

Maria Emilia Morete

Caracterização temporal da estrutura de  
grupos e do comportamento de baleias jubarte  
*(Megaptera novaeangliae)* na área de  
reprodução da região do Arquipélago dos  
Abrolhos (Bahia, Brasil).

São Paulo

2007

Maria Emilia Morete

Caracterização temporal da estrutura de  
grupos e do comportamento de baleias jubarte  
(*Megaptera novaeangliae*) na área de  
reprodução da região do Arquipélago dos  
Abrolhos (Bahia, Brasil).

Tese apresentada ao Instituto de  
Biociências da Universidade de São  
Paulo, para a obtenção de Título de  
Doutor em Ciências, na Área de  
Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Sergio Rosso

São Paulo

2007

Morete, Maria Emilia

Caracterização temporal da estrutura de grupos e do comportamento de baleias jubarte (*Megaptera novaeangliae*) na área de reprodução da região do Arquipélago dos Abrolhos (Bahia, Brasil).

147 páginas + 15 em *Braille*

Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Ecologia.

1. comportamento 2. padrão temporal  
3. baleia jubarte 4. Abrolhos  
I. Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências. Departamento de Ecologia.

Comissão Julgadora:

---

Prof(a). Dr(a).

---

Prof(a). Dr(a).

---

Prof(a). Dr(a).

---

Prof(a). Dr(a).

---

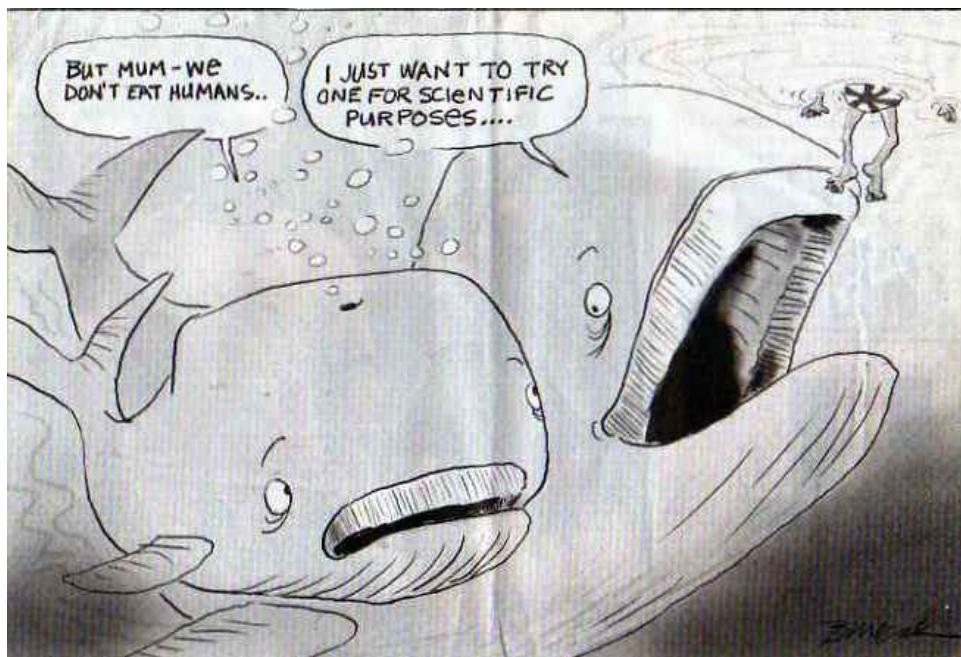
Prof. Dr. Sergio Rosso (Orientador)

Dedico esta tese aos seres humanos  
que lutam para que os outros seres  
tenham uma vida digna e batalham na  
tentativa de manter o equilíbrio do planeta.

*Todos os animais nascem iguais perante a vida  
e têm o mesmo direito a existência.*

Declaração Universal dos Direitos dos Animais

Bruxelas, 27 de janeiro de 1978.



*"Mas mama – nós não comemos humanos...*

*Eu só quero provar um por razões científicas..."*

## Agradