% dos domicílios possuem algum tipo de esgotamento sanitário e a porcentagem de coleta de lixo é zero, sendo que 61% do lixo é queimado ou enterrado (IBGE, 2000).

Em 2006, a frota de embarcações destinadas à pesca em Humberto de Campos correspondeu a 5,1% (n=471 embarcações) da frota do estado, sendo 273 canoas a vela, 113 canoas a remo, 75 bianas a motor e 10 canoas a motor (IBAMA/CEPENE, 2008). Canoas não

motorizadas (a vela ou a remo) são as embarcações mais utilizadas e representam 82% da frota do município.

Em 2006, a produção de pescado em Humberto de Campos foi de 938,1 toneladas, correspondente a 2,4% do total de pescado produzido no estado, e valor da produção estimado em R\$ 3.354.393,49, (IBAMA/CEPENE, 2008). Cerca de 70% da produção (665,8 toneladas) originaram-se de embarcações a vela ou remo e o restante de pequenos barcos a motor. Registrou-se a utilização de nove petrechos de pesca, sendo que o espinhel foi o responsável pela maior parte da produção (317,8 toneladas), seguido da tapagem (213,8), da rede de lance (192,2) e tainheira (55,7), FIGURA 3.7.



Fonte: IBAMA/CEPENE, 2008.

FIGURA 3.7 – Produção (toneladas) de pescado marítimo e estuarino do município de Humberto de Campos (MA) em 2006.

A produção do município é predominantemente de peixes (72%) e crustáceos (25%), e em 2006 abrangeu 48 espécies, sendo que 79% da produção foram representadas pelas espécies: cangatá, camarão-branco (*Litopenaeus schmitti*), uritinga, tainha (*Mugil spp*), arraia (*Dasyatis spp*), corvina (*Micropogonias spp*), caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), bagre (*Bagre spp*), uriacica, camarão-piticaia (*Xiphopenaeus kroyeri*) e bandeirado (*Bagre spp*). O camarão-branco, embora seja a segunda espécie com maior produção em termos de biomassa desembarcada, é a espécie mais representativa em termos de valor comercial.

A Ilha do Gato é um pequeno povoado com cerca de 60 famílias que vivem essencialmente do extrativismo pesqueiro, realizado na maioria por canoas a vela (FIGURA 3.8). O único acesso à Ilha é feito por mar, por duas vias: (a) barco de linha, a cada dois dias, a partir de São José de Ribamar e (b) barco fretado a partir do povoado de Rampa ou da sede municipal de Humberto de Campos. A comunidade da Ilha do Gato possui dois portos de acesso, e o mais utilizado localiza-se em um “furo” cujo acesso se dá exclusivamente nas marés enchentes e cheias. Durante as marés secas os moradores podem chegar ao povoado a partir de um ponto na margem do estuário, denominado “*Quebra*”, após caminhar por 2 km entre mangues, apicuns e restingas.

O povoado apresenta situação precária nos serviços de rede de água, esgoto, coleta de lixo, saúde e educação, refletindo o padrão já descrito para o município. O acesso à água doce é feito na maioria das residências por poços cacimbas ou a partir do poço artesiano comunitário mantido pela prefeitura. A energia elétrica chegou à comunidade há oito anos e a escola municipal dispõe de formação até 7ª série. Em 2008, a prefeitura iniciou a construção de um posto de saúde na comunidade, não concluído até o fim desta pesquisa.

A região é pouco povoada, sendo constituída predominantemente de rico e denso ecossistema de manguezal. A pesca artesanal é complementada pela agricultura familiar e criação de animais de pequeno porte, em sua maioria, soltos. Entre as atividades pesqueiras, destaca-se a pesca do camarão, com puçá, rede de camarão e de lance, a coleta do caranguejo-uçá, e a pesca de espinhel, tapagem, curral, zangaria e tainheira. O horário das atividades de pesca parece ser regulado pelas variações nas marés e refletem nas atividades cotidianas dos moradores locais (FIGURA 3.9).



FIGURA 3.8 - Canoa utilizada na pesca na Ilha do Gato. Pescador prepara o cozido de peixe na embarcação enquanto aguarda a maré encher.



FIGURA 3.9 – Pescador preparando o almoço em uma croa de areia após chegar da pesca do camarão. Canoas a vela ao fundo retornando da pescaria.

Inicialmente foram realizados levantamentos de dados secundários da região de estudo que estavam disponíveis na literatura, internet e instituições de pesquisa com o objetivo de: (1) caracterizar o clima da região, (2) caracterizar aspectos da geomorfologia e unidade de paisagem da bacia do rio Mapari, (3) classificar as marés dos dias de monitoramento (QUADRO 3.2). Para a elaboração do mapa da área de estudo utilizou-se uma imagem CBERS 2, de 22 de junho de 2007, da órbita/ponto 156-103, obtida na página eletrônica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2008).

QUADRO 3.2 – Levantamento de dados e suas respectivas fontes para caracterização regional do estuário da Ilha do Gato.

| Dados secundários | Local | Fonte |
|---|--|---------------------|
| Climatologia (temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento, pressão atmosférica e precipitação acumulada) | PCD Meteorológica de São Luis (2° 35' S; 44° 12' W) | LABMET - NUGEO/UEMA |
| Tábua de marés | Terminal da Ponta da Madeira | DHN, 2008 |
| Geomorfologia, geologia, bacia hidrográfica | Bacia rio Mapari | MARANHÃO, 2003 |

Legenda: LABMET/NUGEO/UEMA (Laboratório de Meteorologia - Núcleo Geoambiental - Universidade Estadual do Maranhão); DNH (Departamento Nacional de Hidrografia e Navegação); ZCM (Zoneamento Costeiro do Maranhão)

O trabalho de campo para caracterização ambiental consistiu de cinco etapas: (a) reconhecimento da área, identificação das espécies vegetais (mangue e marimas) e caracterização dos ecossistemas (março/2007, agosto/2007); (b) mapeamento dos quadrantes de observação e medição dos marimas (novembro/07); (c) coleta de vegetação para estudo de biomassa na seca (dezembro/07) e na chuva (junho/08); (d) levantamento de parâmetros oceanográficos (maio/08, setembro/08), (e) caracterização da vegetação do estuário (setembro/08). Durante as saídas de campos registrou-se a presença de peixes-bois, coletando informações sobre o número de animais, hora e local de avistagem, maré e comportamento. Cabe mencionar que algumas etapas de campo foram realizadas em conjunto com outros dois estudos em andamento na região, com ênfase em foraminíferos (FUNO, 2008) e manguezais (REBELO, no prelo), mas que já fornecem informações utilizadas na discussão desta dissertação.

O levantamento de dados oceanográficos e a caracterização dos recursos vegetais restringiram-se a área de observação dos peixes-bois na barra da Ilha do Gato, que está dividida em quatro quadrantes por transectos imaginários e marcações naturais, conforme o campo de visão permitido pela plataforma de monitoramento.

Os quadrantes de observação do sítio da Ilha do Gato foram medidos e delimitados por meio da coleta das coordenadas geográficas das extremidades de cada quadrante. Posteriormente foram calculadas as áreas de observação por quadrante, procurando especificar os principais pontos de identificação visual e delimitação dos diferentes ecossistemas. As coordenadas geográficas foram coletadas com GPS Garmin Etrex Venture® e os cálculos de área foram realizados com o programa GPS TrackMaker PRO®. A partir desses dados, elaborou-se um mapa esquemático da área de observação.

O levantamento de dados batimétricos consistiu da realização de transectos ao longo dos quatro quadrantes de observação sob uma embarcação a motor (biana com cabine), registrando os dados de profundidade, coordenadas geográficas associadas e hora da coleta. Para registro dos dados utilizou-se um sensor de profundidade (Raymarine ST60 - Tridata®), acoplado a um GPS portátil (Raymarine Chart Plotter RC320®) com antena externa (modelo GA29®), conectado a um PDA (Personal Digital Assistants – iPAQ Hp) para registro simultâneo dos dados. O sensor de profundidade foi acoplado à lateral da embarcação durante a realização dos transectos.

Concomitantemente ao levantamento batimétrico (maio/2008), foram coletados os seguintes parâmetros de água mensurados em campo (24 réplicas): pH (pHmêtro digital LT Lutron pH-206®), salinidade (refratômetro portátil Atago® –salinidade 0~100%), temperatura da água e do ar. Para determinação da condutividade, 10 amostras de água foram coletadas e acondicionadas em potes de plásticos devidamente identificados, mantidas em isopor térmico e posteriormente processadas no Laboratório de Geoquímica do Departamento de Oceanografia e Limnologia da UFMA com uso de uma sonda de análise multi-parâmetro digital (modelo CONSORT C830®).

Foram coletados dados de velocidade de corrente em 3 pontos de cada quadrante de observação, distribuídos aleatoriamente na área do levantamento, nas diferentes fases de marés. Os dados foram obtidos por meio de um correntômetro, modelo FP 201 Global Water Flow Probe®.

Na área dos quadrantes de observação foi realizada a caracterização dos campos de marismas (*Spartina alterniflora*), conhecidos popularmente como “paturá”, “praturá” ou somente “capim”, e a vegetação de mangue (plântulas e bosques), recursos vegetais citados como itens alimentares do peixe-boi no Maranhão (FIGURA 3.10). Embora sejam escassas as informações na literatura sobre o hábito alimentar da espécie no litoral norte do Brasil, utilizou-se como base as informações bibliográficas existentes (IBAMA/CPB, 1993; LIMA et al., 1994; LUNA, 2001) e relatos de moradores locais registrados durante os trabalhos de campo iniciais.



FIGURA 3.10 – *Spartina alterniflora* e plântulas de mangue na Ilha do Gato

Os marismas, vegetação rasteira formada por plantas herbáceas e halófitas que vivem na zona costeira sob a influência das marés, podem formar campos extensos, distribuídos em diferentes gradientes de temperatura (REBELO-MOCHEL, 2000). Ocorrem tanto em ambientes temperados quanto em ambientes tropicais, geralmente associados aos manguezais e praias arenosas, sendo importantes na manutenção da produtividade e da biodiversidade dos estuários (ADAM, 1990). Os marismas estão entre os ecossistemas mais ameaçados do mundo em função das atividades humanas na zona costeira (KJERFVE apud REBELO-MOCHEL, 2000). No Maranhão, os marismas formam campos homogêneos e/ou mistos, e as faixas de *S. alterniflora* estão localizados no mesolitoral superior à frente das franjas de manguezais e são banhados diariamente pelas marés altas (REBELO-MOCHEL, 2000).

As espécies vegetais de marismas e manguezais foram identificadas pela Profa. Dra. Flávia Rebelo Mochel, do Laboratório de Bentos e Ecologia de Manguezais do Departamento de Oceanografia e Limnologia – DEOLI, da Universidade Federal do Maranhão – UFMA.

Para caracterização dos marismas foram coletados dados de cobertura vegetal e biomassa aérea. A cobertura vegetal foi levantada no final da época seca por medições em campo, com GPS (modelo Garmin Etrex Venture®) e fitas métricas, calculando-se a área dos bancos (individual, média e total) e a cobertura total nos quadrantes de observação dos peixes-bois.

O levantamento de biomassa aérea foi realizado em dois períodos: final da época seca (dezembro/2007) e final da época chuvosa (junho/2008). Para determinação da biomassa aérea, 10 amostras de *S. alterniflora* foram coletadas em *quadrats* de 0,5m X 0,5m, distribuídos de forma aleatória na área de estudo, nos dois períodos de amostragem. Os pontos de coleta foram selecionados por sorteio de quadrículas numeradas e distribuídas ao longo dos bancos de *S. alterniflora*, previamente mapeados. As plântulas de mangue são encontradas junto aos marismas (FIGURA 3.10), e todos os indivíduos encontrados nos *quadrats* foram coletados e posteriormente identificados.

Foram efetuadas análises de esforço amostral mínimo, relacionando a média acumulada de biomassa aérea de *S. alterniflora* com o número de amostras. A biomassa se estabilizou na quinta amostra, tanto para o período da seca como na cheia, validando o esforço de coleta empregado neste estudo (FIGURA 3.11).

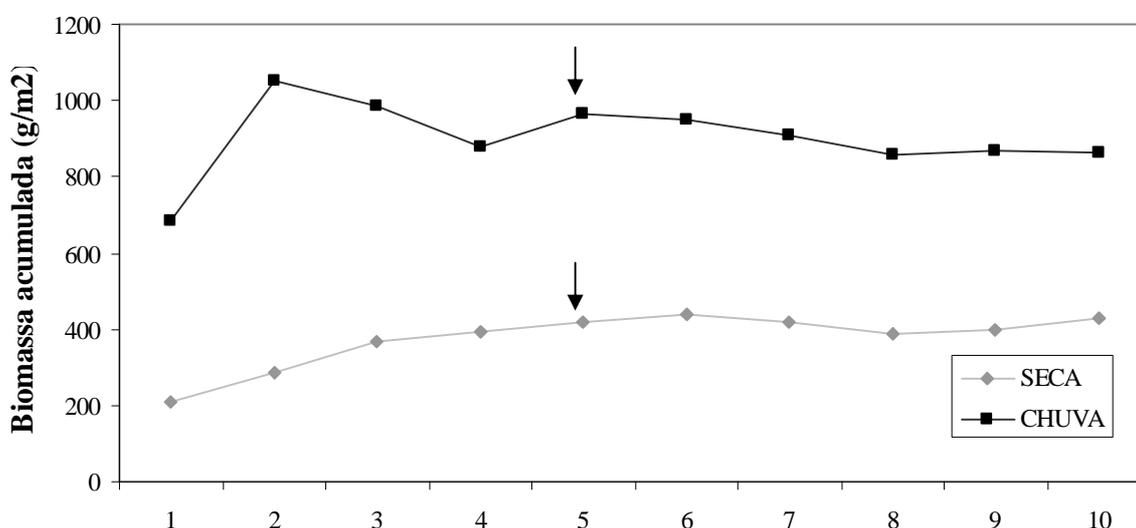


FIGURA 3.11 - Curva de esforço para a coleta de biomassa de *Spartina alterniflora*.

O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos e posteriormente processado no Laboratório de Bentos e Ecologia de Manguezais, DEOLI - UFMA. As amostras de *S. alterniflora* foram sucessivamente lavadas, até retirar toda matéria orgânica e organismos associados. Após a lavagem, a parte aérea (folhas e haste/talo) foi separada da

parte subterrânea, pesada em balança digital GEHAKA® e posteriormente seca à temperatura de 60°C durante 48 horas até atingir peso constante, conforme metodologia descrita por BIUDES & CAMARGO (2006). Após a secagem, o material foi pesado novamente e calculou-se a biomassa aérea, expressa em peso seco por metro quadrado.

Após o procedimento de lavagem, as plântulas de mangue foram identificadas, com base nas características das folhas e raízes, sendo registrada a densidade de indivíduos para cada *quadrats*. A biomassa aérea das plântulas foi determinada segundo a mesma metodologia adotada para os marismas.

A caracterização dos bosques de manguezais na área de observação de peixes-bois na barra da Ilha do Gato consistiu de levantamentos visuais, em cada quadrante, dos maiores indivíduos arbóreos de mangue nas duas margens do estuário, com anotações sobre a composição específica e determinação da altura máxima das espécies dominantes. Nesta saída de campo foram feitas medidas de salinidade e pH nos quadrantes de observação, realizadas com o auxílio de uma garrafa de Van Dorn, coletando água do fundo e superfície. Este procedimento procurou inferir sobre a existência de estratificação vertical de salinidade na área estudada.

Na FIGURA 3.12 são apresentados registros fotográficos de alguns procedimentos da caracterização da vegetação da barra da Ilha do Gato.

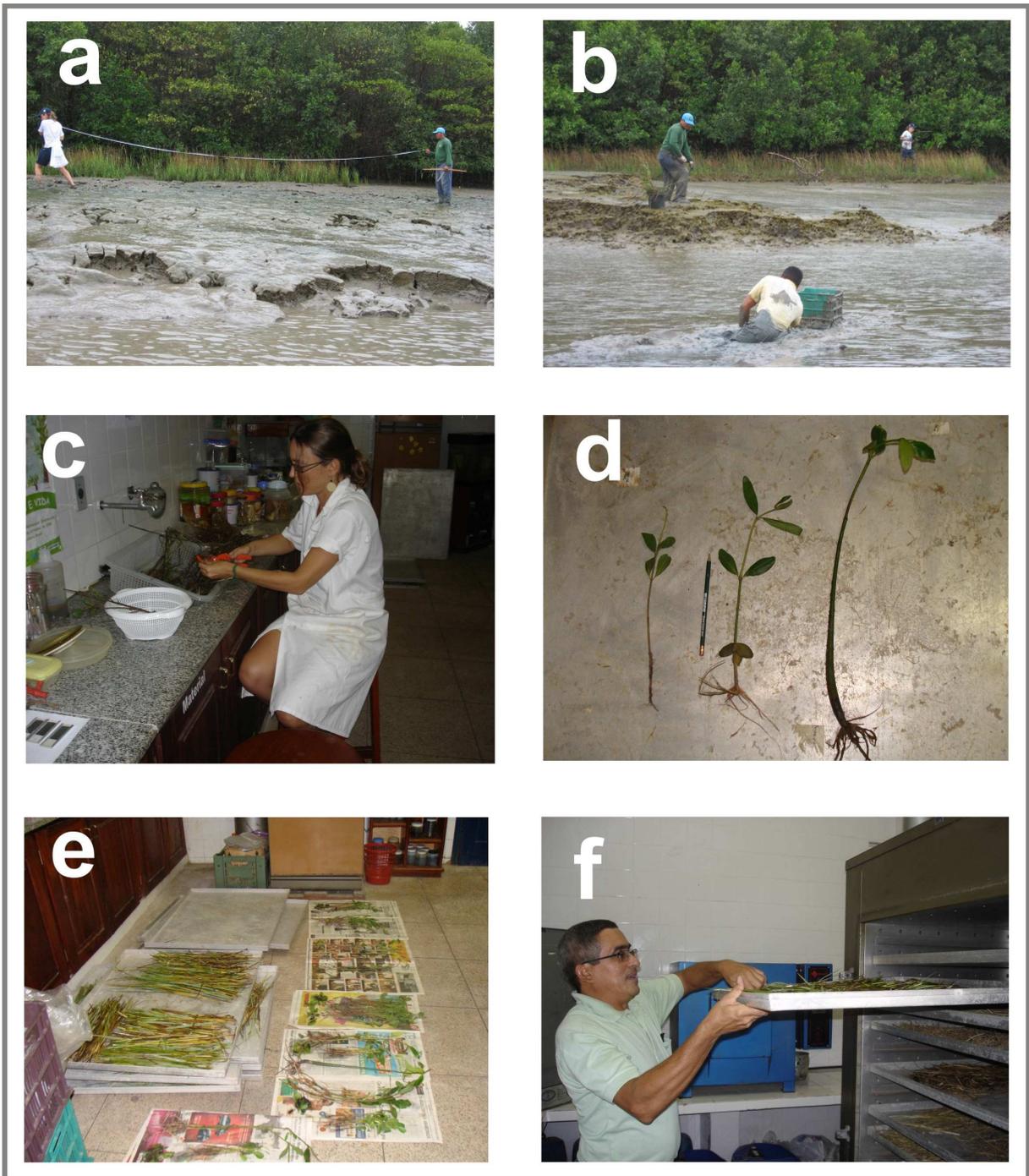


FIGURA 3.12 - Procedimentos da caracterização da vegetação da barra da Ilha do Gato. (a) Medição da área de cobertura dos marismas, (b) coleta *S. alterniflora* e plântulas de mangue, (c) lavagem do material em laboratório, (d) três espécies de plântulas de mangue identificadas, (e) disposição do material para secagem, (f) secagem da vegetação em estufa.

3.5 Estudo de caso: Ecologia de peixes-bois na barra da Ilha do Gato

3.5.1 Estrutura social de peixes-bois

A partir da caracterização ambiental do estuário da Ilha do Gato e aplicação dos indicadores populacionais e ecológicos estabelecidos no item 3.3 dessa dissertação, procurou-se discutir aspectos da ecologia dos peixes-bois num sítio de relevante ocorrência situado no litoral do Maranhão. A barra da Ilha do Gato vem sendo considerada como um dos sítios de monitoramento de peixes-bois com os maiores indicadores populacionais entre todos os sítios do Maranhão (ALVITE et al., 2006) e entre todas as áreas monitoradas na costa norte-nordeste (ALVITE et al., 2003; IBAMA/CMA, 2007).

Calculou-se a frequência das classes de CMax ao longo dos anos e meses de monitoramento e a porcentagem de filhotes em relação ao total de avistagens. Esses dados foram tratados descritivamente com o objetivo de indicar a estrutura social dos peixes-bois no estuário da Ilha do Gato.

3.5.2 Utilização espacial e temporal

As análises do padrão de utilização espacial e temporal dos peixes-bois na Ilha do Gato foram realizadas para o conjunto total de avistagens e para as avistagens de filhotes. Foram estabelecidas cinco categorias de análises, sendo que cada uma foi relacionada aos indicadores de frequência de ocorrência e avistagem por unidade de esforço (total e filhotes).

3.5.2.1 Estações do ano

O litoral do Maranhão é caracterizado por uma variação bem marcada de pluviosidade ao longo do ano, com dois períodos bem definidos de chuva e seca. A sazonalidade no regime hidrológico provoca grandes alterações no ambiente costeiro, como a disponibilidade de água doce em diferentes alturas do estuário, estratificação de salinidade, vazão, entre outros fatores que podem estar associados ao padrão de distribuição em escala local dos peixes-bois. Para a definição das estações do ano, utilizaram-se os dados de precipitação pluviométrica coletados diariamente na PCD Meteorológica da Ilha de São Luís

e disponibilizados pelo Laboratório de Meteorologia, do Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão. Calculou-se a média mensal de precipitação acumulada ao longo do período de monitoramento (2004-2007), estabelecendo-se duas estações do ano: seca (agosto a dezembro) e chuva (janeiro a julho), relacionando-as posteriormente com os dados de frequência de ocorrência e APUE (total e filhotes).

3.5.2.2 Precipitação pluviométrica

A seleção de habitats pelos peixes-bois pode ser influenciada pela disponibilidade de água doce, uma vez que evidências comportamentais indicam que os animais buscam este recurso na natureza (HARTMAN, 1979; LIMA, 2007). O deslocamento dos peixes-bois em escala local pode estar relacionado às variações na disponibilidade de água doce, ocasionadas pelos diferentes volumes de água da chuva ao longo do ano e pelas águas trazidas pelo rio Mapari em direção à boca do estuário, alterando a estratificação horizontal de salinidade do sistema. Calcularam-se as somas mensais de precipitação acumulada coletada na PCD meteorológica de São Luis e relacionou-as com os dados de APUE.

3.5.2.3 Regimes de luas

As diferentes fases lunares têm forte influência nas variações mensais de marés, que por sua vez são determinantes em aspectos oceanográficos. A velocidade de correntes, profundidade e variações na altura de marés são fatores ambientais que têm sido considerados importantes na escolha e preferência de habitats por peixes-bois, afetando sua distribuição e deslocamentos em escala local (HARTMAN, 1979). Estabeleceram-se classes de lua com o objetivo de avaliar a influência na variação mensal das velocidades das correntes e amplitude das marés nos períodos de maior (sizígia) e menor (quadratura) influência das forças gravitacionais ocasionadas pelo alinhamento da Terra e Lua ao redor do Sol. Esta análise é particularmente importante no ecossistema estuarino do litoral do Maranhão que é marcado por um regime de macro-marés, com variações de até 7 metros, e cujas velocidades de correntes podem atingir até 2 nós nos períodos de sizígia (DHN, 1976). As classes de lua foram assim definidas: sizígia (dias de lua cheia e nova) e quadratura (dias de lua crescente e minguante), relacionando-as posteriormente com os dados de frequência de ocorrência e APUE (total e filhotes).

3.5.2.4 Classes de marés

As marés são fatores determinantes na escolha de habitats por peixes-bois (HARTMAN, 1979). Podem influenciar em vários aspectos do estuário, destacando-se a profundidade e velocidade das correntes dos corpos d'água, acesso a recursos alimentares (MMS, 1989; DEPDNR, 1993), salinidade, entre outros. Neste estudo propõe-se uma classificação das fases da maré em quatro classes, corrigidas para o ponto de monitoramento dos peixes-bois no estuário da Ilha do Gato.

Para estabelecer os horários diários dos estofo das marés no período da observação dos peixes-bois, utilizou-se como referência a tábua de marés do Terminal da Ponta da Madeira, localizado no município de São Luís, disponibilizados na página eletrônica da Diretoria de Hidrografia e Navegação do Brasil (DNH, 2008).

Os dados foram corrigidos para o sítio de observação da barra da Ilha do Gato com o fator de correção de 60 minutos de atraso em relação ao porto de referência, estabelecido com base em constatação de campo no dia 17/05/2008, quando o estofo da maré enchente no sítio de observação da IGA foi registrado às 16h45min e no Terminal da Ponta da Madeira às 17h45min. Optou-se pela utilização deste método para a correção da maré, que embora não seja o mais preciso, atendeu aos propósitos de geração de conhecimento aplicado em escala de gestão. Devido às grandes oscilações de marés nos diferentes ecossistemas costeiros do litoral recortado do Maranhão é importante que sejam estabelecidos fatores de correção nas marés locais para aplicação desta metodologia nos outros sítios de observação monitorados neste estado.

Após a correção dos dados, foram estabelecidas quatro classes de marés de acordo com o horário do estofo e altura da maré para cada dia de monitoramento dos peixes-bois. Foram estabelecidos três intervalos de horários, sendo: 05h00min as 07h30min, 07h30min as 08h30min, 08h30min as 11h00min. De acordo com o horário dos estofo de maré distribuídos nestes intervalos, classificou-se a maré do dia em: seca, enchente, cheia e vazante (FIGURA 3.13), relacionando-as posteriormente com os dados de frequência de ocorrência e APUE (total e filhotes).

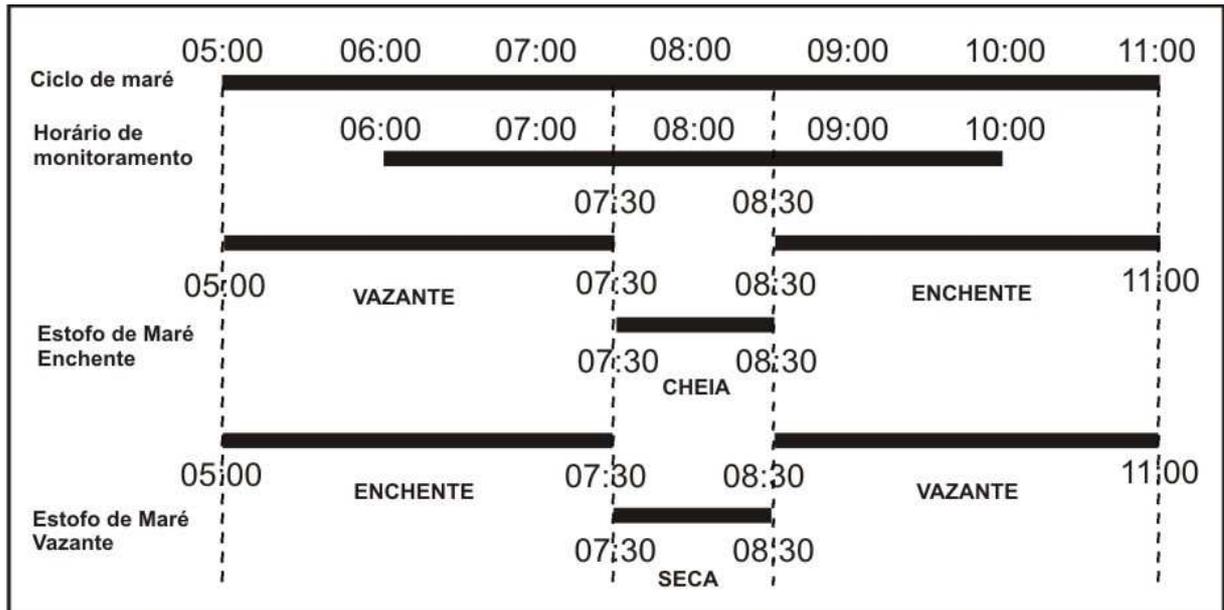


FIGURA 3.13 - Classificação das marés de acordo com os intervalos no horário de monitoramento dos peixes-bois e os horários dos estofos das marés (enchente e vazante) corrigidos para a barra da Ilha do Gato.

3.5.2.5 Quadrantes de observação

Os quatro quadrantes de observação foram caracterizados quanto à área total, profundidade média, velocidade da corrente média, salinidade, pH, condutividade e bosques de mangue e foram calculadas as frequências de ocorrência dos peixes-bois em cada quadrante.

3.6 Tendências populacionais de peixes-bois em duas áreas de manguezais e marismas no Maranhão

Com o objetivo de testar um modelo estatístico para avaliação das tendências populacionais de peixes-bois em médio prazo em áreas de relevante ocorrência a partir de indicadores estabelecidos pela observação por meio de plataformas fixas, utilizou-se o índice de abundância (APUE) calculado em escala mensal (razão entre o número de avistagens realizadas num mês e o número de horas de monitoramento no mês). A análise foi realizada com os dados do monitoramento de peixes-bois efetuado simultaneamente nos sítios de observação de Guarapiranga e Ilha do Gato no estado do Maranhão, entre 2004 e 2007.

Ajustou-se um modelo linear geral (GLM) – análise de variância (ANOVA 2-fatores) definindo como variável resposta o número distinto de avistagem de peixes-bois (APUE – total e filhotes) e como variáveis explicativas: os sítios de observação e os anos de monitoramento. O GLM buscou ainda avaliar se houve interação entre as variáveis explicativas. Esse modelo foi aplicado para dois sítios de observação da região norte, com mesma série temporal de monitoramento (quatro anos). Realizou-se uma análise prévia dos pressupostos estatísticos de homogeneidade de variâncias e normalidade dos dados. O modelo procurou avaliar as hipóteses de estabilidade populacional dos peixes-bois (total da população e filhotes) ao longo dos quatro anos de monitoramento, gerando subsídios para a conservação da espécie em escala local.

No Maranhão, embora os indicadores apontem que o litoral do estado abrigue as maiores populações de peixes-bois existentes no Brasil, são escassas as informações ecológicas que possam subsidiar a elaboração de medidas apropriadas para a conservação da espécie em áreas de manguezais e marismas da região norte do país. A metodologia aqui proposta poderá gerar conhecimento ecológico, considerado prioritário para a conservação da espécie, a partir da análise de uma metodologia de observação por meio de plataformas fixas e aplicação de indicadores, podendo servir de base metodológica para ser replicada em outras áreas de relevante ocorrência da espécie ao longo de sua área de distribuição.

3.7 Análises estatísticas

Para avaliar se o esforço de monitoramento empregado pelo PPB vem sendo adequado para estimar indicadores populacionais de peixes-bois a partir de observações por meio de plataformas fixas, utilizou-se a análise de curva de desempenho, elaborada com o intervalo de confiança de 95% associado à estimativa da média acumulada de peixes-bois e aos dias subsequentes de monitoramento. As análises foram efetuadas para os dois sítios de observação monitorados no Maranhão no período entre 2004 e 2007. A presença do intervalo de confiança nos gráficos de curva de desempenho permite uma comparação estatística visual, sendo que a estimativa do número médio de peixes-bois é considerada igual quando o limite do intervalo de confiança de um dia alcançar o valor central da estimativa do dia anterior. Considerou-se como valor adequado para monitoramento da população de peixes-bois uma variação de até um peixe-boi nos intervalos de confiança (95%).

Os indicadores populacionais e ecológicos de peixes-bois nas duas áreas monitoradas do Maranhão foram tratados descritivamente. Calcularam-se as médias mensais de todos os indicadores e a partir destes valores as médias anuais de cada sítio de observação.

O modelo GLM (ANOVA 2-fatores) foi aplicado para os sítios de observação de Guarapiranga e Ilha do Gato, com quatro anos de monitoramento contínuo e simultâneo, definindo como variável resposta o número distinto de avistagem de peixes-bois (APUE – total e filhotes) e como variáveis explicativas: os sítios e os anos de monitoramento. Utilizou-se o teste Tukey para as análises de comparações múltiplas.

Em escala local, a avaliação do status populacional e da estrutura social dos peixes-bois na barra da Ilha do Gato foi efetuada a partir dos seguintes testes: a) ANOVA 2-fatores, testando as hipóteses de estabilidade populacional (APUE total e de filhotes) e da estabilidade na contagem de filhotes (CF), entre os anos, as estações do ano e possíveis interações; b) ANOVA 1–fator, testando a relação dos meses sobre a APUE (total e filhotes) e CF. A CMax (contagem máxima de avistagens diária, contabilizados no conjunto de observações do mês) foi tratada descritivamente e indicou a estrutura social dos peixes-bois e períodos reprodutivos.

Para testar as hipóteses de sazonalidade e preferência de habitat pelos peixes-bois na barra da Ilha do Gato, aplicaram-se testes *qui-quadrado* (χ^2) visando avaliar a relação dos anos (4), meses (12), estações do ano (2), luas (2), marés (4) e atividades humanas (presença ou ausência) sobre a ocorrência dos peixes-bois (total e filhotes). A hipótese de seleção de habitat pela disponibilidade de água doce na barra da Ilha do Gato foi testada por uma regressão simples agrupando-se a média mensal de precipitação acumulada coletada na PCD meteorológica de São Luís e os valores médios mensais de APUE.

Para avaliar se houve variação na biomassa de *S. alterniflora* e na densidade de plântulas de mangue entre as duas estações do ano (chuva e seca) aplicou-se um teste *T-Student* (T) com estimativa para variâncias separadas, para cada recurso vegetal.

Utilizou-se o programa SigmaStat, versão 3.5, para a análise GLM (ANOVA 2 –fatores) e para as demais análises utilizou-se o programa Statistica, versão 7.0. O grau de significância para todos os testes aplicados foi fixado em 0,05.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Esforço de monitoramento e avaliação da metodologia de observação de peixes-bois por meio de plataformas fixas

As análises efetuadas nesta dissertação restringiram-se aos sítios de observação de GUA e IGA no período de 2004 a 2007 e, portanto poderão ser repetidas e aprofundadas à medida que novos dados sejam incorporados ao banco de dados analisado nesta dissertação.

Entre 2004 e 2007, realizaram-se 1.241 dias de monitoramento agrupando os dois sítios de observação, com um esforço total de 4.964 horas de observação (TABELA 4.1). Os sítios foram acompanhados ao longo de todos os meses do ano, com esforço de monitoramento médio por ano de $155 \pm 1,6$ dias (GUA=156; IGA=154). O esforço de monitoramento diário foi quatro horas e manteve-se estável ao longo dos anos nas duas áreas.

TABELA 4.1 - Esforço de monitoramento de peixes-bois-marinhos por meio de plataformas fixas instaladas pelo Projeto Peixe-Boi em duas áreas de relevante ocorrência no Maranhão (2004/2007).

| SO | Período | Total (dias) | Total (horas) | Esforço (dias/ano) | | Tempo de permanência (horas) | | | |
|--------------|--------------------|--------------|---------------|--------------------|------------|------------------------------|------------|------------|------------|
| | | | | Med | DP | Total | Med | DP | Max |
| GUA | 2004 – 2007 | 625 | 2.500 | 156 | 1,0 | 355 | 0,6 | 0,9 | 3,8 |
| IGA | 2004 - 2007 | 616 | 2.464 | 154 | 3,2 | 683 | 1,1 | 1,1 | 4,0 |
| TOTAL | 2004 - 2007 | 1.241 | 4.964 | 310 | 3,0 | 1.038 | 0,8 | 1,0 | 4,0 |

Legenda: SO (Sítios de observação) - GUA (Praia de Guarapiranga); IGA (Barra da Ilha do Gato). Med (média); DP (desvio padrão); Max (máximo).

O tempo de permanência total dos animais foi de 1.038 horas nas duas áreas, dos quais 66% foram na barra da Ilha do Gato (TABELA 4.1). O tempo de permanência diário variou entre os dois sítios de observação, sendo que os animais permaneceram por quase duas vezes mais tempo na IGA. Nas duas áreas o tempo máximo de permanência dos peixes-bois foi próximo de quatro horas, período correspondente ao total de esforço diário de observação, atestando a intensidade de uso dos sítios de observação.

As análises de curva de desempenho mostraram que, nos dois sítios de observação monitorados no Maranhão entre 2004 e 2007, o esforço empregado foi adequado para estimar o número médio de peixes-bois que utilizam as áreas de relevante ocorrência monitoradas pelo PPB.

Todas as curvas tenderam a se estabilizar conforme o esforço de monitoramento contínuo empregado na metodologia de observação por plataformas fixas (FIGURAS 4.1, 4.2).

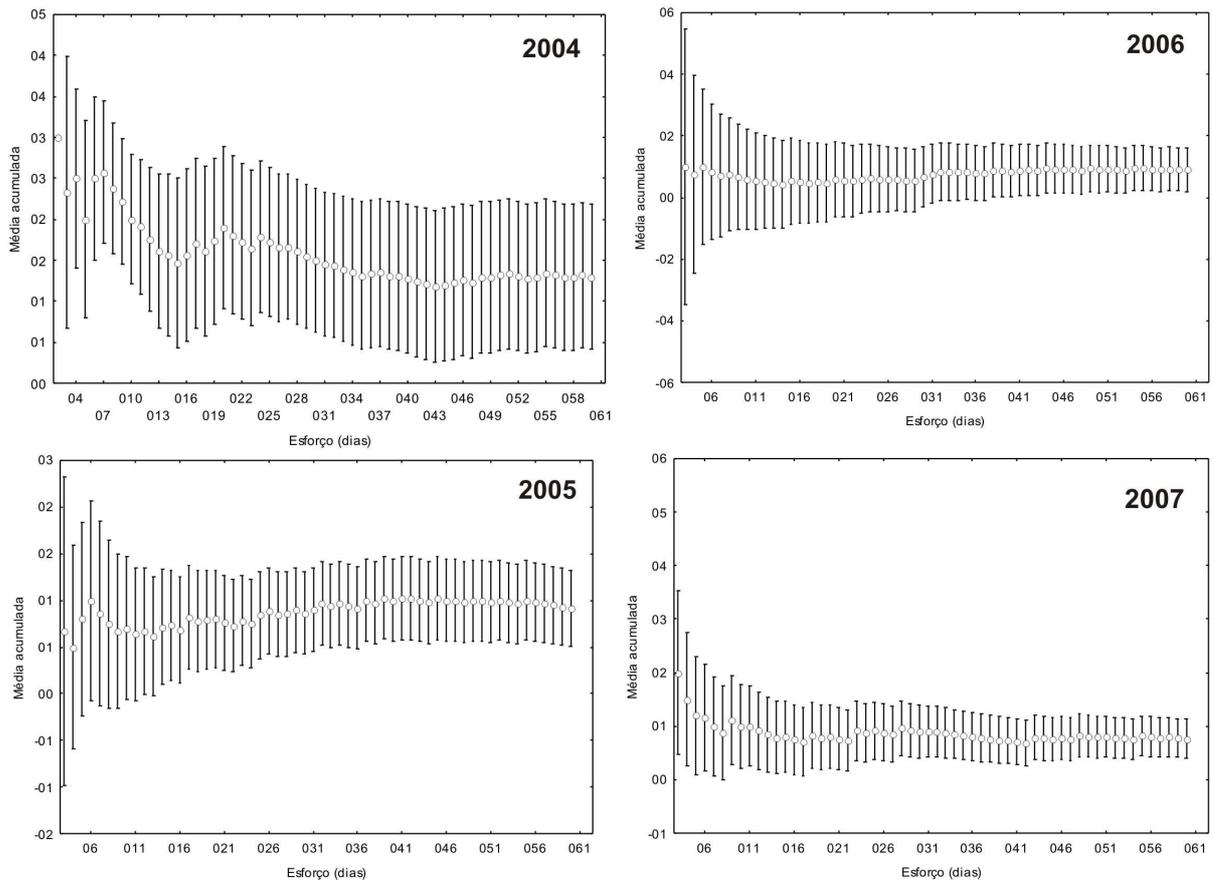


FIGURA 4.1 – Curva de desempenho do monitoramento de peixes-bois-marinhos por meio de plataformas fixas realizado na praia de Guarapiranga, entre 2004 e 2007.

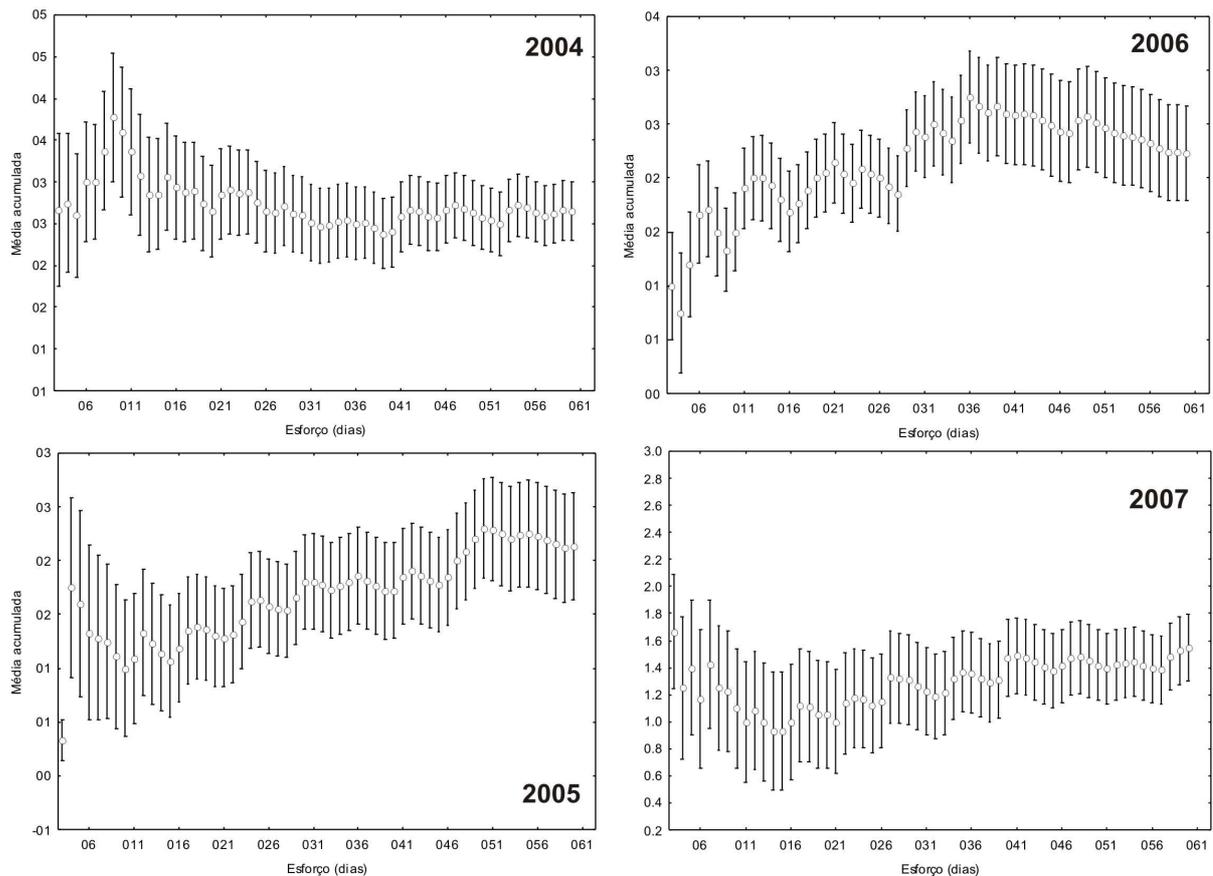


FIGURA 4.2 – Curva de desempenho do monitoramento de peixes-bois-marinhos por meio de plataformas fixas realizado na barra da Ilha do Gato, entre 2004 e 2007.

Os intervalos de confiança (IC nível 95%) associados à média acumulada de peixes-bois avistados tenderam a se estabilizar de acordo com os dias subsequentes de monitoramento nos dois sítios e esse padrão foi observado em todos os anos (TABELA 4.2).

TABELA 4.2 – Intervalos de confiança (IC nível 95%) associados à média acumulada de peixes-bois avistados de acordo com o esforço de monitoramento em dias.

| Sítios de observação | Intervalos de Confiança (nível 95%) | | |
|-----------------------|-------------------------------------|---------|---------|
| | 36 dias | 48 dias | 60 dias |
| Praia de Guarapiranga | 0,74 | 0,71 | 0,66 |
| Barra da Ilha do Gato | 0,66 | 0,64 | 0,60 |
| Média | 0,70 | 0,67 | 0,63 |

Os valores médios dos IC após três meses (36 dias), quatro meses (48 dias) e cinco meses (60 dias) foram de 0,70, 0,67 e 0,63, respectivamente (TABELA 4.2). Os dois sítios de observação apresentaram valores de IC inferiores a um peixe-boi após 60 dias de monitoramento e esses valores foram considerados suficientes para detectar variações no

indicador de abundância de peixes-bois estabelecidos com os dados coletados na metodologia de observação por meio de plataformas fixas.

Numa avaliação preliminar de análise do conjunto de dados dos setes sítios de observação por meio de plataformas fixas monitorados pelo PPB, a APUE foi apontada como um indicador adequado para avaliar a abundância relativa dos peixes-bois, no entanto, apresentou uma distribuição Binomial-negativa, sugerindo uma tendência de agregação (KINA & KNEIP, 2005). Para avaliar as tendências populacionais ao longo de toda a área de abrangência do monitoramento realizado pelo PPB, KINAS & KNEIP (2005) recomendaram a aplicação de modelos estatísticos não paramétricos, tais como o modelo linear generalizado que permite o ajuste para outros tipos de distribuição de probabilidade (CONCEIÇÃO, SALDIVA & SINGER, 2001).

Na avaliação realizada nesta dissertação a avistagem por unidade de esforço (APUE) mostrou-se adequada como indicador de abundância relativa de peixes-bois para monitoramento em longo prazo de áreas de relevante ocorrência, permitindo sua aplicação na análise de tendências populacionais em dois sítios de observação localizados no litoral do Maranhão. A APUE (total e filhotes) quando analisada para o conjunto de dados dos sítios de observação (GUA e IGA), com o mesmo esforço amostral (quatro anos), atendeu aos pressupostos para as análises de variância (GLM – ANOVA 2-fatores), sendo que as variâncias foram homogêneas ($p=0,065$, $p=0,163$, para total e filhotes respectivamente) e a distribuição dos resíduos foi normal.

4.2 Caracterização ambiental da barra da Ilha do Gato

4.2.1 Caracterização climática

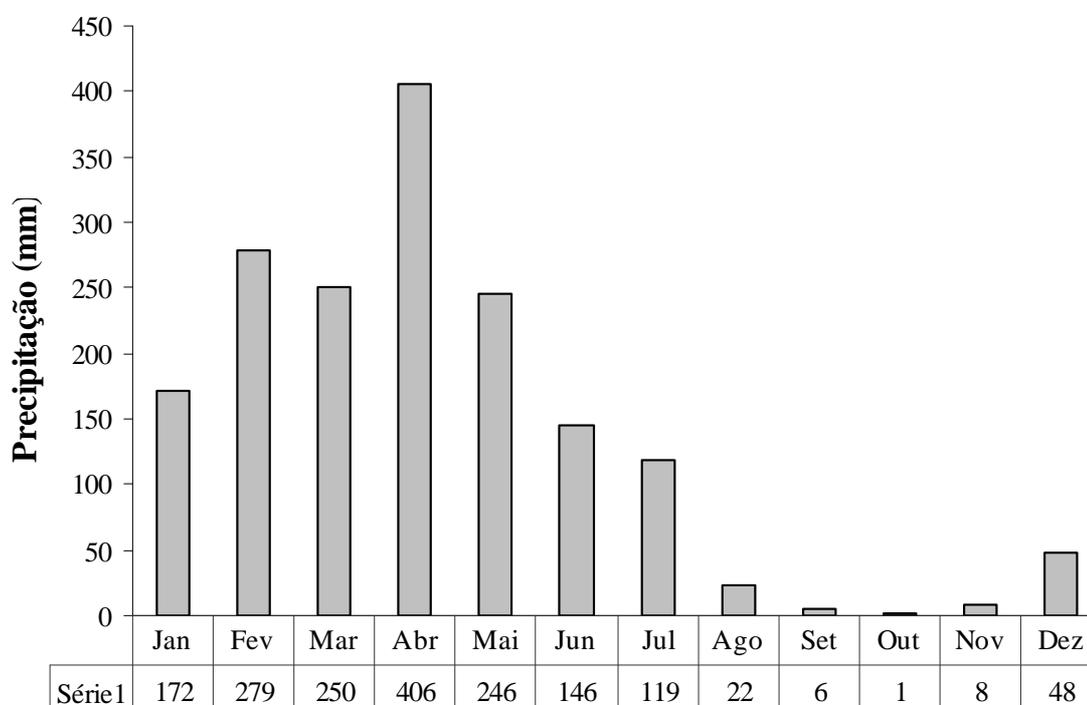
No período compreendido entre 2004 e 2007 a região apresentou clima quente, com temperaturas médias diárias de $27,6^{\circ}\text{C}$ (mínima= 24°C , máxima= 33°C), velocidade de vento média de $6,0\text{ m/s}$ (máxima= $23,9\text{ m/s}$), pressão atmosférica média de 1006 hPa , umidade relativa do ar 77% e radiação solar diária média de $424\text{ cal/cm}^2\cdot\text{dia}$ (TABELA 4.3).

A precipitação pluviométrica anual foi de 1.704 mm ($\text{DP}\pm 163$) e a região mostrou uma variação sazonal marcada por dois regimes de água, chuva (janeiro-julho) e seca (agosto-dezembro). O mês de maior pluviosidade ocorreu em abril (média= 406 mm , $\text{DP}\pm 173,3$), FIGURA 4.3.

TABELA 4.3 – Dados climatológicos médios coletados na PCD Meteorológica de São Luís no período entre janeiro de 2004 a dezembro de 2007.

| DADOS METEOROLÓGICOS | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | MÉDIA |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Temperatura do Ar Média (°C) | 27,1 | 27,5 | 27,6 | 28,2 | 27,6 |
| Temperatura do Ar Máxima Diária (°C) | 32,6 | 33,2 | 33,3 | 34,1 | 33,3 |
| Temperatura do Ar Mínima Diária (°C) | 23,8 | 24,1 | 24,0 | 24,3 | 24,1 |
| Velocidade Vento Média Diária (m/s) | 6,0 | 6,0 | 5,8 | 6,1 | 6,0 |
| Velocidade Vento Máxima Diária (m/s) | 22,6 | 23,9 | 23,9 | 25,3 | 23,9 |
| Pressão Atmosférica Média Diária (hPa) | 1006 | 1006 | 1007 | 1006 | 1006 |
| Umidade Relativa do Ar Média (%) | 77 | 77 | 77 | 77 | 77 |
| Radiação Solar Média Diária (cal/cm ² .dia) | 435 | 423 | 426 | 413 | 424 |
| Precipitação acumulada total (mm) | 1832 | 1467 | 1789 | 1727 | 1704 |

Fonte: Laboratório de Meteorologia - Núcleo Geoambiental - Universidade Estadual do Maranhão.



Fonte: Laboratório de Meteorologia, Núcleo Geoambiental, Universidade Estadual do Maranhão

FIGURA 4.3 – Precipitação pluviométrica média mensal calculada a partir dos dados da PCD Meteorológica de São Luís no período de 2004 a 2007.

A estação chuvosa concentrou 95% do total de precipitação anual (média=1.619 mm, DP±197) e a estação seca apenas 5% (média=86 mm, DP±44). Na estação chuvosa, o maior valor de precipitação acumulada foi observado em 2004 (1.756 mm) e o menor valor em 2005 (1.327 mm). Na estação seca, o maior valor de precipitação acumulada foi registrado em 2005 (141 mm) e o menor valor em 2007 (36 mm), TABELA 4.4.

TABELA 4.4 – Dados climatológicos para as estações de chuva e seca ao longo dos anos de 2004 a 2007, calculados a partir dos dados da PCD Meteorológica de São Luís.

| Ano | Estação CHUVA | | | | Estação SECA | | | |
|------|---------------|----------|----------------|------------|--------------|----------|----------------|------------|
| | Precipitação | Temp. Ar | Radiação solar | Vel. Vento | Precipitação | Temp. Ar | Radiação solar | Vel. Vento |
| 2004 | 1.756 | 26,6 | 399,1 | 5,1 | 76,8 | 27,8 | 485,1 | 7,2 |
| 2005 | 1.327 | 27,1 | 393,1 | 5,3 | 141,3 | 28,2 | 465,9 | 7,0 |
| 2006 | 1.699 | 26,9 | 394,0 | 4,9 | 89,2 | 28,5 | 470,6 | 7,2 |
| 2007 | 1.692 | 27,6 | 359,6 | 5,3 | 35,6 | 28,9 | 486,5 | 7,4 |
| MED | 1.618 | 27,1 | 386,5 | 5,1 | 85,7 | 28,4 | 477,0 | 7,2 |
| DP | 196,7 | 0,44 | 18,1 | 0,8 | 43,6 | 0,5 | 10,3 | 0,2 |

Além da variação no volume de água da chuva entre as duas estações do ano, observaram-se alterações na temperatura média do ar, radiação solar e velocidade de vento média (TABELA 4.4). Em média na estação seca a temperatura do ar foi 1,3°C mais alta, a radiação solar foi 90,5 cal/cm².dia maior e a velocidade do vento foi 2,1 m/s maior.

4.2.2 Caracterização dos ecossistemas

A Ilha do Gato situa-se na foz do rio Mapari na baía do Tubarão. Segundo os mapas do Zoneamento Costeiro do Estado do Maranhão (MARANHÃO, 2003), em termos geológicos, esta bacia é caracterizada por formações do grupo Barreiras (Terciário) em seu alto curso; por depósitos de cordões litorâneos e depósitos eólicos continentais (Pleistoceno), juntamente com depósitos aluvionares que predominam ao longo do canal e, no baixo curso, depósitos de mangue (ambos do Holoceno).

A bacia do rio Mapari é composta principalmente por um ecossistema de restinga associado a solos de areias quartzosas marinhas e um ecossistema de manguezal bastante desenvolvido e preservado.

A Ilha do Gato é formada por depósitos quaternários, marcada por duas grandes unidades de paisagem: (a) área supra-marés formada por sedimento arenoso e onde se localizam as residências, comércios e demais estruturas da comunidade entre ruas de areia. Esta área abriga vegetação de restinga e uma lagoa de água doce perene, com grande aumento de volume no período chuvoso; e (b) área entre-marés marcada pela presença de extensas áreas de manguezais e de apicuns. Observa-se uma transição clara entre as duas unidades de paisagem, com substituição da vegetação de restinga por uma faixa de carnaúbas, seguida por bosques de *C. erectus*, espécie que se limita a ambientes de baixa salinidade e com menor influência das marés, principalmente nas bordas internas do manguezal (JIMÉNES, apud

REBELO-MOCHEL, 1999). A partir desta transição se iniciam os apicuns, extensas áreas hipersalinas marcadas pela ausência de vegetação vascular, e que são margeados por marismas hipersalinos caracterizados por uma vegetação herbácea ou rasteira. A partir deste ponto se observa a colonização por *A. germinans* e inicia-se a faixa de vegetação característica de mangue que segue até o encontro com o estuário. No limite entre o estuário e os manguezais, são encontrados os campos homogêneos de *Spartina alterniflora*.

Durante os trabalhos de campo realizados conjuntamente neste estudo, registraram-se seis das sete espécies arbóreas características do manguezal (*Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus*, *Rhizophora mangle*, *R. harrisonii*, *R. racemosa*). Destaca-se a ocorrência das três espécies de *Rhizophora*, sendo que *R. mangle* foi encontrada nas partes mais baixas do estuário, e *R. harrisonii* e *R. racemosa* nas partes mais altas e com menor salinidade (REBELO-MOCHEL, op cit).

Além da ocorrência significativa de peixes-bois no estuário da Ilha do Gato, são encontradas diversas espécies de aves, com destaque para um ninhal de reprodução de guarás (*Eudocimus ruber*) e registros frequentes de botos-cinza (*Sotalia guianensis*).

Essa configuração dos ecossistemas costeiros já foi descrita para outras áreas do Maranhão (REBELO-MOCHEL, 1999; REBELO-MOCHEL et al., 2001), e parece ser característica deste ambiente de transição, marcado diariamente por uma ampla flutuação das marés e grande aporte fluvial, bem como alterações significativas de precipitação entre as duas épocas do ano. Essa diversidade de unidades de paisagens, do ponto de vista da conservação e manejo, reflete a complexidade na elaboração de medidas de proteção adequadas ao ambiente.

Na figura 4.4 podem ser vistos os principais ecossistemas descritos.

O sítio de observação situa-se na extremidade leste da Ilha do Gato, no canal principal de desembocadura do rio Mapari na baía do Tubarão. A área de monitoramento é constituída por um canal do estuário com cerca de 400 metros de largura, com profundidades variando entre 1 e 6,5 metros na maré vazante, e entre 3 e 8,5 metros na maré enchente, sendo limitado a leste por uma pequena ilha totalmente coberta de vegetação de mangue (FIGURA 4.5). O canal apresenta um poço com cerca de quatro metros de profundidade na maré seca situado entre os quadrantes 2 e 3, propiciando águas profundas nas diferentes fases de maré. O quadrante 1, embora tenha apresentado a maior profundidade média na maré enchente, possui um banco de areia que fica exposto nos estofos de marés vazantes.



Bosques de *Rhizophora mangle*
no estuário do rio Mapari



Canal da desembocadura
do rio Mapari Baía do Tubarão -
porto de maré "Quebra"



Campos de *Spartina alterniflora*
alagados durante as marés cheias
na barra da Ilha do Gato



Campos de *Spartina alterniflora*
expostos nas marés secas



Apicum margeado pelos
marismas hipersalinos
e bosques de *Avicennia germinans*



Conocarpus erectus na
a transição entre restinga e os apicuns

**FIGURA 4.4 – Principais ecossistemas
da barra da Ilha do Gato**

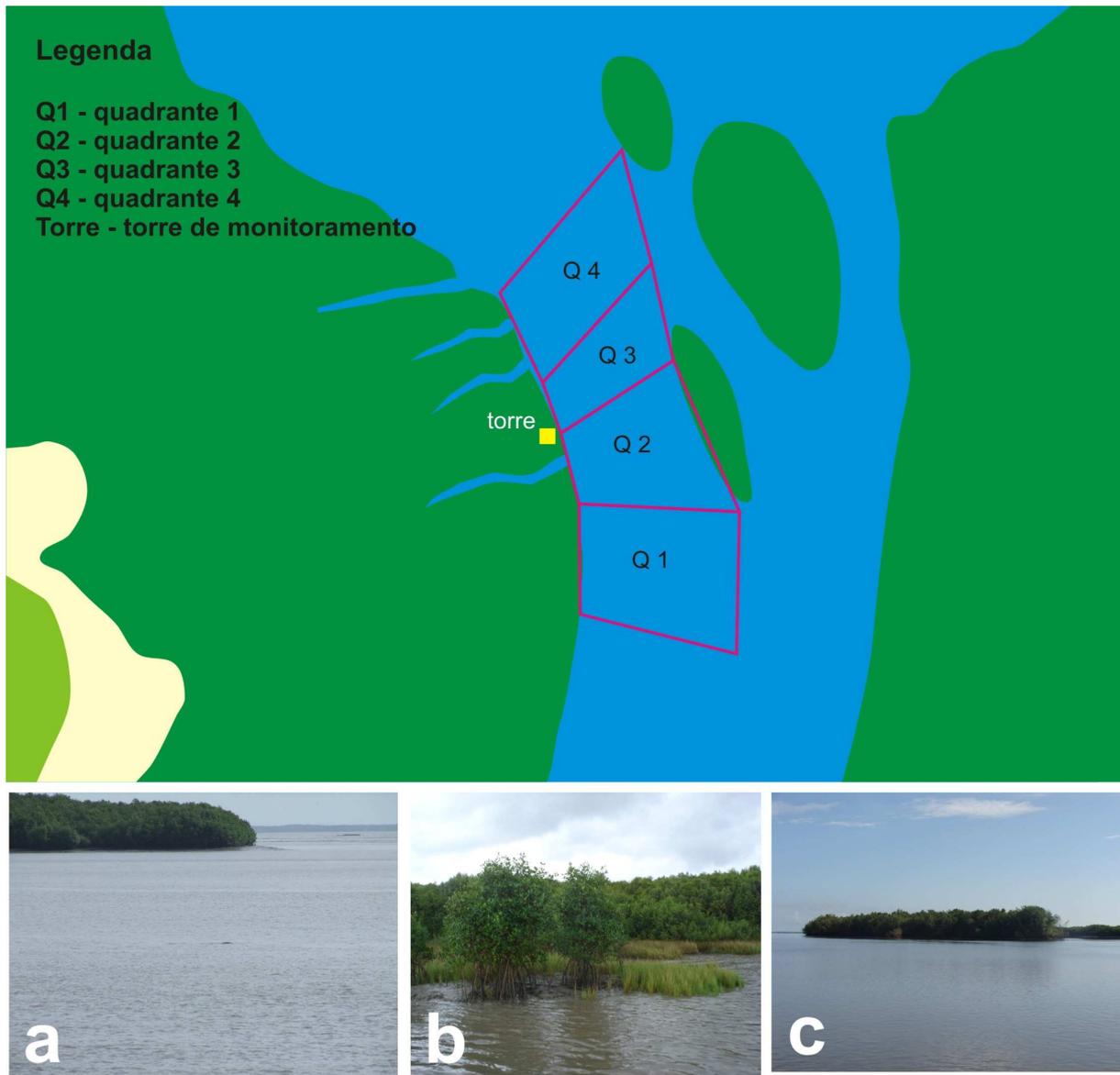


FIGURA 4.5 – Mapa esquemático da área de observação de peixes-bois na barra da Ilha do Gato, estuário do rio Mapari. (a) avistagem de um peixe-boi no poço fundo onde os animais são vistos em atividade de repouso, durante os períodos de maré seca; (b) marismas e manguezais na extremidade do quadrante 4; (c) ilha de mangue que limita o quadrante 4.

A torre de observação de peixes-bois ($02^{\circ}31'09,81''S$; $43^{\circ}37'09,13''W$) situa-se na margem oeste canal do estuário imediatamente após o banco de lama colonizado por *S. alterniflora* e marca a divisa entre os quadrantes 2 e 3, onde localiza-se um pequeno canal de maré. Este canal possui cerca de 3 metros de largura e 1,70 de profundidade junto à franja, e meandra o bosque de mangue até as regiões mais próximas dos apicuns aonde chega a atingir 50 cm de largura por 5 cm de profundidade, estando sempre associado a sedimento lamoso e

inconsolidado e à presença dominante em seu retorno imediato de *R. mangle* (FUNO, 2008). Os peixes-bois já foram avistados no interior deste canal em períodos de maré cheia (ALVITE op cit). A partir da torre de observação estende-se uma zona entre-marés com cerca de 1.500 metros, que vai do canal do rio Mapari atravessando a vegetação de manguezal até o apicum.

A área de monitoramento dos peixes-bois no sítio de observação da Ilha do Gato tem 379.599m² e é subdividida em quatro quadrantes de observação de tamanhos distintos (Q1=120.605m²; Q2=97.594m²; Q3=62.112m²; Q4=99.288m²). Os quadrantes estão dispostos seqüencialmente ao longo do canal do estuário (FIGURA 4.5) e são caracterizados pela presença de bosques mistos de vegetação de mangue (*A. germinans*, *R. mangle* e *L. racemosa*), com alturas variando entre 5 e 15 metros. Os bosques de mangue estão presentes nas duas margens do estuário, com exceção da borda leste do quadrante 1. Embora os bosques tenham apresentado constituição mista de espécies com alturas máximas variando entre 5 e 15 metros, na margem leste observou-se uma dominância de *R. mangle* e ausência de *S. alterniflora*. Na margem oeste observou-se uma dominância de *A. germinans* e a presença de campos de *S. alterniflora* ocorrem em campos mistos com plântulas de mangue, fixados na planície de lama na franja dos bosques de manguezal. Esta configuração da vegetação indica que o lado oeste do canal é uma área de deposição de sedimentos nesta parte do estuário.

A área de cobertura dos campos de *S. alterniflora* foi de 2.010 m² distribuídos somente na margem esquerda do canal do estuário e de forma descontínua ao longo dos quatro quadrantes, em extensões que variaram entre 2 e 228 metros de comprimento (média=31m) e largura de 2 a 16 metros (média=6m). A área média de cada banco foi de 134 m² (min=4; max=912).

O sítio de monitoramento na barra da Ilha do Gato apresentou salinidade variando entre 0 e 15‰ (média=8,1; DP±1,3), temperatura da água variando entre 26,1 e 29,3°C (média 28,3; DP±0,4). Os demais parâmetros oceanográficos médios, coletados na estação chuvosa (maio/2008) foram: pH = 7,27 (DP±0,07), condutividade = 18,6 mS/cm (DP±4,2), velocidade de corrente máxima = 60,9 mS/cm (DP±8,3), velocidade de corrente média 46,5 m/s (DP±5,0) e profundidade 3,9 metros (mínimo=2,2; máximo=5,3, TABELA 4.5). A altura da maré variou entre 0,0 e 5,4 metros.

TABELA 4.5 – Parâmetros oceanográficos coletados nos quadrantes de observação de peixes-bois na barra da Ilha do Gato, durante as fases de maré enchente e vazante. Os dados foram coletados em maio de 2008.

| Parâmetro oceanográfico | Maré Vazante | | | | | Maré Enchente | | | | |
|-------------------------|--------------|------|------|------|-------------|---------------|------|------|------|-------------|
| | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Med | Q1* | Q2 | Q3 | Q4 | Med |
| Temperatura Água (°C) | 28,0 | 26,1 | 27,7 | 27,7 | 27,4 | 29,2 | 29,3 | 29,3 | 29,2 | 29,2 |
| Temperatura Ar (°C) | 31,3 | 27,9 | 35,8 | 34,0 | 32,2 | 27,2 | 28,0 | 29,2 | 28,6 | 28,3 |
| pH | 7,5 | 7,3 | 7,1 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,3 | 7,5 | 7,3 |
| Salinidade (‰) | 5,0 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 15,0 | 15,0 | 14,7 | 14,7 | 14,8 |
| Condutividade (mS/cm) | 16,1 | 4,2 | 2,4 | 2,6 | 6,3 | 26,2 | 24,7 | 26,0 | 28,8 | 26,4 |
| Velocidade Corrente MAX | 100,1 | 94,1 | 71,6 | 85,1 | 87,7 | 0,0 | 28,3 | 52,8 | 55,5 | 34,2 |
| Velocidade Corrente MED | 81,6 | 70,5 | 62,0 | 64,2 | 69,6 | 0,0 | 17,8 | 36,2 | 40,0 | 23,5 |
| Profundidade (m) | 3,3 | 3,5 | 2,3 | 2,2 | 2,8 | 5,3 | 5,1 | 5,0 | 4,4 | 5,0 |

Legenda: Q1 a Q4 (quadrantes); * os dados do Q1 foram coletados no estofa da maré cheia.

As medições de salinidade e pH, superficial e de fundo, realizadas em setembro de 2008, demonstraram não haver diferenças nas médias dos dois parâmetros de acordo com a profundidade. A salinidade média observada foi de 3,5 (DP±0,2) no fundo e superfície, e o pH foi de 8,1 (DP±0,05). Estes resultados sugerem que o estuário estudado não apresenta estratificação vertical, típico de estuários com forte influência das forças causadoras da mistura de águas, como marés, ventos e correntes (MIRANDA, CASTRO & KJERFVE, 2002). FUNO (2008), num estudo com foraminíferos no estuário do rio Mapari, não encontrou influência da cunha salina durante a maré alta em pontos da parte alta do estuário, corroborando esta hipótese.

As principais variações observadas nos parâmetros oceanográficos coletados neste estudo estão relacionadas às flutuações diárias das marés, devido, entre outros, ao aporte de água doce trazido pelo rio Mapari nas marés vazantes. As coletas não avaliaram de forma precisa as alterações causadas entre os períodos de chuva e seca, registrando apenas um aumento na salinidade da barra da Ilha do Gato durante a maré enchente de 18 para 35 na estação seca.

Os quadrantes tiveram pouca variação entre os parâmetros coletados, refletindo diferenças mais devido ao horário da coleta do que características propriamente de cada área. A velocidade de corrente foi o parâmetro que apresentou as maiores diferenças entre os quatro quadrantes, observadas principalmente próximas às margens do canal. Da mesma forma a

frequência de ocorrência dos peixes-bois apresentou pequena variação entre os quadrantes, apresentando os seguintes valores: Q1= 24%, Q2= 25%, Q3= 31%, Q4= 23%.

As alterações diárias ocasionadas pela flutuação no nível de maré influenciaram alguns parâmetros oceanográficos determinantes na escolha de habitats pelos peixes-bois. Na época chuvosa, a salinidade média teve um aumento de 13,3‰ da maré vazante para a maré enchente, a condutividade um aumento de 20,1 mS/cm e a velocidade de corrente foi 46,1 m/s maior na maré vazante quando comparada a maré enchente (TABELA 4.5). Esses dados serão discutidos no estudo de caso da ecologia de peixes-bois no item 4.3.

De acordo com as diferentes fases de maré, a salinidade na barra da Ilha do Gato variou de água doce (<0,5) a mesohalina (18-5), segundo proposta de classificação das águas baseada em valores de salinidade (CLOSS apud FUNO, 2008). A água apresentou baixos valores de salinidade durante as marés vazantes, sendo classificada entre doce e oligohalina (0 a 5), TABELA 4.6, e estes resultados devem-se ao volume de descarga fluvial oriundo do rio Mapari e que provoca alteração nas características oceanográficas em sua desembocadura na baía do Tubarão. Cabe mencionar que na época seca, a salinidade na barra da Ilha do Gato na maré enchente atingiu níveis de salinidade maiores que os observados na época chuvosa, podendo ser classificada como euhalina.

O estuário mostrou-se com forte influência da variação diária nos regimes de maré, refletindo em mudanças na salinidade, velocidade de corrente, profundidade e acesso aos recursos vegetais pelos peixes-bois. Os menores valores de salinidade encontrados nas marés vazante devido ao maior volume de descarga fluvial oriunda do rio Mapari no período chuvoso pode ser um fator determinante na utilização do estuário pelos peixes-bois. Segundo relatos de moradores locais (ALVITE, op cit), os peixes-bois apresentam preferências de habitat de acordo com a distribuição das isoalinas de salinidade ao longo do estuário, sendo que no período de seca são mais frequentemente avistados nas porções superiores do estuário, em direção a cabeceira do rio Mapari. É possível que nos períodos de maior volume de água da chuva trazido pelo rio em direção a boca do estuário, a salinidade no sítio de observação de peixes-bois seja menor, e os animais possam suprir suas necessidades de água doce nesta altura do estuário. Recomenda-se a realização de estudos mais detalhados sobre o padrão de deslocamento dos animais no estuário frente às variações ambientais existentes nos ecossistemas estuarinos e manguezais da baía do Tubarão.

Foram encontradas variações sazonais na disponibilidade dos principais recursos vegetais existentes na área de observação de peixes-bois na barra da Ilha do Gato. Na média, a biomassa aérea de *S. alterniflora* no período chuvoso foi duas vezes maior que no

período seco ($t=3,913$; $gl=18$; $p<0,001$), TABELA 4.6. Estes resultados sugerem que no período chuvoso, em função da maior disponibilidade de recursos alimentares, pode-se encontrar um maior número de peixes-bois neste local. Os dados de biomassa (úmida e seca) aérea de plântulas de mangue não apresentaram consistência entre os períodos de chuva e seca, e podem ser devido a erros na metodologia de secagem das amostras. Estes dados não foram considerados nas análises sobre a disponibilidade de recursos vegetais. No entanto a biomassa de *S. alterniflora* foi muito superior à de plântulas de mangue, sugerindo que este pode ser o fator determinante na escolha deste recurso pelos peixes-bois.

TABELA 4.6 - Biomassa aérea média dos principais recursos vegetais coletados nos marismas do sítio de observação de peixes-bois na barra da Ilha do Gato, durante as estações de chuva (junho/2008) e seca (dezembro/2007).

| Biomassa | <i>Spartina alterniflora</i> | | | | Plântulas de mangue | | | |
|------------------------------------|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|---------------------|-----------------|-------|-----------------|
| | CHUVA | | SECA | | CHUVA | | SECA | |
| | Média | DP ^c | Média | DP ^c | Média | DP ^c | Média | DP ^c |
| Peso úmido (g/m ²) | 4.091,3 | 1.382,5 | 2.110,4 | 761,9 | 185,5 | 123,6 | 147,4 | 142,9 |
| Peso seco (g/m ²) | 860,5 | 304,8 | 430,1 | 167,5 | 32,8 | 22,1 | 35,0 | 34,1 |
| Peso úmido total (kg) ^a | 8.223,5 | | 4.241,9 | | 372,9 | | 296,3 | |
| Peso seco total (kg) ^a | 1.729,6 | | 864,5 | | 65,9 | | 70,4 | |
| Peso úmido/seco ^b | 4,75 | | 4,91 | | 5,65 | | 4,22 | |

Legenda: a. O peso úmido e seco totais representam estimativas da biomassa aérea total existente no SO de peixes-bois-marinhos da barra da Ilha do Gato. Foram calculados pela multiplicação entre a biomassa aérea (úmida e seca) de cada recurso vegetal e a área total das faixas mistas de *S. alterniflora* e plântulas de mangue dentro dos quadrantes de observação (biomassa do recurso X área dos bancos).
 b. peso úmido/seco: razão entre as médias de biomassa aérea de cada recurso em cada estação do ano.
 c. DP: desvio padrão.

Foram identificadas três espécies de plântulas de mangue junto aos marismas – *A. germinans*, *R. mangle* e *L. racemosa*, sendo que no período chuvoso foram encontradas 51 plântulas de mangue a mais por m² que no período seco ($t=2,587$; $gl=10,6$; $p=0,026$). A densidade média de cada espécie também variou entre as estações do ano. *L. racemosa* e *A. germinans* foram encontradas em densidades de 37,2 e 16,4 plântulas a mais por m² na estação chuvosa, e *R. mangle* em densidades de 5,2 plântulas a mais por m² na estação seca (TABELA 4.7).

TABELA 4.7 – Densidade (indivíduos/m²) de plântulas de mangue coletadas nos marismas do sítio de observação de peixes-bois na barra da Ilha do Gato, nas estações de chuva (junho/2008) e seca (dezembro/2007).

| Espécie | Estação | | Estação | | Teste-t | gl ^b | p ^c |
|------------------------------|---------|-----------------|---------|-----------------|----------|-----------------|----------------|
| | CHUVA | | SECA | | | | |
| | Média | DP ^a | Média | DP ^a | | | |
| <i>Rhizophora mangle</i> | 1,6 | 2,1 | 6,8 | 6,8 | 2,31016 | 10,6 | 0,042 |
| <i>Laguncularia racemosa</i> | 44 | 42,9 | 6,8 | 10,8 | -2,65522 | 10,1 | 0,024 |
| <i>Avicennia germinans</i> | 24 | 22,1 | 7,6 | 5,5 | -2,28052 | 10,1 | 0,046 |
| Plântulas de mangue | 73,6 | 61,3 | 21,2 | 18,6 | -2,58771 | 10,6 | 0,026 |

Legenda: a. DP (desvio padrão). b. gl (graus de liberdade); c. p (grau de significância para todos os testes foi de 0,05).

Durante o mapeamento dos recursos vegetais, registrou-se a ocorrência de peixes-bois em 75% das saídas de campo (n=06), totalizando 29 avistagens de peixes-bois, com média diária de 3,6 animais/dia (min=01; max=11). Em cinco ocasiões, todas durante a maré cheia, registraram-se comportamento dos animais alimentando-se nas faixas de *S. alterniflora*, confirmando a utilização do recurso pela espécie. Foram registrados dois rastros de pastoreio nas faixas de *S. alterniflora*, constituindo manchas de 2m x 3m, sendo que em uma ocasião foi observado um rastro de deslocamento na lama. O padrão observado não indicou o consumo de raízes. O comportamento de pastoreio nas faixas de “paturá” foi relatado por pescadores nos litorais do Maranhão, Pará e Amapá (Lima, op cit). Essas observações atestam que a metodologia de observação poderá ser aprimorada gerando dados comportamentais fundamentais para refinar as análises dos padrões de utilização dos ecossistemas.

4.3 Indicadores ecológicos de peixes-bois-marinhos na barra da Ilha do Gato

4.3.1 Estrutura social de peixes-bois

Entre o período de 2004 a 2007, foram realizadas em média 284 (DP±69) avistagens de peixes-bois por ano e 38 (DP±8,5) avistagens de filhotes/ano na barra da Ilha do Gato (TABELA 4.8).

TABELA 4.8 – Indicadores de peixes-bois estabelecidos para a barra da Ilha do Gato a partir dos dados de monitoramento por meio de plataformas fixas, entre 2004 e 2007.

| ANO | Indicadores populacionais e ecológicos ^{a, b} | | | | | | |
|------|--|------|------------|------------|------|------------|--------------|
| | CT | CF | FO Total | FO filhote | CMax | APUE Total | APUE Filhote |
| 2004 | 372 | 12,9 | 73 (157) | 25 (40) | 11 | 0,595±0,03 | 0,077±0,01 |
| 2005 | 307 | 13,4 | 64 (156) | 22 (35) | 9 | 0,493±0,03 | 0,066 ±0,01 |
| 2006 | 234 | 12,6 | 55,6 (153) | 17 (26) | 14 | 0,385±0,03 | 0,058 ±0,01 |
| 2007 | 224 | 12,7 | 58 (150) | 17 (25) | 8 | 0,380±0,03 | 0,049 ±0,01 |
| MED | 284±69 | 12,9 | 54 (616) | 20 (616) | 10,5 | 0,463±0,17 | 0,062 ±0,01 |

Legenda: (a) Indicadores: CT (contagem total), CF (contagem de filhotes), FO (frequência de ocorrência). CMax (contagem máxima diária), APUE (avistagem por unidade de esforço), (b) Unidades de medida: CT (somatório avistagem), CF (% total/ano), FO (porcentagem, N); CMax (máxima/ano, média/ano); APUE/DME (média, desvio padrão).

Estes resultados, quando comparados a de outros sítios de observação de peixes-bois por plataformas fixas, demonstram que o estuário da Ilha do Gato apresentou os maiores valores no indicador de abundância relativa entre as áreas monitoradas pelo PPB. Em uma análise de 15 anos de monitoramento por plataformas fixas no estuário do Rio Mamanguape/PB, o maior valor de APUE encontrado foi de 0,30 (IBAMA/CMA, 2006).

No entanto, o maior valor de APUE observado neste estudo foi de 0,595 peixes-bois por hora de observação, ou seja, menos de seis animais a cada 10 horas, o que reforça a raridade da espécie no litoral brasileiro.

Os peixes-bois estiveram presentes no estuário da Ilha do Gato ao longo de todos os anos de monitoramento (TABELA 4.8), mas foi observada uma redução na ocorrência dos animais entre os anos ($\chi^2=11,3545$; gl=3; $p<0,01$), sendo que em 2005 os peixes-bois foram 9% menos frequentes em relação ao ano de 2004, com uma redução de 8% entre 2005 e 2006. No entanto observou-se um aumento de 2% neste indicador entre 2006 e 2007. Filhotes foram registrados em média em 20% dos dias de monitoramento e as diferenças encontradas ao longo dos anos foram explicadas pelo acaso ($\chi^2=11,3545$; gl=3; $p<0,01$).

Em relação à saúde demográfica da população estudada na barra da Ilha do Gato, observou-se que em todos os anos monitorados os valores de CF foram superiores a 10% (TABELA 4.8), com o maior valor encontrado em 2005 (13,4 %). A média anual na

porcentagem de filhotes (CF) foi de 12,9% (DP±0,4) e as diferenças encontradas ao longo dos anos foram explicadas pelo acaso ($F=0,2341$; $g_{\text{tratamento}}=3$; $g_{\text{erro}}=40$; $p=0,872$).

A proporção média de filhotes calculada ao longo dos meses de observação não mostrou uma variação sazonal (FIGURA 4.6).

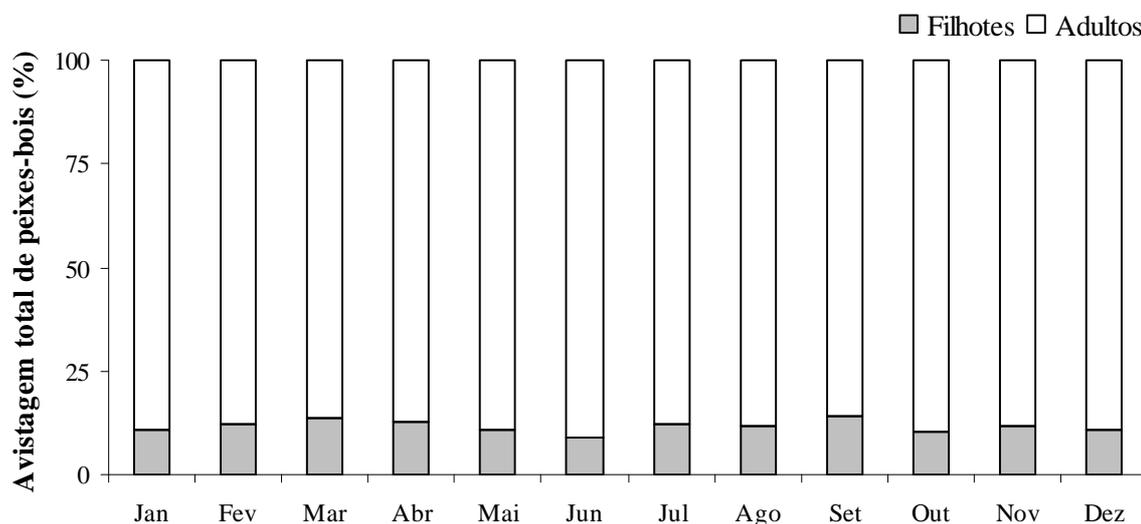


FIGURA 4.6 – Porcentagem média mensal de filhotes e adultos de peixes-bois avistados na barra da Ilha do Gato no período entre 2004 e 2007.

A média mensal na porcentagem de filhotes foi de 13%, com o menor valor encontrado em junho (9%) e o maior em setembro (15%). No entanto, as diferenças encontradas entre os meses não foram significativas ($F=0,545$; $g_{\text{tratamento}}=11$; $g_{\text{erro}}=36$; $p=0,859$).

Embora não tenham sido encontradas variações significativas na CF média mensal, este indicador quando analisado anualmente pôde ser comparado com dados de saúde demográfica existentes em outros países. Taxas de 8% de filhotes têm caracterizado populações estáveis ou em crescimento (RATHBUM apud AUIL, 2004). A porcentagem média de filhotes da população de peixes-bois monitorada na barra da Ilha do Gato apresentou um valor comparável aos considerados como uma população saudável em termos demográficos em áreas como na Flórida, Belize (MORALES-VELA et al., 2000; AUIL, 2004) e México (MORALES-VELA et al., 2000).

A pouca variação mensal entre os valores de CF encontrados para a barra da Ilha do Gato, a partir da análise do banco de dados de monitoramento por plataformas fixas, não corroborou o período entre outubro a março como época de concentração no nascimento de filhotes, conforme vêm sendo descrito para os peixes-bois em outras áreas de relevante

ocorrência no litoral nordeste do Brasil (LIMA et al., 1992; ALVES, 2007; MEIRELLES, 2008). O período de enalhes de filhotes órfãos no litoral nordeste tem se concentrado entre outubro a abril, sugerindo que este período corresponda ao de nascimento de filhotes (LIMA, 1999; MEIRELLES, 2003; PARENTE, VERGARA-PARENTE & LIMA, 2004).

Esses resultados, quando analisados isoladamente, podem sugerir que no litoral norte do Brasil não exista período de concentração no nascimento de filhotes. No entanto, estudos mais aprofundados sobre o período de estro das fêmeas e nascimento no litoral do Maranhão devem ser realizados.

A ausência de variação na porcentagem mensal de filhotes ao longo do ano registrada para a barra da Ilha do Gato pode estar relacionada com a metodologia de observação de peixes-bois por meio de plataformas fixas que não vem registrando a presença de filhotes neonatos. Ao nascerem, os filhotes apresentam coloração escura bem característica. No entanto permanecessem sendo amamentados e considerados filhotes até cerca de dois anos, período em que se tornam aptos a alimentar-se exclusivamente de vegetação (REYNOLDS III & POWELL, 2002). O registro da categoria filhotes neonatos pode ser um melhor indicador da época de nascimento do que apenas o registro genérico desta categoria de idade. A incorporação deste tipo de informação no banco de dados do monitoramento por meio de plataformas fixas do PPB poderá refinar as análises de período de nascimento na região.

No entanto, a presença constante de filhotes na barra da Ilha do Gato indica que esta porção do estuário do rio Mapari vem sendo utilizada como berçário e cria de filhotes ao longo de todo o ano. A presença de águas calmas e com profundidades médias de 2,8 metros nas marés vazantes, a abundância de vegetação e a baixa atividade antrópica podem ser determinantes neste fator, fornecendo características ideais para utilização da área como berçário e dando condições adequadas para os cuidados parentais efetuados pela fêmea.

A partir das análises do indicador CMax, observaram-se diferentes classes de tamanho de grupos de peixes-bois na barra da Ilha do Gato, variando entre dois e 14 animais (FIGURA 4.7).

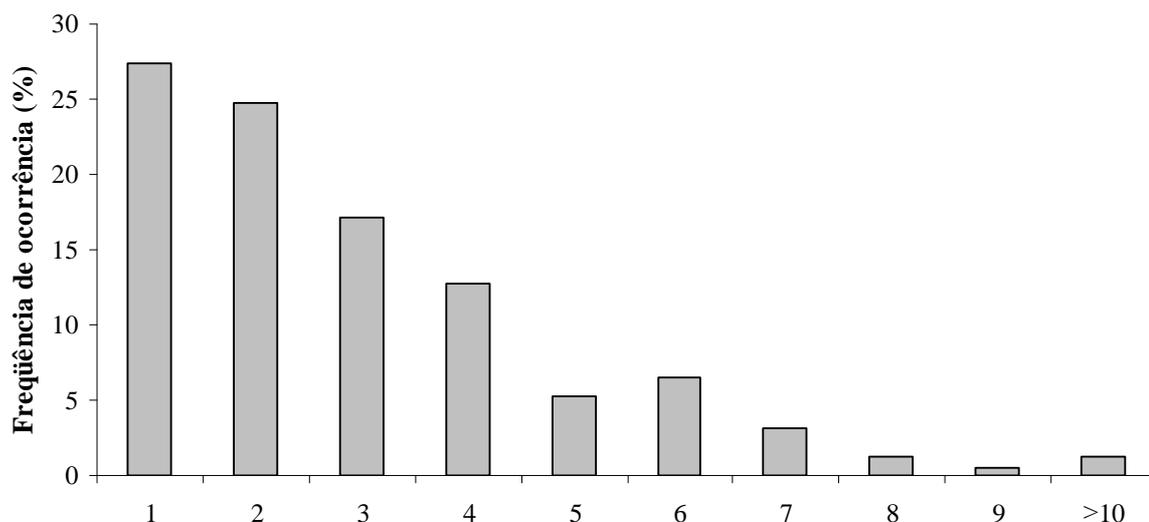


FIGURA 4.7 – Frequência de distribuição das classes de contagem máxima de avistagem diária (CMax) de peixes-bois na barra da Ilha do Gato entre 2004 e 2007. O maior valor observado foi de 14 animais.

Em relação à composição dos grupos, a barra da Ilha do Gato apresentou a maioria dos registros de avistagens máximas diárias de animais solitários (27%), seguida por dois (25%), três (17%) e quatro (13%) peixes-bois (FIGURA 4.7). Grupos com cinco ou mais animais foram avistados em 18% dos dias. Valores de CMax iguais ou superiores a 10 foram registradas em cinco ocasiões, sendo elas: abril/2004, maio/2004, novembro/2004 e 14 em março 2006.

A presença de indivíduos solitários foi a mais comum, confirmando o hábito não gregário/solitário da espécie (HARTMAN, 1979). O registro de dois animais, a segunda categoria de CMax de maior ocorrência (FIGURA 4.7), pode estar associado a presença fêmeas com filhotes. A porcentagem de pares (fêmeas/filhotes) não foi analisada nesta dissertação pela falta do detalhamento desta informação no banco de dados do PPB.

A estrutura social de peixes-bois encontrada na barra da Ilha do Gato corrobora outros estudos realizados no Brasil, tais como os levantamentos realizados a partir de entrevistas por LIMA (1999) que demonstrou que as categorias mais comuns avistadas no litoral nordeste foram de animais solitários ou em duplas. Estudos sobre ecologia de peixes-bois realizados na Praia do Sagi/RN registrou a maioria das avistagens sendo de animais solitários, seguido por fêmeas com filhotes (PALUDO, 1998). ALVES (2007) encontrou, a partir de observações por ponto fixo no Ceará, as maiores avistagens de animais solitários variando entre 47 e 61%, seguido por duplas (mãe com filhotes e/ou dois adultos).

Com o objetivo de testar a hipótese de sazonalidade no período reprodutivo, calculou-se a distribuição de frequência das classes de CMax mensais máximas ao longo dos meses do ano.

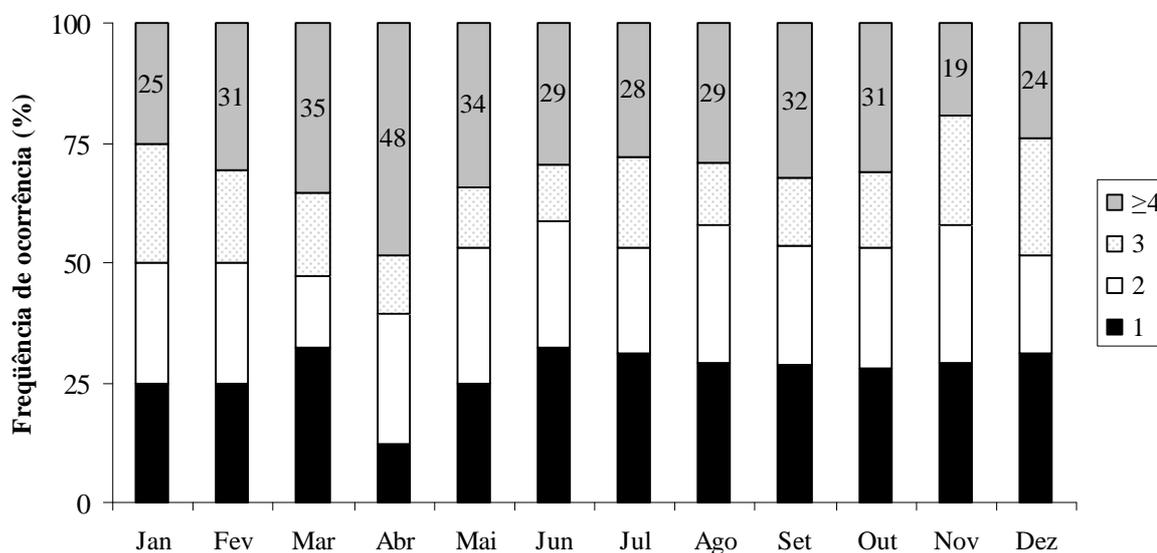


FIGURA 4.8 – Porcentagem das classes de CMax médias mensais de peixes-bois na barra da Ilha do Gato, no período de 2004 a 2007. Os valores expressos nas barras referem-se às médias mensais na categoria de CMax ≥ 4 animais.

A média mensal na porcentagem de CMax com quatro ou mais animais foi de 30,6 % (DP=7,2). As maiores frequências de grupos com quatro ou mais peixes-bois ocorreram entre os meses de março a maio (FIGURA 4.8). Nesse período foram registradas as maiores taxas de precipitação atmosférica entre 2004 e 2007, totalizando 56% do volume de chuvas da estação chuvosa. Quatorze foi o maior número de peixes-bois avistados e ocorreu em março de 2006, um dos meses com maior precipitação acumulada em todo o período do estudo.

Os peixes-bois são animais de hábito essencialmente solitários e a associação mais duradoura é a de fêmea-filhote, que pode durar até dois anos, período em que o filhote é amamentado. Agrupamentos de peixes-bois têm sido registrados durante épocas e locais de reprodução ou em áreas de alimentação ao longo do litoral norte-nordeste do Brasil. É possível que a alta porcentagem de grupos com cinco ou mais peixes-bois encontradas na estação chuvosa esteja associada à capacidade suporte do ambiente, com maior disponibilidade de água doce nessa porção do estuário e com recursos alimentares em maior

abundância que na estação de seca, permitindo que um maior número de animais utilize a mesma área simultaneamente.

Outra hipótese para a ocorrência de grupos com quatro ou mais animais num período definido, pode estar associada à concentração do período reprodutivo da espécie. Embora os peixes-bois sejam animais de hábitos solitários e agrupem-se de forma casual, a formação de agrupamentos de quatro ou mais animais parecem ter relação fundamental com a reprodução (REYNOLDS III, 1981). A alta porcentagem de CMax com quatro ou mais peixes-bois e a ocorrência em todos os anos monitorados, indicam que a barra da Ilha do Gato é um local freqüentemente utilizado para reprodução e consiste em importante sítio reprodutivo na baía do Tubarão. Os maiores tamanhos de grupos ocorreram nos meses de março a maio, coincidindo parcialmente com o suposto período reprodutivo da espécie no nordeste do Brasil. SILVA et al. (1992) identificou o período de maior avistagem de peixes-bois, freqüentemente em grupos, entre outubro a maio na barra de Mamanguape/PB, PALUDO (1998) encontrou os maiores valores de ocorrência de grupos em dezembro. LIMA (2007) observou que na estação seca alguns animais reintroduzidos realizam deslocamentos maiores e que podem estar associados a atividades reprodutivas. Será importante a realização de pesquisas específicas sobre o período reprodutivo dos peixes-bois no litoral norte e comparação com o litoral nordeste.

O reconhecimento e proteção de áreas utilizadas pelos peixes-bois como berçários, cria de filhotes e para atividades reprodutivas ao longo de sua distribuição no Brasil serão de extrema importância na elaboração de estratégias para a conservação e sustentabilidade da espécie.

4.3.2 Sazonalidade

As análises de sazonalidade em relação à intensidade de uso mostraram que os peixes-bois foram avistados ao longo de todos os meses do ano (TABELA 4.9), com 62% de freqüência de ocorrência (média mensal). A FO média mensal de filhotes foi de 21%. Não foram encontradas diferenças significativas nas médias mensais na FO no total de avistagens ($\chi^2=5,8118$; gl=11; p=0,886) e de filhotes ($\chi^2=7,5738$; gl=11; p=0,751).

TABELA 4.9 – Médias mensais do indicador de uso de habitat (frequência de ocorrência) e do índice de abundância relativa de peixes-bois na barra da Ilha do Gato, ao longo do período de 2005 a 2007.

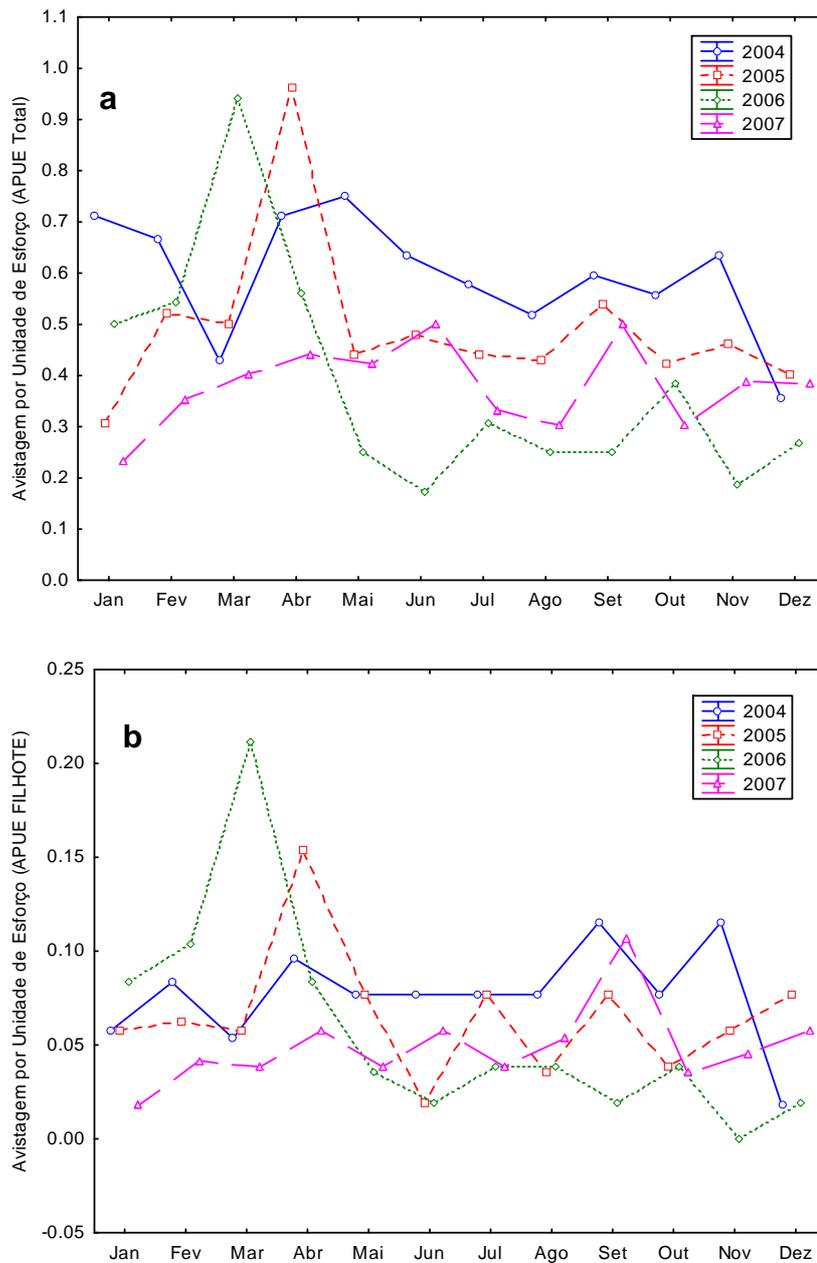
| Mês | Indicador de Uso de Habitat ^a | | Índice de Abundância Relativa ^b | |
|--------------|--|-----------------|--|---------------|
| | FO Total | FO Filhotes | APUE Total | APUE Filhotes |
| Janeiro | 62 (32) | 17 (09) | 0,44 | 0,05 |
| Fevereiro | 75 (36) | 27 (13) | 0,52 | 0,07 |
| Março | 64 (34) | 25 (13) | 0,57 | 0,09 |
| Abril | 65 (33) | 29 (15) | 0,67 | 0,10 |
| Maio | 60 (32) | 17 (09) | 0,47 | 0,06 |
| Junho | 65 (34) | 17 (09) | 0,45 | 0,04 |
| Julho | 62 (32) | 21 (11) | 0,42 | 0,06 |
| Agosto | 57 (31) | 20 (11) | 0,38 | 0,05 |
| Setembro | 61 (28) | 24 (11) | 0,47 | 0,08 |
| Outubro | 60 (32) | 17 (09) | 0,42 | 0,05 |
| Novembro | 63 (31) | 16 (08) | 0,42 | 0,05 |
| Dezembro | 55 (29) | 15 (08) | 0,35 | 0,04 |
| Média | 62 (384) | 21 (126) | 0,46 | 0,06 |

Legenda: (a) FO (frequência de ocorrência), Unidade de medida (porcentagem, N). (b) APUE (avistagem por unidade de esforço), Unidade de medida (avistagem de peixe-boi/hora de observação).

Os resultados das análises da frequência de uso em relação às estações do ano também não demonstraram sazonalidade na intensidade de uso. Em torno de 65% da ocorrência dos peixes-bois no estuário da Ilha do Gato foi observada na estação de chuva e esta proporção na seca foi de 59%. Estas diferenças foram consideradas como devido ao acaso e não significativas ($\chi^2=1,8064$; gl=1; p=0,179). A ocorrência de filhotes foi de 22% na chuva e 18% na seca, e estas diferenças também não foram significativas ($\chi^2=1,0946$; gl=1; p=0,295).

Estudos com observação de peixes-bois em outros locais do litoral nordeste não registraram sazonalidade na frequência de uso. ALVES (2003) não encontrou relação em a frequência de ocorrência dos peixes-bois (adultos e filhotes) com os períodos de chuva e seca, corroborando com os dados de SILVA et al, 1992. Estes dados sugerem que, embora tenham sido encontradas variações no tamanho dos grupos entre as estações, os peixes-bois utilizam a barra da Ilha do Gato ao longo de todo o ano, fato que pode estar associado à existência de requisitos ambientais essenciais aos peixes-bois independente do período de chuva ou seca. É possível que a barra da Ilha do Gato disponha dos recursos essenciais aos peixes-bois ao longo de todo o ano, mas que as variações temporais do ecossistema associadas ao regime de pluviosidade pode ser fator determinante na capacidade suporte do ecossistema, permitindo que maior ou menor número de animais utilize o estuário ao mesmo tempo.

O resultado das análises de sazonalidade no tamanho da população não mostrou uma variação ao longo dos meses. A média mensal do índice de abundância de peixes-bois foi de 0,46 animais/hora ($DP \pm 0,09$) e de 0,06 filhotes/hora ($DP \pm 0,02$). As diferenças encontradas entre os meses foram devidas ao acaso tanto para o total de peixes-bois ($F=1,021$; $gl_{tratamento}=11$; $gl_{erro}=36$; $p=0,448$) como para o total de filhotes ($F=0,936$; $gl_{tratamento}=11$; $gl_{erro}=36$; $p=0,518$). Os valores médios de APUE (total e filhotes) mensais para cada ano de monitoramento são apresentados na TABELA 4.9 e nas FIGURAS 4.9. a,b.



FIGURAS 4.9. Médias mensais de avistagem por unidade de esforço (APUE) de peixes-bois (total e filhotes), encontradas na barra da Ilha do Gato entre 2004 e 2007. (a) valores de APUE Total; (b) valores de APUE Filhotes.

Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas na abundância relativa entre os meses, observaram-se dois picos de APUE (total e filhotes), março/2006 e abril/2007 (FIGURAS 4.9 a,b), meses que coincidiram com o maior valor de precipitação durante todo o período do estudo.

O índice de abundância relativa, calculado a partir das médias mensais, foi analisado de acordo com as estações do ano para testar a hipótese de sazonalidade no tamanho da população de peixes-bois na barra da Ilha do Gato. O valor de APUE anual médio para o período entre 2004 e 2007 foi de 0,463 peixes-bois/hora e de 0,062 filhotes/hora.

O índice de abundância mostrou uma diferença significativa no número de peixes-bois avistados entre cada estação do ano, sendo que na estação chuvosa em média foram encontrados 0,1 animais/hora a mais que na estação seca ($F=4,9762$; $gl_{\text{tratamento}}=1$; $gl_{\text{erro}}=40$; $p=0,031$), FIGURA 4.10.

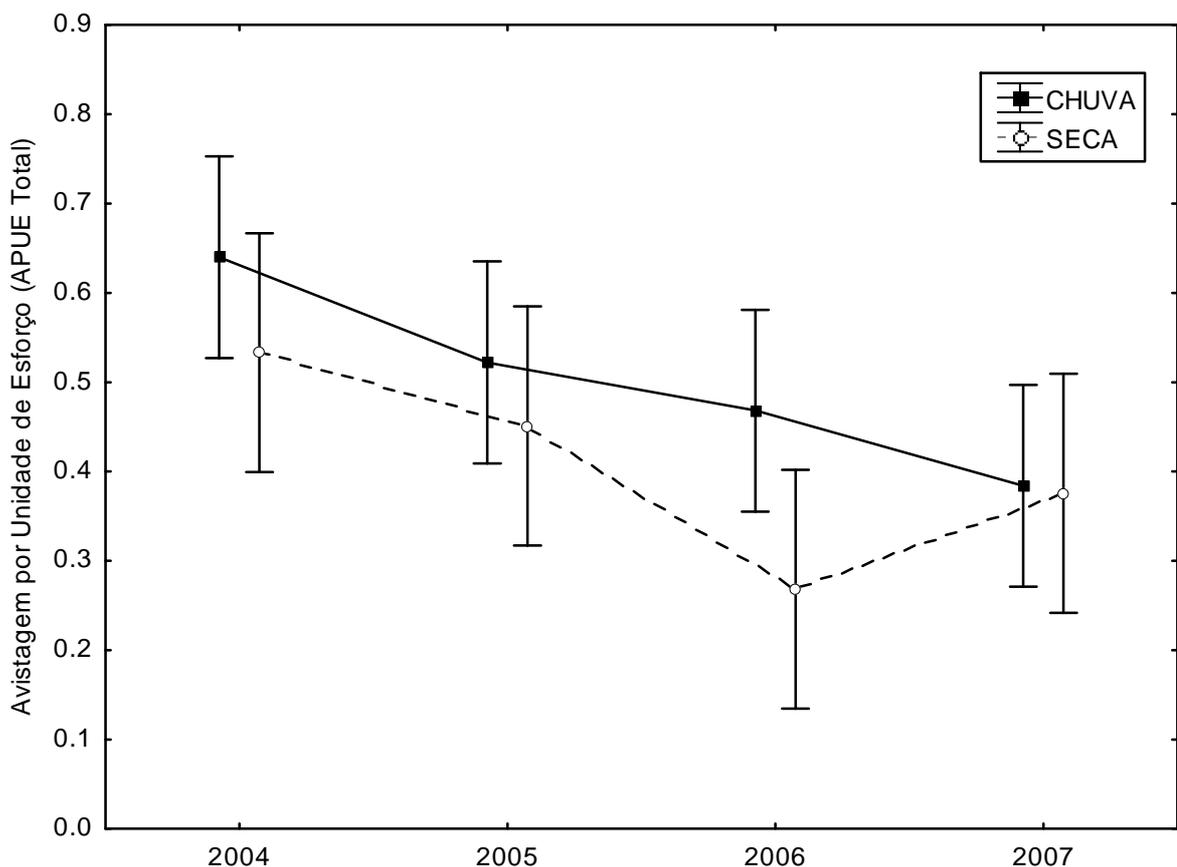


FIGURA 4.10 – Avistagem por unidade de esforço total (APUE Total) na barra da Ilha do Gato obtidos nas estações de chuva e seca, entre 2004 e 2007.

Embora a população de peixes-bois tenha mostrado uma tendência de redução ao longo dos anos ($F=5,5886$; $gl_{tratamento}=3$; $gl_{erro}=40$; $p<0,01$), não foram encontradas interações significativas entre os anos e as estações na APUE total ($F=0,8523$; $gl_{tratamento}=3$; $gl_{erro}=40$; $p=0,474$). Mesmo não tendo sido observadas diferenças na intensidade de uso da barra da Ilha do Gato pelos peixes-bois entre as estações do ano, os resultados indicam que um maior número de animais utiliza a localidade no período de chuva (FIGURA 4.10).

A principal hipótese de sazonalidade testada nesta dissertação está relacionada às diferenças na disponibilidade de água doce no estuário da Ilha do Gato, ocasionadas pelas amplas variações na quantidade de chuvas entre as estações do ano. As diferenças na disponibilidade de água doce observadas entre as estações do ano refletiram em alterações nos recursos ambientais chave determinantes na escolha e seleção de habitats pelos peixes-bois.

AUIL (2004) observou uma correlação entre o número de peixes-bois avistados por hora de sobrevôo e as estações de chuva e seca. A caracterização ambiental da barra da Ilha do Gato apontou para algumas variações em fatores descritos como determinantes na distribuição dos peixes-bois. A maior disponibilidade de recursos alimentares na época chuvosa, corroborada pela maior biomassa de *S. alterniflora* e densidade de plântulas de mangue nesta época, podem propiciar maior quantidade de alimento na área, permitindo que maior número de animais frequente a localidade simultaneamente. As frequências de ocorrências estáveis ao longo das estações reforçam a hipótese de que a barra da Ilha do Gato oferece condições ecológicas favoráveis a manutenção e uso dos peixes-bois ao longo de todo o ano, embora as variações sazonais nos ecossistemas possam alterar a disponibilidade de recursos disponíveis.

Ainda buscando avaliar a sazonalidade no tamanho da população, repetiram-se as análises no indicador de abundância relativa somente para os dados de avistagem de filhotes, conforme FIGURA 4.11.

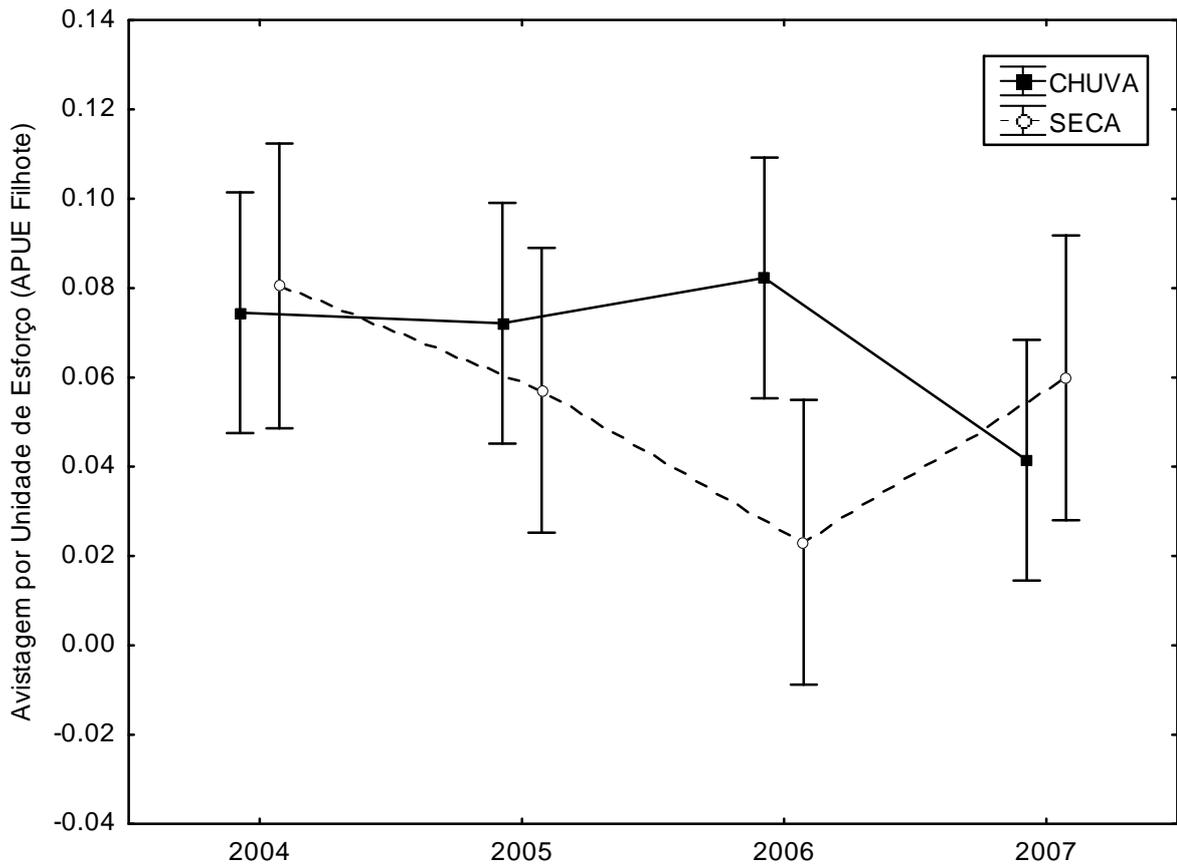


FIGURA 4.11 – Avistagem por unidade de esforço de filhotes (APUE Filhotes) na barra da Ilha do Gato obtida nas estações de chuva e seca, entre 2004 e 2007.

A APUE de filhotes apresentou uma tendência de queda entre os anos, mas manteve-se estável entre as estações ($F=1,4486$; $gl_{tratamento}=1$; $gl_{erro}=40$; $p=0,236$). Não foram encontradas interações entre os anos e estações sob a APUE de Filhotes ($F=2,7231$; $gl_{tratamento}=3$; $gl_{erro}=40$; $p=0,057$), no entanto, em média, no ano de 2006, foram vistos 0,06 filhotes/hora a mais na estação chuvosa (FIGURA 4.11), representando a maior variação observada no número de filhotes entre as estações.

Com o objetivo de refinar as análises de sazonalidade na população de filhotes, avaliou-se o indicador de porcentagem de filhotes entre as estações do ano.

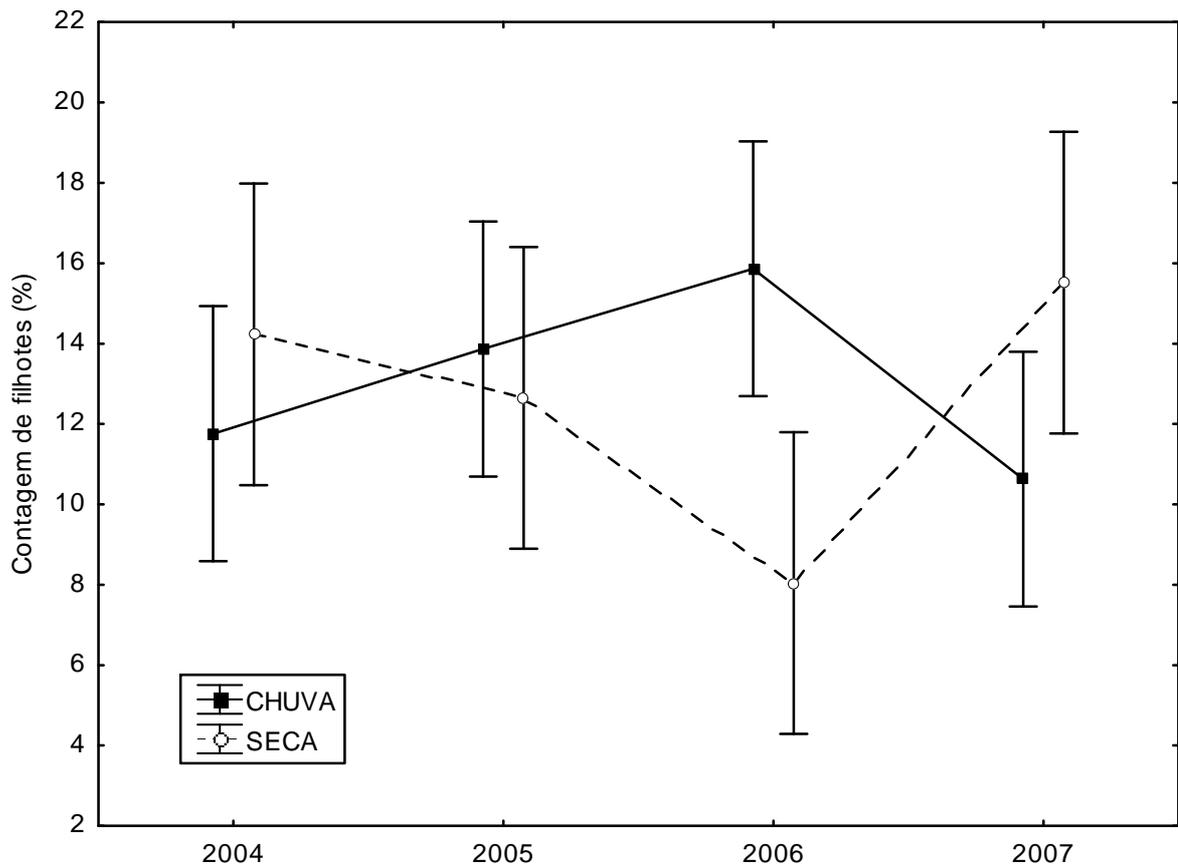


FIGURA 4.12 – Porcentagem de filhotes de peixes-bois na barra da Ilha do Gato obtidas nas estações de chuva e seca, entre 2004 e 2007.

Conforme apresentado no item 4.3.1, a contagem de filhotes (%) na barra da Ilha do Gato foi em média 12,9% ($DP \pm 0,4$) e manteve-se estável ao longo dos meses (FIGURA 4.6) e das estações dos anos ($F=0,1194$; $gl_{\text{tratamento}}=1$; $gl_{\text{erro}}=40$; $p=0,732$). Ao avaliar o efeito multiplicativo dos anos e estações na ocorrência de filhotes, encontrou-se uma interação significativa entre as variáveis ($F=5,1824$; $gl_{\text{tratamento}}=3$; $gl_{\text{erro}}=40$; $p < 0,01$). Em 2006, a porcentagem de filhotes na estação chuvosa foi 7% maior que na estação seca e, em 2007, esta porcentagem foi 5% maior na seca quando comparada à estação de chuva (FIGURA 4.12).

O ano de 2006 apresentou os maiores valores de precipitação pluviométrica no período chuvoso na série de dados analisada nesta dissertação, coincidindo com a maior CMax encontrada, bem como uma maior concentração de filhotes, e pode sugerir a existência de um pico reprodutivo. Considerando que o intervalo de nascimento de filhotes varia entre 3-4 anos é importante que estes dados sejam analisados futuramente com uma maior seqüência de anos de monitoramento para refinar as interações encontradas e avaliar se os picos de

filhotes na estação chuvosa encontrados em 2006 representam a existência de pico reprodutivo da espécie na barra da Ilha do Gato.

O teste de regressão linear, buscando avaliar a relação entre a precipitação pluviométrica e o tamanho da população de peixes-bois na barra da Ilha do Gato, demonstrou uma baixa correlação positiva entre estas duas variáveis (TABELA 4.10, FIGURA 4.13).

TABELA 4.10 – Efeito da precipitação acumulada em escala mensal sobre a avistagem por unidade de esforço de peixes-bois (APUE Total) na barra da Ilha do Gato.

| | Coeficientes | | Estatística | | |
|------------------------|--------------|--------|-------------|--------|----------|
| | β | B | gl | t | p |
| Intercepto | | 0,404 | 46 | 12,126 | p<0,001 |
| Precipitação acumulada | 0,350 | 0,0004 | 46 | 2,536 | p=0,0147 |

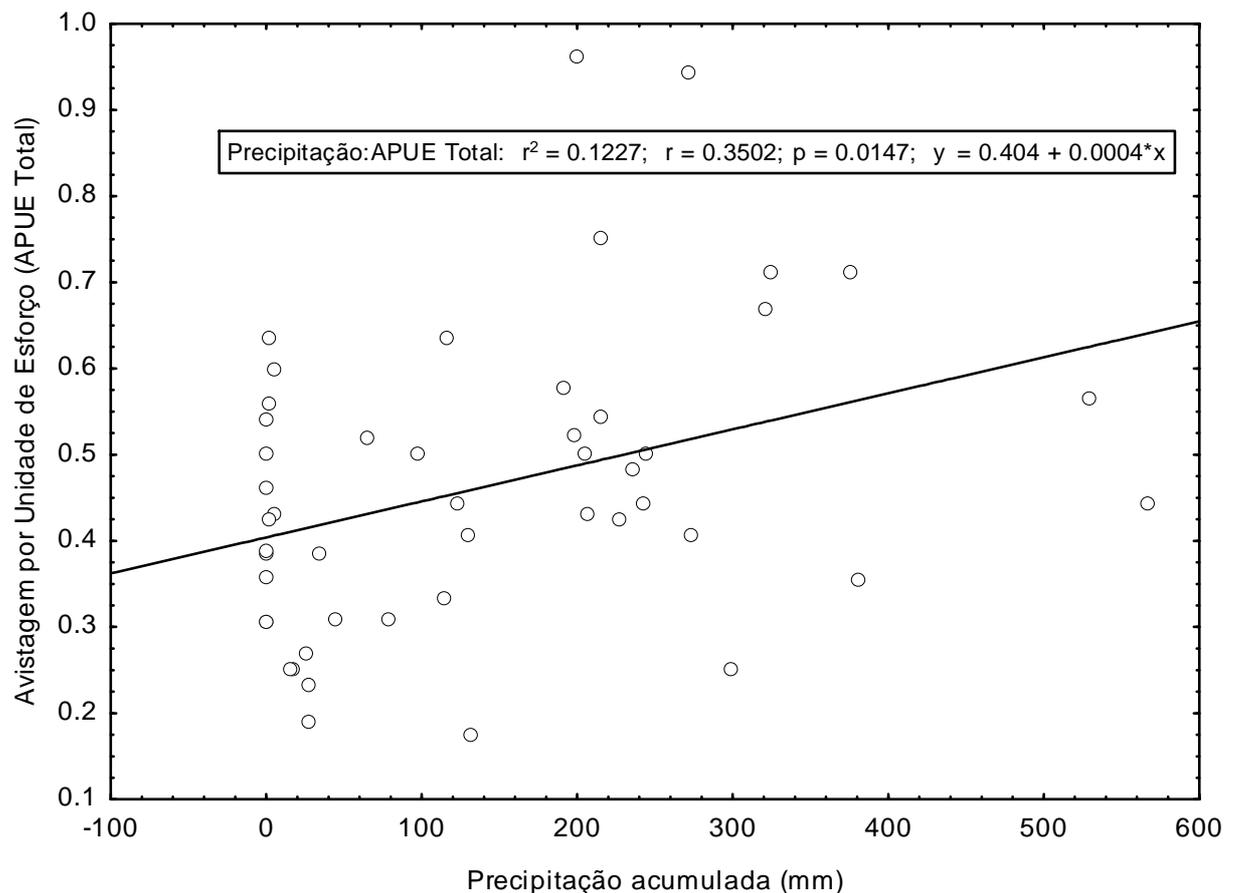


FIGURA 4.13 – Regressão entre a precipitação mensal acumulada (mm) e o índice de abundância de peixes-bois na barra da Ilha do Gato entre 2004 e 2007.

Os resultados da regressão linear mostraram haver baixa correlação positiva entre as médias mensais de precipitação acumulada e os valores médios mensais de APUE

($F_{(1,46)}=6,431$; $p=0,0147$; $R^2=0,122$), ou seja, um aumento de 0,004 mm de chuva resulta no aumento de 0,1 peixes-bois por hora de monitoramento (TABELA 4.10, FIGURA 4.13). Embora tenha sido encontrada uma correlação positiva entre a precipitação e o índice de abundância de peixes-bois, a regressão explicou apenas 12,2% da variação nos dados. Não foi encontrada uma correlação entre a precipitação e a APUE de filhotes ($F_{(1,46)}=2,2574$; $p=0,139$; $R^2=0,047$).

A baixa correlação encontrada pode ter relação com as flutuações anuais das taxas de precipitação pluviométrica. Ressalta-se que as análises foram efetuadas com os dados de precipitação coletados na Ilha de São Luís e, portanto podem apresentar diferenças nesta variável para a localidade estudada. A realização de levantamentos de dados pluviométricos para o sítio de observação da barra da Ilha do Gato e a continuidade no acompanhamento temporal em longo prazo da população de peixes-bois na região será fundamental para refinar as análises efetuadas nesta dissertação.

A tendência de redução populacional observada ao longo dos anos para o total de peixes-bois e filhotes, a inconsistência no padrão dos indicadores de abundância de peixes-bois (total e filhotes) ao longo do período do estudo e nas taxas de precipitação atmosférica dificulta a determinação de tendências populacionais locais a partir de hipóteses de sazonalidade por estações do ano.

Embora os resultados da regressão tenham apresentado uma baixa correlação entre a precipitação e a APUE, quando se analisou este indicador ao longo de todos os meses do ano, observou-se que os dois maiores picos no número de peixes-bois ao longo do estudo ocorreram em abril de 2005 (0,96 peixes-bois/hora) e março de 2006 (0,94 peixes-bois/hora) (FIGURA 4.14), meses que na média apresentaram maior precipitação pluviométrica. O segundo pico de maior ocorrência coincidiu com o pico de chuvas registrado no ano de 2006. Em 2007, não foi observado um pico de abundância dos animais nos meses de chuva, no entanto neste ano o mês de abril apresentou o maior valor de precipitação (568 mm) ao longo dos anos do estudo.

Os maiores valores de APUE mensais coincidiram com o período de concentração de grupos com cinco ou mais peixes-bois encontrados na barra da Ilha do Gato, reforçando as hipóteses de existência de período reprodutivo em sincronia com a época da chuva e maior disponibilidade de recursos alimentares, permitindo que um número de animais utilize a mesma área simultaneamente e que o período de nascimento de filhotes coincida com época de maior abundância de recursos alimentares.

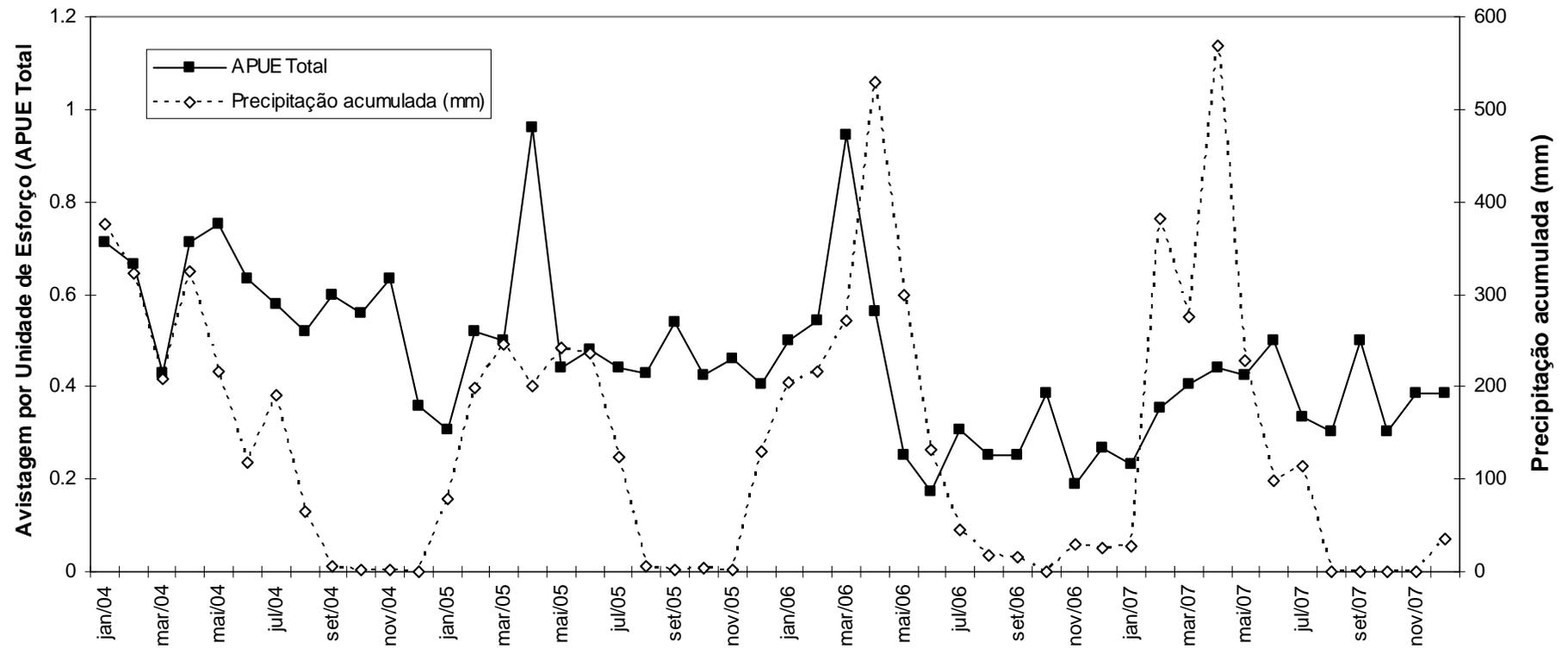


FIGURA 4.14 – Avistagem por unidade de esforço do total de peixes-bois no sítio de observação da barra da Ilha do Gato ao longo dos meses do ano e taxas de precipitação pluviométrica mensais na PCD meteorológica da Ilha de São Luís, no período de 2004 a 2007.

A abundância dos peixes-bois mostrou uma tendência de picos de ocorrência ao longo dos anos, que podem estar associados às flutuações nas taxas de chuva. O aumento e redução destas taxas podem influenciar a população de peixes-bois que utilizam o estuário da Ilha do Gato, reforçando a importância de se manter o monitoramento dos animais em longo prazo. A barra da Ilha do Gato apresentou variações sazonais nos recursos ambientais determinantes na escolha de áreas pelos peixes-bois-marinheiros, tais como disponibilidade de água doce, abundância de recursos alimentares, profundidade e velocidade de corrente. A região do estudo é caracterizada por uma repartição sazonal bem marcada, com dois períodos distintos de chuva e seca, que tem forte influência na dinâmica dos ecossistemas estuarinos na Ilha do Gato.

Os movimentos dos peixes-bois em escala local podem estar relacionados a variações ocasionadas pelos períodos de chuva e seca existentes nas regiões tropicais. Alguns estudos têm evidenciado movimentos relacionados aos regimes de chuvas para populações de peixes-bois no México e Belize (AUIL, 2004), Costa Rica e Nicarágua (JIMÉNEZ, 2005), locais onde as variações da hidrografia interferem no acesso dos recursos pelos animais. Estudos do PPB no litoral do Maranhão apontaram que 40,58% das avistagens de peixes-bois estão relacionadas ao inverno ou período de chuvas (IBAMA/CPB, 1993).

Os resultados mostraram uma maior abundância de peixes-bois no período chuvoso e indicaram uma maior frequência de grupos com mais de quatro peixes-bois nos meses de maior precipitação pluviométrica (março a maio), podendo estar associados a diversos fatores. A formação de grupos com mais de quatro animais é descrita como associações não duradouras, relacionadas a agrupamento reprodutivo (REYNOLDS III, 1981; MARMONTEL et al, 1997). A maior ocorrência de CMax nesta classe de tamanho pode estar relacionada à sazonalidade no período reprodutivo de peixes-bois no estuário da Ilha do Gato. Outro fator que pode estar relacionado a esta variação sazonal é a maior oferta de recursos alimentares no período chuvoso, conforme observado na flutuação de biomassa de *S. alterniflora* e densidade de plântulas de mangue entre as estações e, portanto um maior número de animais poderia frequentar simultaneamente o estuário em busca de alimento.

As variações sazonais na abundância e porcentagem de filhotes nos anos de 2006 e 2007 indicaram uma interação entre as estações e os anos de monitoramento. O mês de abril nos anos de 2006 e 2007 apresentou os maiores valores de precipitação acumulada ao longo dos quatro anos de monitoramento e este aumento no volume de água provindo da chuva pode estar relacionado às variações no número de peixes-bois (total e filhotes) no estuário da Ilha do Gato. Destaca-se que, embora o menor valor de APUE encontrado entre os

meses de abril para toda a série temporal analisada nesta dissertação tenha sido registrado em 2007 onde ocorreu o maior pico de precipitação pluviométrica, essa redução possa estar associada à tendência negativa no índice de abundância relativa comparada aos anos anteriores.

4.3.3 Influência das marés

A análise da influência dos diferentes regimes de lua não demonstrou ser um fator determinante no padrão de utilização da barra da Ilha do Gato pelos peixes-bois. Em torno de 65% da ocorrência dos peixes-bois foi observada nas marés de sizígia e esta proporção nas marés de quadratura foi de 60%. Estas diferenças foram consideradas como devido ao acaso ($\chi^2=1,2614$; $gl=1$; $p=0,261$). A frequência de ocorrência de filhotes foi de 17% na sizígia e de 24% na quadratura, e estas diferenças não foram significativas ($\chi^2=3,5334$; $gl=1$; $p=0,060$).

Estes resultados não corroboram os relatos de moradores locais que afirmam que os peixes-bois são mais comumente avistados nas marés de “lançamento” ou sizígia e indicam que o sítio de ocorrência da barra da Ilha do Gato proporciona acesso aos recursos alimentares, águas abrigadas e com profundidades suficientes para os peixes-bois nas diferentes fases de lua, não sendo fator determinante na escolha de utilização desta área pelos animais. Embora as profundidades médias variem de acordo com as marés de sizígia e quadratura e, que as velocidades de correntes registradas no litoral do Maranhão sejam maiores nas marés de sizígia, estas variações ambientais mensais causadas pela diferenças nas forças gravitacionais nos corpos de água aparentemente não foram determinantes na frequência de utilização da barra da Ilha do Gato pelos peixes-bois.

ALVES (2003) não encontrou relações entre as fases da lua e a frequência de avistagem de peixes-bois monitorados por pontos-fixos no litoral do Ceará, embora tenha encontrado um maior número de animais avistados nas luas minguantes e crescentes para o ponto de observação de Retiro Grande. ALVES (2003) associou à maior ocorrência de peixes-bois neste local devido às menores variações na amplitude de marés e conseqüentemente maior estabilidade do ambiente. SILVA et al. (1992) verificou uma influência das fases da lua na ocorrência dos peixes-bois no litoral da Paraíba. Estudos mais detalhados sobre a variação nas velocidades de correntes, profundidades e porcentagem de cobertura de capim disponível de acordo com as fases da lua poderão enriquecer esta avaliação.

A classificação das marés a partir do fator de correção de 60 minutos de atraso atendeu aos propósitos de gerar informação para a gestão da área no que se refere à utilização da barra da Ilha do Gato pelos peixes-bois-marinhos. Devido às grandes flutuações na altura da maré no estado do Maranhão sugere-se que sejam estabelecidos fatores de correção para o estabelecimento de classes de marés em todos os sítios de observação monitorados no estado.

Embora não tenham sido verificadas influências das fases da lua, as variações diárias nas marés demonstraram ser fator determinante na utilização da barra da Ilha do Gato pelos peixes-bois, no conjunto total das ocorrências e quando analisada separadamente para cada estação do ano (TABELA 4.11).

TABELA 4.11 – Frequência de ocorrência dos peixes-bois na barra da Ilha do Gato de acordo com as diferentes fases de maré, ao longo do período de 2005 a 2007.

| Maré | Estação Chuva ^a | Estação Seca ^a | Total ^a |
|-----------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------|
| Seca | 35,7 (5) | 50,0 (4) | 40,9 (9) |
| Enchente | 33,3 (35) | 18,3 (13) | 27,3 (48) |
| Cheia | 79,3 (23) | 52,4 (11) | 68,0 (34) |
| Vazante | 82,8 (101) | 88,7 (79) | 85,3 (180) |
| χ^2 ^b | 65,8117 | 80,1588 | $\chi^2 = 138,3025$ |
| gl ^c | gl=3 | gl=3 | gl=3 |
| p ^d | p<0,001 | p<0,001 | p<0,001 |

Legenda: (a) as unidades de medidas referem-se a % (n), (b) χ^2 – resultado do teste qui-quadrado, (c) grau de liberdade, (d) estatística com significância fixada em 0,05.

Os peixes-bois estiveram presentes em 85% dos dias de marés vazantes, 68% de marés cheias e 41% de marés secas. A classe de maré enchente, onde foram registrados os maiores valores de salinidade na barra da Ilha do Gato, apresentou as menores taxas de ocorrência, principalmente na estação seca, quando chegou a ter menos de 20% de dias com presença de peixes-bois, o menor valor entre todos os encontrados (TABELA 4.11).

As variações nas alturas de marés vêm sendo descritas como fatores ambientais determinantes na escolha de áreas pelos peixes-bois (HARTMAN, 1979; JIMÉNEZ, 2005). Em estudos realizados no nordeste do Brasil, as maiores taxas de ocorrência demonstraram estar associadas às preamares e as menores frequências às baixa-mares. PALUDO & LANGGUTH (2002) ao avaliar a influência das marés sobre o padrão de uso dos peixes-bois na região da Praia do Sagi/RN, observou que as variações diárias nas alturas das marés provocam um avanço ou retração das áreas utilizadas pelos peixes-bois, oferecendo diferentes habitats de acordo com a maré. Nesse trecho do litoral, formam-se áreas abrigadas das ondas

nas marés altas e intermediárias, proporcionando um habitat adequado para descanso ou cuidados parentais e os arrecifes cobertos por algas marinhas, importante fonte de alimento para os peixes-bois nessa região, ficam acessíveis aos animais (PALUDO & LANGGUTH, 2002). ALVES (2003) observou que, em dois sítios de monitoramento no litoral do Ceará, os peixes-bois ocorrem com maior frequência durante as preamares e associou esta maior ocorrência ao acesso a recursos que estariam indisponíveis durante estas marés, como fonte de alimento e água doce. Pesquisas por meio de entrevistas direcionadas a pescadores no litoral do Maranhão, especificamente no rio Mapari, na localidade chamada “Gato”, descreveram os deslocamentos dos peixes-bois associados às marés, sendo que nas marés cheias os animais procuram bancos com vegetação na foz do rio e na margem dos canais, e nas marés secas, procuram “boiadouros” mais profundos no interior dos rios (IBAMA/CPB, 1993)

Diferentemente do observado em outras áreas do litoral nordeste do Brasil, os peixes-bois na barra da Ilha do Gato foram avistados com maior frequência nas marés vazantes, cheias e secas, respectivamente.

Neste trabalho são levantadas três possibilidades para explicar as frequências de ocorrência dos peixes-bois em relação às diferentes fases de marés (QUADRO 4.1).

QUADRO 4.1 – Fatores determinantes no padrão de ocorrência dos peixes-bois na barra da Ilha do Gato em relação às diferentes fases da maré.

| Maré | Fator determinante | Justificativa |
|-------------|---------------------------|---|
| Vazante | Água doce | Influência da descarga fluvial do rio Mapari, levando a salinidade da água a valores próximos de zero |
| Cheia | Alimentação | Acesso aos marismas e plântulas de mangue, que ficam indisponíveis nas baixa-mares. |
| | Deslocamento | Profundidade permitindo o livre deslocamento dos animais ao longo do canal do estuário. |
| Seca | Cuidado parental | Profundidades menores |
| | Repouso | Menores velocidades de correntes, propiciando águas calmas para atividades de descanso e cuidado parental |

A maior frequência de ocorrência observada nas marés vazantes pode estar relacionada à disponibilidade de água doce oriunda da descarga fluvial trazida pelo rio Mapari em direção a barra da Ilha do Gato, conforme observado pelos baixos valores de salinidade (0 e 1,5‰) obtidos nesta maré (TABELA 4.5). Esta hipótese é reforçada pela menor ocorrência dos peixes-bois nas marés enchentes (27%), que apresentaram valores de salinidade entre 14 e 15 ‰, principalmente quando analisada somente para a estação seca, onde a FO foi de apenas 18% (TABELA 4.11). Embora as velocidades de correntes superficiais nas marés vazantes tenham sido superiores às encontradas nas marés enchentes, aparentemente este fator não influenciou a frequência de utilização da barra da Ilha do Gato pelos peixes-bois entre as diferentes fases de marés indicando que o fator capacidade de deslocamento neste sítio de observação não é determinante no padrão de uso. A realização de um estudo mais detalhado das variações oceanográficas devido às flutuações diárias das marés e das variações mensais em função dos períodos de sizígia e quadratura poderá contribuir para ampliar o conhecimento sobre o padrão de uso pelos peixes-bois em menor escala na barra da Ilha do Gato.

A frequência de ocorrência de 68% registrada nas marés cheias pode estar associada ao acesso dos animais aos recursos vegetais (marismas e manguezais) nas margens do estuário, que ficam disponíveis nas marés mais altas. Estes resultados corroboram as observações realizadas em campo de peixes-bois se alimentando nos campos de *S. alterniflora* nos picos de maré cheia. Outra hipótese para a maior frequência de uso dos animais nesta classe de maré pode ser devido ao período de menor velocidade de correntes registrada durante o estofo da cheia, antes do início da vazante, propiciando águas calmas para comportamentos de descanso. As maiores profundidades médias foram observadas nas preamares, chegando a 8,5 metros, e que, portanto podem permitir o deslocamento dos animais ao longo do canal do estuário e comportamentos sociais. Pesquisas que calculem a variação na área de exposição dos marismas poderão ser importantes para avaliar esta hipótese.

A frequência de ocorrência dos peixes-bois na maré seca superou 40% e pode estar relacionada às atividades de repouso e cuidados parentais. Os peixes-bois podem mostrar preferência por águas rasas e calmas em alguns locais ao longo de sua área de ocorrência. HARTMAN (1979) estudando o comportamento dos peixes-bois na Flórida, encontrou profundidades variando entre 1 e 3 metros nas áreas de ocorrência preferencial dos animais, e PALUDO & LANGGUTH (2002) profundidades variando entre 0,4 e 3,8 m em áreas estudadas no litoral do Rio Grande do Norte. Durante os estofos de maré a velocidade de

corrente é bem reduzida quando comparada às outras fases, propiciando águas calmas e rasas para as atividades de descanso e cuidado parental.

Uma vez que não são coletadas informações sobre parâmetros comportamentais dos peixes-bois nas áreas monitoradas por meio de plataformas fixas, a avaliação do tipo de atividade comportamental fica comprometida. Em pesquisas futuras este tipo de dado poderá trazer informações inéditas e que poderão ser utilizadas para melhor compreender as relações de ocorrência com as fases de maré.

A ocorrência dos peixes-bois nas diferentes fases de maré na barra da Ilha do Gato reforça a importância deste sítio como área de uso intensivo. A presença de áreas com profundidades superiores a seis metros na maré vazante, somada à abundância de recursos alimentares ao longo de todo o ano, podem ser os fatores determinantes para a utilização desse sítio de observação pelos peixes-bois. Destaca-se a importância da manutenção do ecossistema de manguezal na área, recurso fundamental para evitar a erosão e assoreamento dos rios e, portanto, essencial para a manutenção das profundidades observadas. JIMÉNEZ (2005) encontrou correlação entre a ocorrência dos peixes-bois e a cobertura florestal em ambientes tropicais da Costa Rica e Nicarágua, sugerindo que o desmatamento dos manguezais e matas ciliares pode representar uma ameaça à espécie em áreas de florestas tropicais. A ausência de vegetação nas margens dos canais pode alterar as características hidrodinâmicas e impedir o acesso dos animais a áreas de alimentação e descanso (JIMÉNEZ, 2005). A proteção destas áreas no Maranhão torna-se ainda mais importante quando se considera que neste litoral as grandes flutuações no nível da maré proporcionam a formação de bancos de areia ao longo dos canais do estuário, impedindo ou dificultando o deslocamento em escala local dos peixes-bois. Proteger áreas de uso intensivo e que possuem os nichos necessários a ocorrência de peixes-bois em áreas de manguezais e marismas serão essenciais para a manutenção da espécie no litoral norte do Brasil e ao longo de toda sua área de distribuição.

4.3.4 Atividades humanas

Durante o monitoramento dos peixes-bois na barra da Ilha do Gato registrou-se a ocorrência de atividades humanas na área de observação em 89% (n=549) dos dias. A principal atividade humana registrada foi o deslocamento de embarcações ao longo dos quatro quadrantes de observação, sendo constituídas principalmente por canoas a vela, bianas a motor ou pela presença de ambas as embarcações (FIGURA 4.15). Outras atividades

registradas foram: presença de veleiro (duas ocasiões), barco camaroeiro (uma ocasião) e atividades de pesca embarcada (18 ocasiões). A informação sobre a presença de redes de pesca na barra da Ilha do Gato durante os dias de monitoramento não foi registrada.

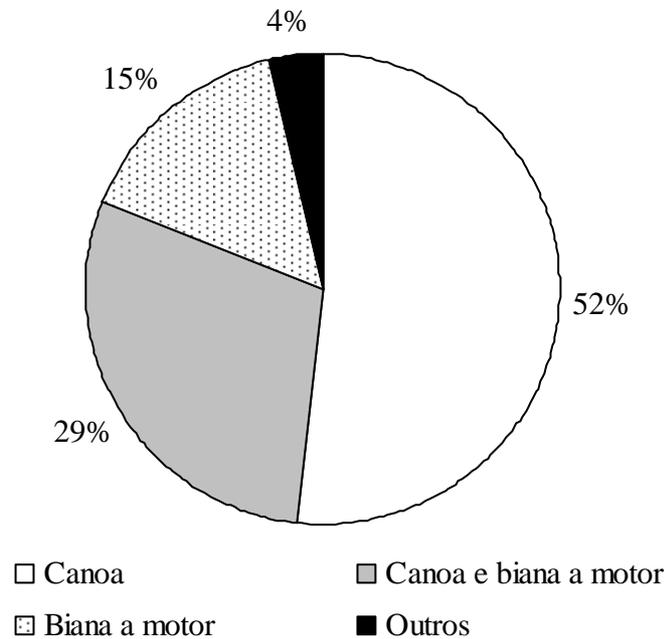


FIGURA 4.15 - Principais atividades humanas registradas na barra da Ilha do Gato durante o monitoramento dos peixes-bois entre 2004 e 2007.

Os peixes-bois ocorreram com maior frequência nos dias em que houveram atividades humanas na área de observação. A frequência de ocorrência dos peixes-bois em dias com presença de atividades humanas foi 23% maior que na ausência ($\chi^2=12,0646$, $gl=1$; $p<0,001$), indicando que os tipos de atividades registradas na barra da Ilha do Gato não têm influenciado negativamente na frequência de uso pelos peixes-bois e, portanto, outros fatores têm sido mais importantes nesta escolha. Com relação à influência dos tipos de embarcações na ocorrência dos peixes-bois observou-se que os animais estiverem presentes em 71% dos dias onde só foram registradas canoas a vela, em 44% dos dias com bianas a motor e 64% dos dias com ambas as embarcações, e estas diferenças foram consideradas significativas ($\chi^2=22,4924$ $gl=2$; $p<0,001$).

Aparentemente a presença deste tipo de embarcação não tem influenciado de forma negativa o uso da barra da Ilha do Gato pelos peixes-bois. Considerando que 82% da frota de Humberto de Campos são constituídas por canoas a vela ou a remo, e que 70% da produção pesqueira do município provêm destas embarcações (IBAMA/CEPENE, 2008), a pesca praticada de forma artesanal pela maioria da população na região parece não representar

fator de risco a sobrevivência da espécie. A criação de uma Unidade de Conservação Marinha ou outros mecanismos que garantam a manutenção do principal meio tradicional de pesca praticado na região podem ser fortes aliados para a conservação da espécie na barra da Ilha do Gato.

No entanto é importante chamar a atenção para a pesca do camarão na região, pescado com alto valor comercial e que foi a espécie mais representativa em termos de valor da produção total do município em 2006. O uso de redes de arrasto de camarão motorizado tem sido associado a casos de mortalidade do peixe-boi no Ceará, onde 17% das mortes registradas entre 1997 e 2006 foram devido à captura incidental em redes de arrasto de camarão e rede de espera (MEIRELLES, 2003). Atualmente a captura deste recurso é feita, em sua maioria, de forma artesanal na região estudada (IBAMA/CEPENE, 2008). O alto valor comercial deste pescado, sua abundância na região e a sobre-exploração deste recurso em outras áreas do litoral brasileiro, podem vir a ser um problema futuro para os peixes-bois na região, caso aja substituição dos petrechos de pesca para arrastos motorizados.

A barra da Ilha do Gato é considerada pelos moradores locais como um dos locais mais piscosos da região e, portanto, é muito procurada por pescadores de outras comunidades para diversas atividades de pesca. Durante os trabalhos de campo realizados na comunidade foram constantes as conversas com moradores locais sobre práticas predatórias realizadas por pescadores de outras regiões. O principal conflito evidenciado é a utilização de um tipo de rede de espera, denominado localmente de “malhadeira” ou “malhão”, e que consiste de extensas redes de nylon colocadas perpendiculares ao canal, principalmente nas marés de quadratura, e que freqüentemente são colocadas de uma extremidade a outra do canal. Este tipo de pesca tem sido relatado como uma das principais ameaças aos peixes-bois na região, uma vez que o fechamento dos canais do estuário pelas redes impede o fluxo dos peixes-bois e que os mesmos podem ficar presos às redes.

Durante os trabalhos de caracterização dos manguezais na barra da Ilha do Gato, registrou-se a morte de um filhote de peixe-boi no canal da comunidade de Porto da Roça, próximo ao sítio de observação. A causa morte deste animal não foi identificada devido ao avançado estado de decomposição da carcaça. Nesta mesma semana outros dois casos de morte foram registrados no município de Icatu. Segundo moradores locais, as mortes podem ter sido causadas pela pesca com “malhadeira”, uma vez que coincidiram com o período de quadratura, associados pelos pescadores locais como épocas de maior pesca deste tipo, principalmente no verão, quando os ventos na baía do Tubarão, dificultam a pesca fora da baía, e esta fica mais restrita aos estuários e canais abrigados.

Estudos realizados pelo PPB em 1992 no litoral do Maranhão apontaram a caça com arpão e captura proposital como principal causa de mortalidade da espécie, sendo responsável por 71% dos casos registrados (IBAMA/CPB, 1993). Naquela época, a captura com redes de pesca já eram registradas, sendo responsável por 20% dos casos. As principais redes envolvidas nas capturas dos peixes-bois eram as malhadeiras, zangaria e puçá de arrasto de camarão, sendo esta última descrita como responsável exclusivamente pela captura de animais pequenos ou filhotes (IBAMA/CPB, 1993). Estudos mais recentes do PPB no litoral do Maranhão, realizados a partir do resgate de carcaças, apontam a captura incidental em petrechos de pesca (curral, malhadeira, caçoeira, zangaria) como principal causa de mortalidade de peixes-bois, sendo responsável por 62% dos casos identificados (ALVITE et al. no prelo). A captura intencional representou 38% dos casos, sendo feita com o uso de arpão, rede de lance e malhadeira. Esses dados demonstram que embora o meio tradicional de pesca, realizado principalmente em embarcações à vela, possa ser um aliado a conservação dos peixes-bois no litoral do Maranhão, será importante definir estratégias específicas para reduzir a mortalidade acidental causada por alguns tipos de redes de pesca, bem como para minimizar os conflitos entre pescadores relatados por moradores locais durante este pesquisa.

Durante os trabalhos de campo foram registrados alguns dos aspectos e significados tradicionais dos peixes-bois na Ilha do Gato. Em caráter ilustrativo e sem análise de significados, três trechos de relatos registrados em conversas informais com Sr. Lourival Correa dos Santos, 65 anos, morador antigo, colaborador desta pesquisa e liderança da comunidade da Ilha do Gato, são descritos abaixo:

“...os peixe tem tudo marca... todos os peixe-boi tem dono, tem marca que nem boi... no tempo dos antigos, quando um pescador aparecia com um peixe aí no porto ficava mais de mês sem dá peixe... diz os mais velhos que matá peixe-boi dá azar é ruim pra pescaria...”

“ah... matavam muito, aí no rio da Rampa tinha muito peixe... hoje é difícil aparecer um... morto quando aparece fica todo mundo logo com medo...”

Este mesmo pescador contou um caso recente, que ocorreu com outro pescador da Ilha do Gato:

“ele tava esperando a maré baixar pra poder despescar o curral. Tava dormindo na sua canoa, sozinho, quando acordou assustado com alguém dizendo pra ele tirá o curral dali... aí ele foi olhá pro curral e tinha um peixe-boi pequeno de uns dois metro preso no curral... ele soltou logo o peixe aquela correria pra tira o bicho... ah... aí seu curral tá lá, sem usá... ele disse que não vai mais usá não que ali é área de passagem...”

O Projeto Peixe-Boi vem desenvolvendo atividades de conscientização da comunidade da Ilha do Gato visando à proteção do peixe-boi e ecossistema associado desde 1993 durante as expedições de levantamento do status de conservação da espécie (LIMA, 1994; LUNA, 2001). Em 2003 o trabalho ganhou mais força quando foi implantada a torre de observação de peixes-bois na barra da Ilha do Gato, proporcionando a contratação de um morador local que atua como monitor dos peixes-bois e como multiplicador das informações de conscientização, sendo ainda o ponto focal do PPB para repassar as informações sobre encalhes e outras ocorrências. Por meio deste trabalho, a comunidade da Ilha do Gato vem se apropriando do processo de preservação do peixe-boi e ecossistema associado, agregando valores sociais e econômicos. Este fato pode ser observado pela realização do Festival Anual do Peixe-Boi organizado pela União de Moradores do Povoado da Ilha do Gato (UMPIG) com o apoio do CMA/ICMBio e que, em 2008 teve sua segunda edição. A UMPIG, por meio de um abaixo-assinado dos moradores do povoado, encaminhou ao IBAMA pedido formal para reforçar as ações de fiscalização sob as atividades de pesca com potencial risco de captura do peixe-boi em 2005, quando foram registradas 09 mortes no estado (ALVITE et al. no prelo).

4.4 Tendência populacional de peixes-bois em duas áreas de manguezais e marismas no Maranhão

Os sítios de observação de peixes-bois no litoral do Maranhão apresentaram altos valores de APUE quando comparados a outros locais monitorados pelo PPB (CMA/IBAMA, 2007). Na barra da Ilha do Gato foram observados os maiores valores de CMax chegando a 14 animais, a maior concentração de animais observada entre sete sítios de monitoramento da espécie no norte-nordeste.

A média no índice de abundância da Ilha do Gato foi de 4,6 animais a cada 10 horas de monitoramento (0,463 animais/hora) e em Guarapiranga este valor foi de 2,3 peixes-bois a cada 10 horas (0,227 animais/hora). Embora esses valores sejam altos quando comparados a outros sítios de observação do nordeste, os peixes-bois apresentaram baixos valores de APUE. Esses dados reforçam a raridade da espécie, uma vez que no local com maior índice de abundância de peixes-bois entre os sítios de observação monitorados no Brasil são vistos menos de um animal por hora.

Os resultados das análises do modelo linear geral mostraram haver diferenças significativas no número de peixes-bois avistados entre os dois sítios de observação no litoral do Maranhão e ao longo dos anos de monitoramento (FIGURA 4.16, TABELA 4.12). Estas variações também foram observadas para o índice de abundância relativa de filhotes. Não se observou interações significativas entre os sítios de observação e anos de monitoramento na APUE (total e filhotes), TABELA 4.12. A comparação entre os dois sítios de observação nos diferentes anos de estudo foi considerada significativa ($p < 0,001$).

Em média, a população de peixes-bois na Ilha do Gato foi duas vezes maior que na praia de Guarapiranga, sendo avistados 0,23 animais a mais por hora de observação (TABELA 4.12) e estas diferenças foram consideradas significativas em todos os anos do estudo ($p < 0,001$). Quanto ao índice de filhotes, foram registradas três vezes mais filhotes na IGA em comparação à GUA, sendo avistados 0,04 animais/hora a mais, e estas diferenças também foram significativas em todos os anos de monitoramento ($p < 0,05$).

TABELA 4.12 – Indicadores populacionais de peixes-bois elaborados a partir do monitoramento por meio de plataformas fixas realizados entre 2004 e 2007 em dois sítios de relevante ocorrência da espécie no estado do Maranhão. Os resultados foram estimados a partir de um modelo linear geral (GLM – ANOVA 2-fatores). Os valores referem-se às médias de APUE (calculadas em escalas mensais) e seus respectivos erros padrão (EP). O número amostral foi igual para a variável ANO (n=12) e para a variável SÍTIO (n=48).

| Componentes do modelo | APUE ^a avaliado para o total de avistagens | | | | | APUE ^a avaliado somente para filhotes | | | | | | |
|-------------------------------|---|-------------|--------|----------------|------------------------------|--|---------------------|-------------|-----------|----------------|------------------------------|------------------------------|
| | Média | Erro Padrão | F | P ^c | IC ^c (95%) Min | IC ^c (95%) Max | Média | Erro Padrão | F | P ^c | IC ^c (95%) Min | IC ^c (95%) Max |
| Variável ANO | | | | | | | | | | | | |
| 2004 | 0,441 | 0,035 | 9,152 | p < 0,001 | 0,373 | 0,510 | 0,058 | 0,007 | 2,928 | p = 0,038 | 0,044 | 0,072 |
| 2005 | 0,362 | 0,035 | | | 0,293 | 0,431 | 0,047 | 0,007 | | | 0,033 | 0,061 |
| 2006 | 0,295 | 0,035 | | | 0,226 | 0,364 | 0,038 | 0,007 | | | 0,024 | 0,052 |
| 2007 | 0,282 | 0,035 | | | 0,213 | 0,351 | 0,034 | 0,007 | | | 0,020 | 0,048 |
| Variável SÍTIO | | | | | | | | | | | | |
| Guarapiranga (GUA) | 0,227 | 0,019 | 95,507 | p < 0,001 | 0,425 | 0,502 | 0,026 | 0,004 | 35,366 | p < 0,001 | 0,054 | 0,071 |
| Ilha do Gato (IGA) | 0,463 | 0,019 | | | 0,188 | 0,265 | 0,062 | 0,004 | | | 0,018 | 0,035 |
| Interações^d | | | | | | Interações^d | | | | | | |
| Ano 2004 x Ano 2006 | | | | p < 0,001 | 0,147 ^e | | Ano 2004 x Ano 2007 | | | p = 0,037 | 0,0235 ^e | |
| Ano 2004 x Ano 2007 | | | | p < 0,001 | 0,159 ^e | | | | | | | |
| IGA (Ano 2004 x Ano 2006) | | | | p < 0,001 | 0,211 ^e | | | | | | | |
| IGA (Ano 2004 x Ano 2007) | | | | p < 0,001 | 0,215 ^e | | | | | | | |
| Interação SÍTIO X ANO | | | 1,498 | p = 0,221 | | | | 0,132 | p = 0,940 | | | |

Legenda: (a) APUE (avistagem por unidade de esforço), (b) O grau de significância para todos os testes foi de 0,05, (c) IC (intervalo de confiança= 95%), (d) utilizou-se o teste de Tukey para comparação múltipla entre as variáveis, (e) Os valores referem-se a diferenças nas médias entre as variáveis que apresentaram diferenças significativas entre os anos de monitoramento.

As médias de APUE para o total de peixes-bois variaram ao longo dos anos de monitoramento nas duas áreas estudadas, indicando uma tendência de queda populacional (FIGURA 4.16).

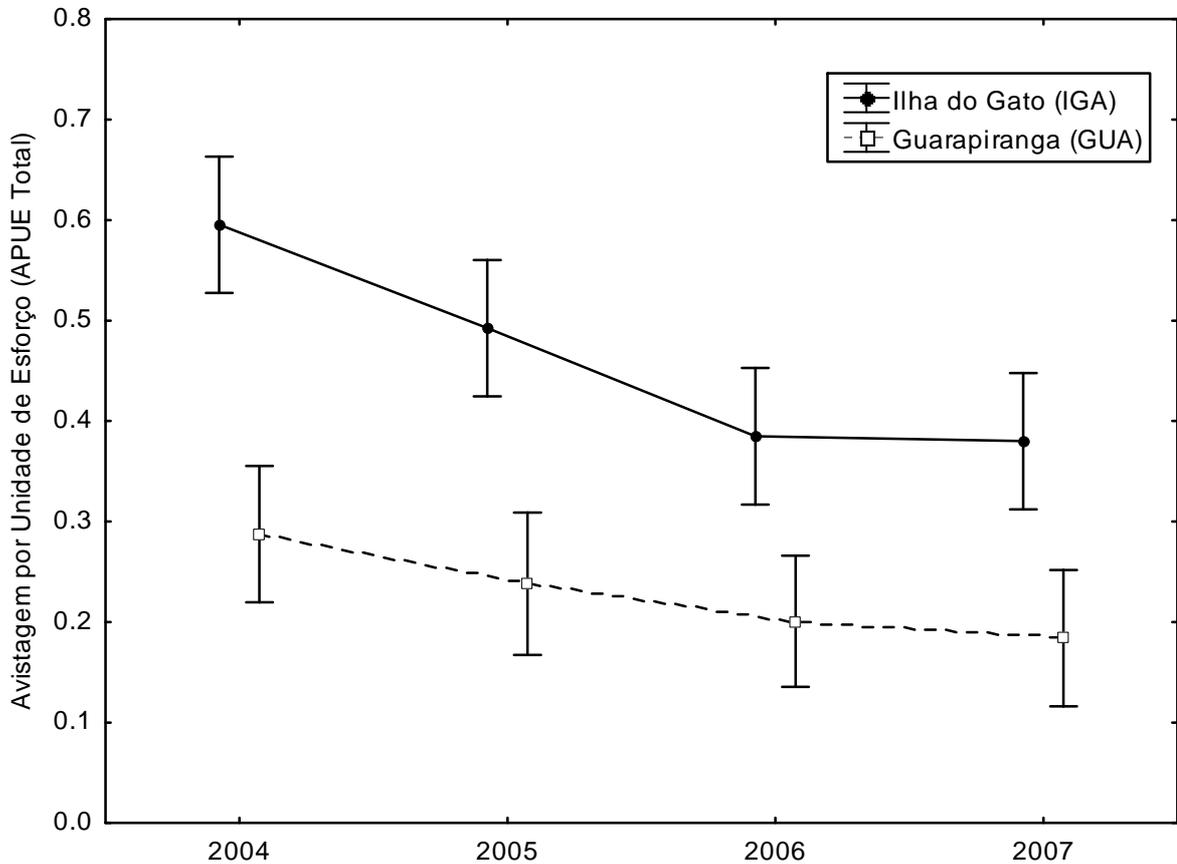


FIGURA 4.16 – Avistagem por unidade de esforço para o total de peixes-bois no estuário da Ilha do Gato e na Praia de Guarapiranga, no estado do Maranhão entre 2004 e 2007.

A praia de Guarapiranga aparentemente demonstrou uma redução no APUE ao longo dos anos, mas as diferenças encontradas entre os anos não foram consideradas significativas. No entanto, este índice teve uma redução significativa na barra da Ilha do Gato (TABELA 4.12). A tendência de redução populacional na IGA seguiu o mesmo padrão temporal observado para o conjunto de dados dos dois sítios e, em média, foram encontrados 0,21 peixes-bois/hora a menos em 2006 e 2007, quando comparados com 2004. As diferenças entre 2005, 2006 e 2007 foram explicadas pelo acaso, bem como as encontradas entre 2004 e 2005.

Esses dados quando analisados conjuntamente para os dois sítios de observação, demonstrou que em média, a abundância de peixes-bois em 2006 e 2007 foi de 0,15 e 0,16 peixes/hora a menos que em 2004, respectivamente, e estas diferenças foram consideradas significativas (TABELA 4.12). No período analisado, observou-se uma tendência de queda no número de avistagem de peixes-bois total, sendo estatisticamente significativa entre os anos de 2004 e 2006. No entanto, a APUE manteve-se estável entre 2006 e 2007, sugerindo uma estabilização populacional entre estes dois anos.

O monitoramento ao longo prazo da população de peixes-bois neste sítio de ocorrência significativo será essencial para verificar como se comporta a tendência populacional, subsidiando a elaboração de propostas de proteção e manejo adequadas.

As médias do índice de abundância de filhotes também mostraram tendência de queda ao longo dos anos de monitoramento nos dois sítios de observação (FIGURA 4.17) e as diferenças só foram consideradas significativas quando analisados o total de filhotes de peixes-bois avistados simultaneamente nos dois sítios de observação (TABELA 4.12).

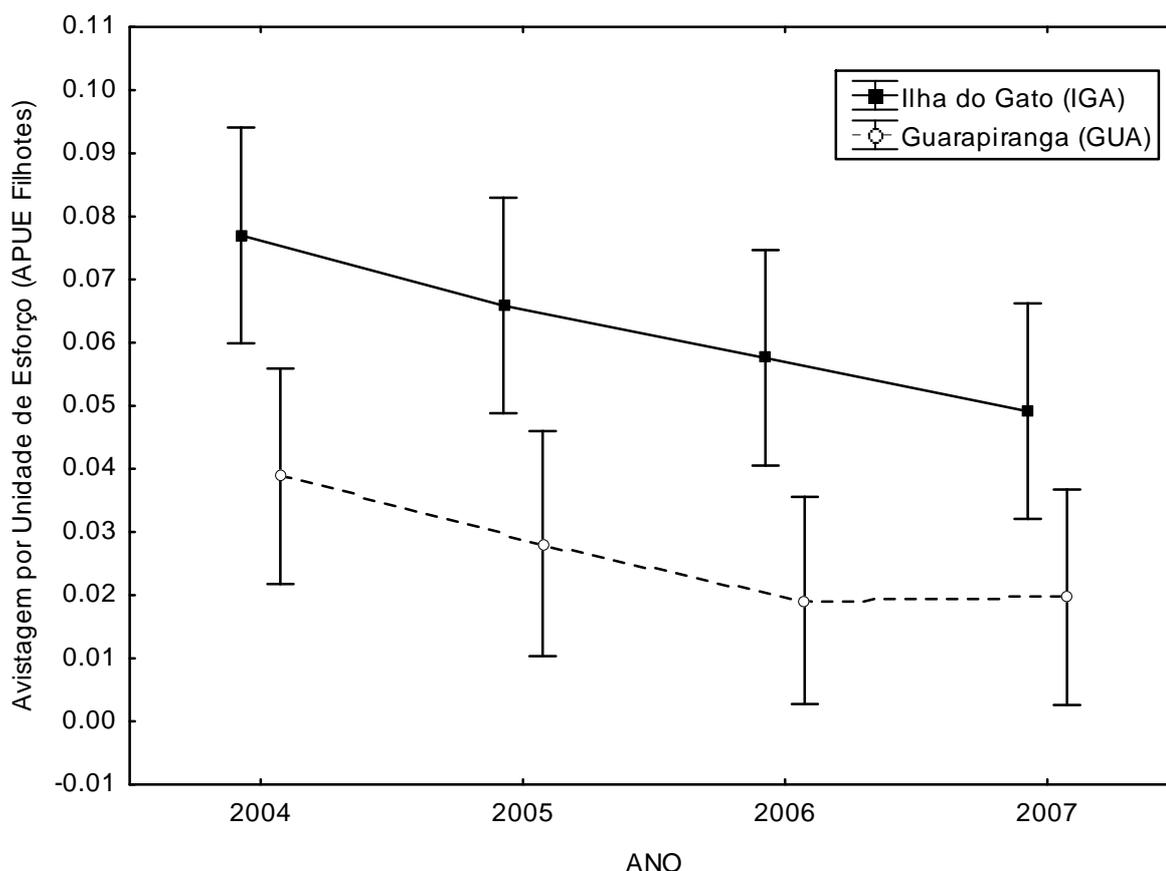


FIGURA 4.17 – Avistagem de filhotes por unidade de esforço na barra da Ilha do Gato e na Praia de Guarapiranga, no estado do Maranhão entre 2004 e 2007.

A APUE de filhotes em 2007 foi 0,02 peixes-bois/hora a menos quando comparada ao ano de 2004 (TABELA 4.12). A diferença nas médias entre os demais anos foram consideradas como devido ao acaso. Os resultados indicam uma queda no número de filhotes na região observada entre 2004 e 2007, um ano após a redução registrada para a população total de peixes-bois, e último ano da série temporal analisada. As análises de tendências populacionais deverão ser replicadas à medida que novos dados forem incorporados ao banco de dados do PPB, buscando avaliar se a tendência de queda de filhotes irá permanecer ou se estabilizar nos próximos anos.

Os maiores valores no indicador de abundância, para o total da população, obtidos para a barra da Ilha do Gato quando comparado a praia de Guarapiranga confirmam análises preliminares referentes à importância deste sítio de observação para a população de peixes-bois. Estes resultados indicam que a barra da Ilha do Gato vem sendo mais explorada pelos peixes-bois em comparação a praia de Guarapiranga, e este padrão pode ser devido a suas características ecológicas, como disponibilidade de água doce provinda da descarga fluvial do rio Mapari e abundância de itens alimentares, podendo atrair um maior número de animais em busca destes recursos.

Os valores de APUE total encontrados em Guarapiranga são próximos aos valores observados no sítio de observação situado na foz do Rio Timonhas, no litoral do Piauí (ALVITE, op cit), principal área de ocorrência da espécie neste estado. Uma análise preliminar dos dados observação de peixes-bois de ponto fixo realizados entre 1989 e 2005 na Barra de Mamanguape/Paraíba, encontrou valores médios de APUE total de 0,17 animais/hora e de 0,02 filhotes/hora, próximos aos valores encontrados para Guarapiranga (IBAMA/CMA, 2006). A barra de Mamanguape tem sido descrita como uma das principais áreas de ocorrência da espécie no país, com avistagens de até 15 animais (ALBUQUERQUE & MARCOVALDI, 1982). Estudos de caracterização ambiental e avaliação dos indicadores ecológicos desta área poderão ser realizados com o objetivo de refinar as informações sobre os fatores determinantes na utilização deste sítio de relevante ocorrência da espécie no Maranhão.

A barra da Ilha do Gato vem sendo descrita como um local de ocorrência significativa da espécie, situado na baía do Tubarão, associada à extensão e status de conservação dos manguezais, da abundância dos bancos de *S. alterniflora* importante item alimentar da espécie na região, bem como uma ocupação humana de baixo impacto (IBAMA/CPB, 1993; LIMA et al., 1994).

OLIVEIRA-GÓMEZ & MELLINK (2005) demonstraram que a distância de locais de avistagem de peixes-bois em relação a fontes de água doce tem forte correlação na ocorrência dos animais. JIMÉNEZ (2005), a partir do desenvolvimento de um modelo estatístico para explicar a distribuição dos peixes-bois na Costa Rica e Nicarágua, identificou relações entre a ocorrência dos peixes-bois e algumas variáveis ambientais. A chance de ocorrência dos animais aumentou de acordo com a profundidade, temperatura e visibilidade da água, largura do canal e cobertura vegetação, e decresceu de acordo com a velocidade de corrente (JIMÉNEZ, 2005). É provável que fatores ambientais característicos das duas áreas monitoradas possam influenciar a abundância relativa dos peixes-bois e, portanto, estudos de caracterização ambiental de Guarapiranga e correlação com a ocorrência dos peixes-bois poderão melhor esclarecer os fatores que têm influenciado na escolha da área pela espécie. Ampliar o conhecimento sobre as necessidades ambientais dos peixes-bois parece extremamente relevante uma vez que a espécie é considerada “vulnerável” em nível mundial.

A tendência de declínio populacional apresentada pelo indicador de abundância no período de 2004 a 2007 nos dois sítios de observação do Maranhão deve ser analisada com cautela, pois diversos podem ser os fatores atuando neste padrão, tais como as limitações do método de amostragem, características intrínsecas da espécie, flutuações naturais da população, taxas de mortalidade, entre outros. Em média, o número de avistagem de peixes-bois parece estar reduzindo nos dois sítios de observação, tanto para a contagem total como para a contagem de filhotes, quando avaliado o período compreendido entre 2004 e 2007. Estas diferenças foram observadas quando analisados os dados obtidos simultaneamente nos dois sítios, indicando uma tendência de declínio na região monitorada, situada entre as baías do Tubarão e de São José. A queda para a população total de peixes-bois foi observada entre 2004 e 2006, com uma redução de 0,21 peixes-bois/hora na Ilha do Gato e de 0,08 peixes-bois/hora em Guarapiranga. Uma vez que não foram encontradas diferenças significativas no número de filhotes em cada sítio separadamente, a tendência parece refletir uma queda regional neste indicador.

É necessário discutir o método de amostragem por meio de plataformas fixas e a aplicação estatística de índices de abundância relativa. Conforme já discutido, diversos métodos de amostragem visando estimar a população de peixes-bois têm sido desenvolvidos em outros países, e embora haja um intenso esforço para tal, ainda não existe um método preciso para se estimar a abundância absoluta das populações ao longo de sua distribuição (O'SHEA, LEFEBVRE & BECK, 2001). Os levantamentos aéreos têm produzido índices de

abundância relativa, gerando informações valiosas na avaliação de tendências populacionais e padrões de uso em áreas de relevante importância na Flórida (ACKERMAN, 1995).

Esta dissertação propôs uma metodologia estatística para inferir a abundância relativa em sítios específicos de ocorrência do peixe-boi na costa norte e avaliar a tendência populacional de peixes-bois em duas áreas de manguezais e marismas no litoral leste do Maranhão, gerando subsídios para acompanhar o status da população nas áreas ao longo do tempo. O refinamento do método aqui proposto poderá ser efetuado à medida que novas informações forem incorporadas ao banco de dados.

Não existem análises de tendências populacionais para os peixes-bois no Brasil e tão pouco no Maranhão, o que dificulta a interpretação e comparação destes resultados com o objetivo de discutir o status de conservação da espécie no estado. Os estudos em ambiente natural têm se concentrado em pesquisas sobre distribuição e status de conservação por meio de entrevistas (IBAMA/CPB, 1993; LIMA, 1999; LUNA, 2001), em aspectos da ecologia (SILVA et al. 1992; PALUDO, 1998), padrões de movimentos de animais reintroduzidos (ALVITE et al., 2005; LIMA et al., 2005; LIMA, 2007), mortalidade a partir de resgate de carcaças (MEIRELLES, 2003; PARENTE et al., 2004), dieta alimentar (BORGES et al., 2008), entre outros. As informações sobre estimativas de abundância relativa existentes foram obtidas num extenso levantamento realizado entre 1990 e 1992, a partir de entrevistas realizadas ao longo de toda a costa norte e nordeste do país (LIMA, 1999; LUNA, 2001).

No entanto o PPB vem monitorando por meio de plataformas fixas áreas específicas do litoral norte-nordeste do Brasil, coletando séries de dados temporais sobre a ocorrência de peixes-bois. Embora estes dados tenham sido usados para avaliar ecologia e padrões de ocorrência, não foram utilizados com o objetivo de testar estatisticamente índices de abundância relativa. As séries temporais mais longas e antigas de levantamento de dados pelo PPB a partir de plataformas fixas têm se concentrado na região nordeste, principalmente nos estados do Rio Grande do Norte e Paraíba. PALUDO & LANGGUTH (2002), em um estudo sobre o uso espacial e temporal de peixes-bois na região do Sagi, Rio Grande do Norte, realizado entre 1990 e 1993, não avaliou tendências a partir dos dados de avistagem, discutindo apenas fatores ambientais determinantes na ocorrência da espécie. PALUDO (1998) encontrou uma variação na frequência de avistagem de peixes-bois entre 1990 e 1996 na região do Sagi, com um pico de ocorrência de filhotes em 1991 e um de adultos em 1995, sendo que este último foi associado ao incremento na avistagem de filhotes. Neste mesmo estudo, PALUDO (1998) analisou a frequência de ocorrência dos peixes-bois na Barra de

Mamanguape, Paraíba, entre 1990 e 1995, observando uma redução na avistagem de filhotes entre 1990 e 1992, e tendência de estabilização após este período.

Embora o PPB venha monitorando os peixes-bois com a metodologia de plataformas fixas padronizadas desde 1999, estes dados ainda não foram analisados numa perspectiva de avaliação do status de conservação e de tendências populacionais, e a metodologia aqui proposta poderá ser replicada para outras áreas, inclusive no litoral das reentrâncias maranhenses.

Os peixes-bois possuem baixas taxas intrínsecas de crescimento populacional em função de aspectos de sua história de vida, como tardio período de maturidade sexual, baixa taxa reprodutiva, longo período de gestação e geração de um filhote a cada 2,5 anos (REYNOLDS III & POWELL, 2002). O fato dos peixes-bois, assim como outros mamíferos aquáticos, possuírem taxas de crescimento lentas estimadas em 7% ao ano e de que os métodos para se estimar as populacionais ainda são imprecisos, WADE (2002) sugere períodos de monitoramento superiores há 10 anos como adequados para inferir taxas de crescimento ou declínio populacional.

A informação mais valiosa, em termos de conservação da espécie, obtida na análise de tendência populacional a partir de um índice de abundância relativa, é que os dados apontam para tendência de queda na abundância relativa da população de peixes-bois (total e filhotes) nos dois sítios monitorados no estado do Maranhão. Apesar destas áreas de ocorrência apresentarem altos índices de abundância relativa e de uso quando comparados a outras áreas do nordeste (ALVITE et al., 2006; CMA/IBAMA, 2007), a população tendeu a reduzir entre 2004 e 2007, embora tenha se observado uma estabilização entre 2006 e 2007. Cabe destacar que freqüentes casos de mortalidade têm sido registrados neste litoral. Entre 1994 e 2008 foram registradas 27 mortes de peixes-bois, das quais 22% (n=06) ocorreram em São José de Ribamar e 44% (n=12) na baía do Tubarão, sendo seis em Humberto de Campos (ALVITE no prelo), fatores que podem estar influenciando a redução na abundância relativa das áreas estudadas. Os dados encontrados justificam o estabelecimento de medidas de proteção específicas para estas áreas, além da continuidade no monitoramento em longo prazo.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O monitoramento de peixes-bois-marinhos por meio de plataformas fixas vem sendo uma estratégia utilizada pelo Projeto Peixe-Boi com o objetivo de acompanhar o “status” de conservação da espécie em áreas de relevante ocorrência, previamente identificadas. A implantação desta atividade nas áreas específicas ao longo do litoral, além de gerar informações sobre a ecologia da espécie, tem permitido o envolvimento das comunidades locais no trabalho de conservação da espécie e ecossistema associado.

A metodologia desenvolvida e o esforço de monitoramento empregado mostraram-se adequados para detectar variações na abundância relativa dos animais entre os anos e os sítios de observação. Embora as curvas de esforço tenham mostrado intervalos de confiança menores que 0,6 após três meses de monitoramento, com esforço de três dias por semana, e que estes IC tenham se estabilizado nesta faixa de esforço amostral, é importante que o esforço de monitoramento empregado seja mantido com o objetivo de se detectar possíveis variações mensais no número de peixes-bois.

Os dados gerados pela observação de peixes-bois por meio de plataformas fixas conduziram à elaboração de indicadores populacionais e ecológicos para a espécie, possibilitando a análise de tendências populacionais em dois sítios de observação no Maranhão. Os indicadores de contagem de filhotes e tamanho de grupos (CMax) permitiram identificar aspectos importantes da estrutura populacional da espécie na barra da Ilha do Gato.

A avistagem por unidade de esforço (APUE) mostrou ser um indicador adequado para monitorar a abundância relativa das populações de peixes-bois em áreas de relevante ocorrência e permitiu a comparação entre anos de monitoramento e dois diferentes sítios de observação no Maranhão. O acompanhamento em longo prazo deste índice poderá permitir a avaliação de tendências populacionais da espécie no litoral norte-nordeste do Brasil. Os baixos valores de APUE encontrados nos dois sítios de observação reforçam a raridade da espécie e seu status de criticamente ameaçada de extinção.

A barra da Ilha do Gato apresentou uma variação sazonal bem marcada por dois períodos, um de muita chuva e outro de seca, que provocaram alterações nos recursos ambientais chave para o peixe-boi-marinho, tais como disponibilidade de água doce e recursos vegetais, conforme observado pelos maiores valores de biomassa de *S. alterniflora* e densidade de plântulas no período chuvoso. A barra da Ilha do Gato mostrou-se com forte influência das variações diárias ocasionadas pela flutuação das marés, refletindo

principalmente em alterações de salinidade, velocidade de corrente e profundidade. O estuário não apresentou estratificação vertical de salinidade, típico de áreas com intensa turbulência na coluna d'água, decorrentes dos processos hidrodinâmicos locais. A metodologia de caracterização ambiental poderá servir de base para ser replicada nos demais pontos de monitoramento acompanhados pelo PPB.

A barra da Ilha do Gato é um sítio de extrema importância para os peixes-bois no litoral do Maranhão e apresentou os maiores valores de abundância relativa quando comparados a praia de Guarapiranga. Em termos demográficos, a porcentagem de filhotes observada está de acordo com os valores indicativos de populações saudáveis em termos demográficos. A identificação de fêmeas com filhotes e agrupamentos com mais de quatro animais indicam que a barra da Ilha do Gato tem sido utilizada como berçários e áreas de agrupamento reprodutivo, reforçando a importância de garantir a manutenção dos ecossistemas costeiros existentes na região e a sua proteção em longo prazo. O período de ocorrência de grandes agrupamentos coincidiu com a estação chuvosa e apenas parcialmente com períodos reprodutivos sugeridos para a espécie em outras localidades da costa nordeste

Não foram encontradas diferenças na frequência de utilização e na abundância relativa de peixes-bois na barra da Ilha do Gato ao longo dos meses do ano, sugerindo que o estuário proporcione os requisitos ecológicos necessários para a manutenção dos peixes-bois ao longo de todo o ano.

A principal alteração sazonal que parece afetar a abundância relativa dos peixes-bois na barra da Ilha do Gato refere-se à variação no nível de chuva entre as duas estações do ano. Embora não tenham sido observadas diferenças na frequência de uso da barra da Ilha do Gato pelos peixes-bois entre as estações do ano, os resultados indicam que um maior número de peixes-bois utiliza a localidade no período de chuva. A caracterização ambiental da barra da Ilha do Gato apontou para variações em fatores determinantes na distribuição dos peixes-bois. A maior disponibilidade de recursos alimentares na época chuvosa pode propiciar maior quantidade de alimento na área, permitindo que maior número de animais frequente a localidade. Acompanhar e compreender os efeitos destas variáveis sazonais no índice de abundância relativa ao longo do tempo será importante para avaliar o status da população e conseqüentemente elaborar medidas de manejo para esta espécie ameaçada de acordo com as características dos ecossistemas costeiros do litoral do Maranhão.

As variações diárias nas alturas das marés influenciaram o uso da barra da Ilha do Gato pelos peixes-bois, sendo que os animais demonstraram preferências pelas marés vazantes, seguidas das cheias e secas.

Na maioria dos dias de monitoramento dos peixes-bois na barra da Ilha do Gato, foi registrada a ocorrência de atividades humanas, que foram predominantemente constituídas por canoas a vela. Os peixes-bois ocorreram com maior frequência nos dias em que houveram atividades humanas na área de observação, indicando que o tipo de atividade humana observado na área não tem afetado negativamente o uso dos estuários pelos peixes-bois. Implantar mecanismos que garantam a permanência do modo de vida das populações tradicionais que vivem nas florestas de manguezais do estuário do rio Mapari poderá contribuir para a conservação em longo prazo da população de peixes-bois-marinhos e ecossistema costeiro associado.

As análises do modelo geral linear indicaram uma tendência de queda na população de peixes-bois monitorada na praia de Guarapiranga, São José de Ribamar, e na barra da Ilha do Gato, Humberto de Campos. O índice de abundância relativa indicou que, apesar destas áreas apresentarem os maiores valores no índice de abundância relativa e de uso quando comparados a outras áreas do nordeste, a população de peixes-boi nestes sítios de monitoramento do litoral do Maranhão mostraram uma tendência de queda entre os anos de 2004 e 2006 para o total de animais, e de 2004 para 2007 para o total de filhotes. A tendência de redução populacional deve ser analisada com cautela, pois embora as populações sejam maiores que as encontradas no nordeste, alguns fatores externos podem estar atuando nessa tendência de redução populacional, tais como a alta mortalidade encontrada nessa região e flutuações naturais da população. Considerando a baixa taxa de crescimento populacional intrínseca dos peixes-bois, avaliações e monitoramento das tendências populacionais deverão ser realizados durante períodos superiores há dez anos. Análises em séries temporais mais longas poderão melhor avaliar se esta tendência manteve-se estável, aumentou ou diminuiu.

Considerando que este trabalho é resultado da análise de uma metodologia de observação por meio de plataformas fixas desenvolvida como alternativa para acompanhar o status da população de peixes-bois no Brasil e compreender os fatores que afetam o uso de áreas de relevante ocorrência da espécie, e que além de contribuir para a geração de conhecimento sobre a ecologia da espécie numa área pouco estudada do litoral norte, algumas **recomendações** podem ser identificadas com o intuito de aprimorar a metodologia e propor estudos complementares:

(1) Continuidade do monitoramento em longo prazo por períodos mínimos de 10 anos dos sítios de relevante ocorrência de peixes-bois no litoral do Maranhão visando refinar as análises de tendências populacionais;

(2) Acrescentar a coleta dos seguintes dados na metodologia de observação de peixes-bois por meio de plataformas fixas: presença de filhotes neonatos, composição dos grupos (fêmea com filhote, dois adultos, outras categorias de tamanho), tempo de permanência dos animais em cada quadrante de observação, categorias de comportamento dos animais, tipos e petrechos de pesca na área de observação;

(3) Realização de estudos em longo prazo visando o levantamento de dados sobre história de vida da espécie em parte do litoral norte e que ainda permanece pouco conhecido. Entre os estudos prioritários sugere-se: estudos de captura, marcação e monitoramento por satélite; determinação das faixas de idade a partir da análise de carcaças de animais resgatados; determinação das taxas de nascimento por meio da identificação de filhotes neonatos; análises genéticas;

(4) Realização de estudos sobre hábito alimentar da espécie no litoral do Maranhão por meio da análise de fezes coletadas na natureza e conteúdo do trato digestivo em carcaças resgatadas;

(5) Realização de estudos sobre os valores nutricionais das diferentes vegetações consumidas pelos peixes-bois, nas diferentes estações do ano;

(6) Mapeamento dos campos de *Spartina alterniflora* no litoral do Maranhão e estudos sobre a ecologia do ecossistema manguezal na costa norte, como forma de subsidiar medidas adequadas de proteção, manejo e sustentabilidade destes ecossistemas, garantindo a qualidade dos ambientes-chaves utilizados pelos peixes-bois;

(7) Realização de pesquisas para testar as hipóteses levantadas nesta pesquisa acerca dos padrões de movimento dos peixes-bois em relação às diferentes fases de marés no estuário do Rio Mapari;

(8) Elaboração imediata de medidas de proteção e manejo específicas para o peixe-boi-marinho e ecossistema costeiro associado nos dois sítios monitorados em áreas de manguezais e marismas no litoral do Maranhão;

(9) Criação de uma Unidade de Conservação Marinha no estuário do Rio Mapari que permita a manutenção do meio tradicional de pesca praticado na barra da Ilha do Gato como forma de proteção do peixe-boi-marinho e sustentabilidade do ecossistema;

(10) Manutenção da base avançada do PPB no litoral do Maranhão como estratégia para dar continuidade aos trabalhos de pesquisa, conservação e conscientização das populações na principal área de ocorrência de peixes-bois ao longo do litoral brasileiro;

(11) Ampliação do monitoramento de peixes-bois por plataformas fixas para a região das Reentrâncias Maranhenses, área pouco conhecida e que detêm relatos de ocorrências significativas de peixes-bois.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. **Litoral do Brasil**. Brazilian Coast. São Paulo: Metalivros, 2005. 281p.

ACKERMAN, B. C. Aerial surveys of manatees: a summary and Progress Report. In: O'SHEA, ACKERMAN & PERCIVAL (Ed). Population biology of the Florida manatee. Washington: U. S. Department of the Interior., 1995, 13-33p.

ADAM, P. **Saltmarsh ecology**. 1ª edição. Cambridge: Cambridge University Press: 1990. 461p.

ALBUQUERQUE, C. & MARCOVALDI, G. Ocorrência e distribuição das populações de peixe-boi marinho no litoral Nordeste (*Trichechus manatus*, Linnaeus, 1758). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ECOSSISTEMAS COSTEIROS: POLUIÇÃO E PRODUTIVIDADE, 1982, Rio Grande. **Anais...** Rio Grande. 1982.

ALMEIDA, Z.S.; CASTRO, A.C.L.; PAZ, A.C.; RIBEIRO, D.; BARBOSA, N.; RAMOS, T. Diagnóstico da pesca artesanal no litoral do estado do Maranhão. In: ISAAC, V.J.; MARTINS, A.S.; HAIMOVICI, M.; ANDRIGUETTO, J.M. (Org). **A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais**. Belém/PA: Editora Universitária UFPA, 2006, 41-65.

ALVES, M. D. O. **Peixe-boi marinho, *Trichechus manatus manatus*: ecologia e conhecimento tradicional no Ceará e Rio Grande do Norte, Brasil**. Recife, 2007. 118p. Mestrado em Biologia Animal – Universidade Federal de Pernambuco.

ALVITE, C. M. C.; LIMA, R. P., SANTOS, J. A., LUNA, F. O. Monitoramento de peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*) em importantes áreas de ocorrência ao longo do litoral nordeste do Brasil In: 10ª RT e 4º Congresso SOLAMAC, 2002, Santiago...**Libro de resúmenes**. Santiago: 2002. p.59.

ALVITE, C. M. C.; LIMA, R. P.; REID, J. P.; VERGARA-PARENTE, J. E.; GONZALEZ, M.; CASTRO, D. F. Rescue of Released Manatees (*Trichechus manatus manatus*) in the Northeast Coast of Brazil. In: Biennial Conference on the Biology of Aquatic Mammals, 2005, San Diego...**Abstracts**. San Diego: 2005. p.16..

ALVITE, C.M.C.; PAULO, J.R. & LIMA, R.P. Monitoramento de peixes-bois marinhos (*Trichechus manatus*) no litoral do Maranhão (2003 – 2005). In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO DE FAUNA SILVESTRE NA AMAZÔNIA E AMÉRICA LATINA, n. 7, 2006. Ilhéus. **Resumos...** Ilhéus/BA: 2006.

ALVITE, C. M. C.; PAULO, J. R. & LUGARINI, C. Mortalidade de peixes-bois-marinhos (*Trichechus manatus*) no litoral do Maranhão (1994-2008). no prelo. Aceito para publicação no **II Simpósio Nordestino de Mamíferos Aquáticos**.

AUIL, N. E. **Abundance and distribution trends of the West Indian manatees in the coastal zone of Belize: implications for conservation**. Texas, 2004. 83p. Master of Science (Wildlife and Fisheries Sciences) – Texas A & M University.

BARLOW, J & REEVES, R. R. Population status and trends. In: PERIN, WURSIG & THEWISSEN (Ed). **Encyclopedia of marine mammals**. 1ª edição. Califórnia: Academic Press, 2002, 979-982p.

BAKER, J. D.; HARTING, A. L. & JOHANOS, T. C. Use of discovery curves to assess abundance of Hawaiian monk seals. **Marine Mammal Science**, 22, 4, 847-861p, 2006.

BERTA, A.; SUMICH, J. L; KOVACS, K.M. **Marine Mammals: Evolutionary Biology**. 2ª Ed. Elsevier Inc. EUA. 547p. 2006.

BIUDES, J.F.V; CAMARGO, A.F.M. Changes in biomass, chemical composition and nutritive value of *Spartina alterniflora* due to organic pollution in the Itanhaém river basin (SP, Brazil). **Braz. J. Biol.**, 66,3781-789p., 2006.

BORGES, J. C. G.; ARAÚJO, P. G.; ANZOLIN, D. G.; MIRANDA, G. E.C. Identificação de itens alimentares constituintes da dieta dos peixes-bois-marinhos (*Trichechus manatus*) na região Nordeste do Brasil. **Biotemas**, 21, 2, 77-81p, 2008.

BRASIL. Portaria Ibama n. 1552, de 19 de dezembro de 1989. **Lista oficial das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/cma/legislacao.php?id_legislacao=31>. Acesso em: 12 julho de 2008.

BRASIL. Instrução Normativa MMA n. 3, de 27 de maio de 2003. **Lista oficial das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sbf/fauna/index.cfm>>. Acesso em: 12 julho de 2008.

BROWER, J.E.; ZAR, J.H.; VON ENDE, C.N. Ecological Sampling. In: **Field and Laboratory Methods for General Ecology**. 4ª edição. Estados Unidos: McGraw-Hill Companies, Inc, 1998, 2-6p.

BUCKLAND, S. T. & YORK, A. E. Abundance estimation. In: PERIN, WURSIG & THEWISSEN (Ed). **Encyclopedia of marine mammals**. 1ª edição. Califórnia: Academic Press, 2002, 1- 6p.

BUCKLAND, S. T.; MAGURRAN. A. E.; GRENN, R. E.; FEWSTER, R. M. Monitoring change in biodiversity through composite indices. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 360, 243-254p, 2005

CITES. **Convenção sobre o comércio internacional das espécies da flora e fauna selvagens em perigo de extinção**. Apêndice 1. Junho de 2005. Disponível em: <<http://www.cites.org/eng/app/appendices.pdf>>. Acesso em: 12 de julho de 2008.

CHILVERS, B. L. & CORKERON, P. J. Abundance of Indo-pacific bottlenose dolphins, *Tursiops aduncus*, off point lookout, Queensland, Australia. **Marine Mammal Science**, 19, 1, 85-95p, 2003.

CONCEIÇÃO, G. M. S.; SALDIVA, P. H. N & SINGER, J. M. Modelos MLG e MAG para análise da associação entre poluição atmosférica e marcadores de morbi-mortalidade: uma introdução baseada em dados da cidade de São Paulo. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, 4, 3, 206-219p, 2001.

DEUTSCH, C. J.; REID, J. P.; BONDE, R. K.; EASTON, D. E.; KOCHMAN, H. II.; O'SHEA, T. J. Seasonal movements, migratory behavior, and site fidelity of West Indian manatees along the Atlantic coast of the United States. **Wildlife monographs**, 151, 1-77p, 2003.

DIEGUES, A. C. S. Bacias Secundárias. Bacia do Nordeste. In: **Povos e Águas**. Inventário de áreas úmidas. 2ª ed. São Paulo: Núcleo de Apoio à Pesquisa de sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras, USP, 2002, 301-408.

DHN (Departamento de Hidrografia e Navegação). **Roteiro Costa Norte. Brasil**. Rio de Janeiro: DHN, 1976, 134p.

DOMNING, D. P. **Bibliography and index of the Sirenia and Desmostilya, Smithsonian contributions to paleobiology**. n. 80. Washington: Smithsonian Institution Press, 1996. 611 p.

DOMINING, D. P. Sirenian evolution. In: PERIN, WURSIG & THEWISSEN (Ed). **Encyclopedia of marine mammals**. 1ª edição. Califórnia: Academic Press, 2002, 1083-1086p.

DEPDMR (Department of Environmental Protection Division of Marine Resources). **Manatees Habitat and Human-related threats to seagrass in Florida: a Review**, por SMITH, K. N. Tallahassee/FL, 1993, 32p.

HUSAR, S. L. *Trichechus inunguis*. **Mammalian Species**, v. 72, p. 1-4. 1977.

HUSAR, S. L. *Dugong dugon*. **Mammalian Species**, v. 88 p. 1-7. 1978a.

HUSAR, S. L. *Trichechus senegalensis*. **Mammalian Species**, v. 89 p. 1-3. 1978b.

HUSAR, S. L. *Trichechus manatus*. **Mammalian Species**, v. 93 p. 1-5. 1978c.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Mamíferos aquáticos do Brasil: plano de ação**. Brasília: Edições IBAMA, 1997. 79p.

IBAMA. **Mamíferos aquáticos do Brasil: plano de ação, versão II**. 2.ed. Brasília: Edições IBAMA. 2001. 102p.

IBAMA **Protocolo de conduta para encalhes de mamíferos aquáticos**. Rede de Encalhes de Mamíferos Aquáticos do Nordeste. Recife: IBAMA. 2005. 298p.

IBAMA/CEPENE (Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Nordeste). **Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina no Nordeste do Brasil – 2005**. Tamandaré: PE. CEPENE, 2007. Disponível em:

<http://www.ibama.gov.br/cepene/index.php?ide_menu=61> Acesso em 01 de setembro de 2008.

IBAMA/CEPENE. Monitoramento da atividade pesqueira no litoral nordestino – Projeto Estatpesca 2008. Tamandaré: PE. CEPENE, 2008. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/cepene/index.php?ide_menu=61> Acesso em 01 de setembro de 2008.

IBAMA/CMA (Centro Mamíferos Aquáticos). **Plano de Trabalho Anual**. Doc. n° 002/03. 2003. 95p.

IBAMA/CMA (Centro Mamíferos Aquáticos). **Distribuição espacial do peixe-boi marinho na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape**. Informação Técnica N° 02/06 – CMA/UE/PB, por FILHO, R. C .B. Cabedelo/PB, 2006. 18p.

IBAMA/CMA. **Monitoramento de peixes-bois-marinhos (*Trichechus manatus*) através de pontos fixos**. Relatório anual – 2006, por ALVITE, C. M. C. São Luís/MA, 2007. 14p.

IBAMA/CPB (Centro Peixe-Boi). **Levantamento da distribuição, status de conservação do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*, Linnaeus, 1758), no litoral do estado do Maranhão e esforços conservacionistas para a sua proteção**. Relatório final, por LIMA, R. P. 1993. 33p.

IBAMA/ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Gestão compartilhada dos recursos pesqueiros na Baía do Tubarão. Reserva Extrativista como instrumento de gestão**. Relatório final do 1° Seminário Regional da Baía do Tubarão. ALVITE, C. M. C. (Org). São Luís/MA, 2007. 42p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Demográfico 2000**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default_indicadoresociais.shtml> Acesso em 01 de setembro de 2008.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Contagem da população 2007**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/default.shtm>> Acesso em 01 de setembro de 2008.

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). **Catálogo de Imagens CBERS**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR>> Acesso em 01 de setembro de 2008

IUCN. **Red list of threatened species**. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 15 de junho de 2008.

FLORES, P.A.C.; FONTOURA, N.F. Ecology of marine tucuxi, *Sotalia guianensis*, and Bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in Baía Norte, Santa Catarina State, Southern Brazil. **LAJAM**, 5 (2), 105-115p, 2006.

FUNO, R. H. F. **Foraminíferos de manguezais associados ao estuário do rio Mapari, município de Humberto de Campos (MA): bases ecológicas para a sustentabilidade ambiental.** São Luís, 2008. 86p. Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas – Universidade Federal do Maranhão.

GANNON, J.G.; SCOLARDI, K.M.; REYNOLDS III, J.E.; KOELSCH, J.K.; KESSENICH, T.J. Habitat selection by manatees in Sarasota Bay, Florida. **Marine Mammal Science**, 23 (1), 133-143p, 2006.

GARROTT, R. A.; ACKERMAN, B. B.; CARY, J. R.; HEISEY, D. M.; REYNOLDS III, J. E.; WILCOX, J. R. Assessment of trends in sizes of manatees populations at several Florida aggregation sites. In: O'SHEA, ACKERMAN & PERCIVAL (Ed). *Population biology of the Florida manatee*. Washington: U. S. Department of the Interior., 1995, 34- 55p.

HARTMAN, D. S. Ecology and behaviour of the manatees (*Trichechus manatus*) in Florida. 1 Ed. Pennsylvania: American Society of Mammalogists, 1979. 150p.

HURST, L. A. & BECK, C. A. **Microhistological characteristics of selected aquatic plants of Florida with techniques for the study of manatees food habitats.** U. S. Fish and Wildlife Service. Biological Report, 88, 18, 145p, 1988

KINAS, P. G. & KNEIP, F. C. **Relatório de análise estatística dos dados de ponto-fixo de peixe-boi.** Rio Grande: Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Departamento de Matemática, Laboratório de Estatística, 2005. 7p.

KJERFVE, B.; PERILLO, G.M.E.; GARDNER, L.R.; RINE, J.M.; DIAS, G.T.M.; REBELO-MOCHEL, F. Morphodynamics of muddy environments along the Atlantic coasts of North and South America. In: **Muddy Coasts of the World: Processes, Deposits and Function.** HEALY, T.; WANG, Y. & HEALY, J.A. (Editores). 1 ed. Amsterdam: Elsevier Science B.V. 2002, 479-532p.

JIMÉNEZ, I. Developmente of predictive models to explain the distribution of the West Indian manatee *Trichechus manatus* in tropical watercourses. **Biological Conservation**, 125, 491-503p, 2005

LARKIN, I. L. V.; FOWLER, V. F. & REEP, R. L. Digesta passage rates in the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*). **Zoo Biology**, 26, 503-515p, 2007

LEFEBVRE, L. W.; O'SHEA, T. J.; RATHBUN, G. B.; BEST, R. C. Distribution, status, and biogeography of the West Indian manatee. In: WOODS, C. A. (Ed.). **Biogeography of the West Indies.** Gainesville: Sandhill Crane Press, 1989, 567-609p.

LEFEBVRE, L. W.; ACKERMAN, B. B.; PORTIER, K. M.; POLLOCK, K. H. Aerial survey as technique for estimating trends in manatees population size – problems and prospects. In: O'SHEA, ACKERMAN & PERCIVAL (Ed). **Population biology of the Florida manatee.** Washington: U. S. Department of the Interior, 1995, 163-74p.

LEFEBVRE, L. W.; REID, J. P.; KENWORTHY, W. J.; POWELL, J. A. Characterizing manatee habitat use and seagrass grazing in Florida and Puerto Rico: implications for conservation and management. **Pacific Biology Conservation**, 5, 289-298p, 2000.

LEFEBVRE, L. W.; MARMONTEL, M.; REID, J. P.; RATHBUN, G. B.; DOMNING, D. P. Status and Biogeography of the West Indian Manatee. In: WOODS, C. A.; SERGILE, F. E. (Ed) **Biogeography of the West Indies, patterns and perspectives**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 425-474

LIMA, R. P.; PALUDO, D.; SILVA, K. G.; SOAVINSKI, R. J.; OLIVEIRA, E. M. A. Distribuição, ocorrência e status de conservação do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*, Linnaeus, 1758) ao longo do litoral nordeste do Brasil. **Coletânea de trabalhos de conservação e pesquisa de sirênios no Brasil**, n.1, p.47-72, 1992.

LIMA, R. P.; OLIVEIRA, E.M.A.; PALUDO, D.; SOAVINSKI, R. Levantamento da distribuição, status de conservação do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*, Linnaeus 1758) no litoral do estado do Maranhão e esforços conservacionistas para sua proteção. In: REUNIÃO DE TRABALHO DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, n. 6, 1994, Florianópolis. **Anais...Florianópolis/SC**, 1994. p. 43-44.

LIMA, R. P. **Peixe-Boi marinho (*Trichechus manatus*):** distribuição, status de conservação e aspectos tradicionais ao longo do litoral nordeste do Brasil. Recife, 1997. 80p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Universidade Federal de Pernambuco,

LIMA, R.P. **Peixe-Boi marinho (*Trichechus manatus*):** Distribuição, Status de Conservação e Aspectos Tradicionais ao Longo do Litoral Nordeste do Brasil. **Série Meio Ambiente em Debate**, Brasília/DF, n. 30, 76p, 1999.

LIMA, R. P.; ALVITE, C. M. C.; VERGARA-PARENTE, J. E.; CASTRO, D. F.; PASZKIEWICZ, E.; GONZALEZ, M. Reproductive behavior in captive-released manatee (*Trichechus manatus manatus*) along the northeastern coast of Brazil and life history of her first calf born in the wild. **Aquatic Mammals**, v.31, n.4, p.420-426. 2005

LIMA, R. P. **Distribuição espacial e temporal de peixes-bois (*Trichechus manatus*) reintroduzidos no litoral nordestino e avaliação da primeira década (1994-2004) do programa de reintrodução.** Recife, 2007. 161p. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) – Universidade Federal de Pernambuco.

LODI, L. Tamanho e composição de grupo dos botos-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) (Cetácea, Delphinidae), na Baía de Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. **Atlântica, Rio Grande**, 25 (2), p.135-146, 2003.

LUNA, F.O. **Distribuição, status de conservação e aspectos tradicionais do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus*) no litoral norte do Brasil.** Recife, 2001. 122p. Mestrado em Oceanografia Biológica - Universidade Federal de Pernambuco.

MARANHÃO, GEAGRO. **Zoneamento Costeiro do Estado do Maranhão.** LABOHIDRO, Departamento de Oceanografia e Limnologia, UFMA. São Luís, 2003.

MARMONTEL, M.; STEPHEN, R. H. & O'SHEA T. J. Population viability analysis of the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*), 1976-1991. **Conservation Biology**, 11, 2, 467-481p, 1997.

MARSH, H & LEFEBVRE, L. W. Sirenia status and conservation efforts. **Aquatic Mammals**, 20, 3, 155-170p, 1994.

MARSH, H. Fixed-width aerial transects for determining dugong populations size and distribution patterns. In: O'SHEA, ACKERMAN & PERCIVAL (Ed). Population biology of the Florida manatee. Washington: U. S. Department of the Interior, 1995, 56-62p.

MARSHALL, C. D.; MAEDA, H.; IWATA, M.; FURUTA, M.; ASANOS, S.; ROSAS, F. C. W.; REEP, R. L. Orofacial morphology and feeding behaviour of the dugong, Amazonian, West African and Antillean manatees (mammalian: Sirenia): functional morphology of the muscular-vibrissal complex. **J. Zool. Lond.**, 259, 245-260p, 2003.

MARTIN, P.; BATESON, P. F. R. S. Recording methods. In: **Measuring behaviour: an introductory guide**. 1ª edição. Cambridge: Cambridge University Press, 1986, 48-68p.

MEIRELLES, A. C. O. Mortality of the Antillean manatee, *Trichechus manatus manatus*, in Ceará State, North-eastern Brazil 2003. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 88, 6, 1133-1137p, 2008.

MILLER, K. E.; ACKERMAN, B. B.; LEFEBVRE, L. W.; CLIFTON, K. B. An evaluation of strip-transect aerial survey methods for monitoring manatees populations in Florida. **Wildlife Society Bulletin**, 26, 3, 561-570, 1998.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: EdUSP, 2002. 414p.

MMA (Ministério do Meio Ambiente/UFRJ/FUJB/LAGET). **Macrodiagnóstico da Zona Costeira do Brasil na escala da União**. Brasília: Programa Nacional do Meio Ambiente, 1996. 280p.

MMS (Marine Mammal Science). Manatee use of *Spartina alterniflora* in Cumberland sound. **Marine Mammal Science**, 51, 1, 88-90, 1989.

MORALES-VELA, B; OLIVERA-GÓMEZ, D; REYNOLDS III, J. E.; RATHBUN, G. B. Distribution and habitat use by manatees (*Trichechus manatus manatus*) in Belize and Chetumal Bay, México. **Biological Conservation**, 95, 67-75, 2000.

MUEHE, D. O litoral brasileiro e sua compartimentação. In: CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia do Brasil**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, 273-349.

ODELL, D. K. Sirenian life history. In: PERIN, WURSIG & THEWISSEN (Ed). **Encyclopedia of marine mammals**. 1ª edição. Califórnia: Academic Press, 2002, 1086-1089p.

OLIVEIRA-GÓMEZ, L. D. & MELLINK, E. Distribution of the Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) as a function of habitat characteristics, in Bahia de Chetumal, Mexico. **Biological Conservation**, 121, 1, 127-133p, 2005

O'SHEA, T. J.; LEFEBVRE, L. W. & BECK, C. A. Florida Manatees: perspectives on populations, pain, and protection. In: DIERAUF, L. A. & GULLAND, F. M. D. (Ed). **CRC Handbook of Marine Mammal Medicine**. 2ª edição. Florida: CRC Press, 2001, 31-43p.

PALUDO, D. Estudos sobre Ecologia e Conservação do Peixe-boi Marinho (*Trichechus manatus manatus*) no Nordeste do Brasil. **Série Meio Ambiente em Debate**, Brasília/DF, n. 22, 70p, 1998.

PALUDO, D. & LANGGUTH, A. Use of space and temporal distribution of *Trichechus manatus manatus* Linnaeus in the region of Sagi, Rio Grande do Norte State, Brazil (Sirenia, Trichechidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 19, 1, 205-215p, 2002.

PARENTE, C. L.; VERGARA-PARENTE, J. E. & LIMA, R. P. Stranding of Antillean manatees, *Trichechus manatus manatus*, in Northeastern Brazil. **LAJAM**, 3,1, 69-75p, 2004.

RATHBUN, G. B.; REID, J. P. & CAROWAN, G. Distribution and movement patterns of manatees (*Trichechus manatus*) in Northwestern Peninsular Florida. **Florida Marine Research Publication**, 48, 33p, 1990.

REBELO-MOCHEL, F. Mangroves of Maranhão State, North Brazil. In: LACERDA, L. D.; FIELD, C. D. (Ed.). **Mangrove Ecosystems Proceedings**. Okinawa: ISME, Japan. 1, p. 14, 1993.

REBELO-MOCHEL, F. Os Manguezais Frontais da Costa do Pará-Maranhão: Razões da Proteção Integrada. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, n. 47, 1995, São Luís. **Anais Volume I: Conferências, Simpósios e Mesas Redondas...**São Luís/MA, 1995. p.15.

REBELO-MOCHEL, F. **Caracterização espectral e mapeamento dos manguezais por sensoriamento remoto na Baía de Turiaçu, Maranhão, Brasil**. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal Fluminense, Niterói. 153 p. 1999.

REBELO-MOCHEL, F. Caracterização e mapeamento de marismas associados aos estuários e manguezais da baía de Turiaçu, Maranhão, Brasil, usando sensoriamento remoto. In: **V Workshop ECOLAB – Ecossistemas Costeiros Amazônicos**, Macapá/AP. Boletim de resumos. 2000.

REBELO-MOCHEL, F.; CUTRIM, M. V. J.; CORREIA, M. M. F.; IBAÑEZ, M. S. R.; AZEVEDO, A. C. G.; OLIVEIRA, V. M.; PESSOA, C. R. D.; MAIA, D.C.; SILVEIRA, P. C.; IBAÑEZ-ROJAS, M. O. A.; PACHECO, C. M.; COSTA, C. F. M.; SILVA, L. M.; PUISECK, A. M. B. Degradação dos manguezais da Ilha de São Luís (MA): processos naturais e antrópicos.. In: Prost, M. T. e Mendes, A. C.. (Org.). **Ecossistemas costeiros: impactos e gestão ambiental**. 1ª edição. Belém: Editora do Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001, v. 1, p. 113-131.

REYNOLDS III, J. E. Aspects of the social behaviour and herd structure of a semi-isolated colony of West Indian manatees, *Trichechus manatus*. **Mammalia**, 45, 4, 431-447p, 1981.

REYNOLDS, J. E.; ODELL, D. E. **Manatees and dugongs, facts on file**. New York, 1991.126 p.

REYNOLDS III, J. E. & POWELL, J. A. Manatees. In: PERIN, WURSIG & THEWISSEN (Ed). **Encyclopedia of marine mammals**. 1ª edição. Califórnia: Academic Press, 2002, 709-720p.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 2003. 503p.

SEMATUR (SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E TURISMO DO MARANHÃO). **Diagnóstico dos principais problemas ambientais do estado do Maranhão**. São Luís: Lithograf, 1991. 193p.

SILVA, K.G.; PALUDO, D.; OLIVEIRA, E.M.A.; SOAVINSKI, R.J.; LIMA, R.P. Distribuição e ocorrência do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*) no estuário do rio Mamanguape, Paraíba – Brasil. **Coletânea de Trabalhos de Conservação e Pesquisa de Sirênios no Brasil**, João Pessoa, v.1, 06-18p, 1992.

SOUZA-FILHO, P. W. M. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica*, 23, 4, 427-435p, 2005

STENSLAND, E.; CARLÉN, I.; SARNBLAD, A.; BIGNERT, A.; BERGGREN, P. Population size, distribution, and behavior of indo-pacific bottlenose (*Tursiops aduncus*) and humpback (*Sousa chinensis*) dolphins off the south coast of Zanzibar. **Marine Mammal Science**, 22, 3, 667-682p, 2006.

UNEP: Regional Management Plan for the West Indian Manatee, *Trichechus manatus*. **CEP Technical Report**, n.35. UNEP Caribbean Environment Programme, Jamaica, 1995.

WADE, P. R. Population Dynamics. . In: PERIN, WURSIG & THEWISSEN (Ed). **Encyclopedia of marine mammals**. 1ª edição. Califórnia: Academic Press, 2002, 974-978p.

WHITEHEAD, P. J. P. Registros antigos da presença do Peixe-Boi do caribe (*Trichechus manatus*) no Brasil. **Acta Amazônica**, 8, 3, 497-505p. 1978

WITMER, G. W. Wildlie population monitoring: some practical considerations. **Wildlife Research**, Lincon, 32, 259-263p, 2005.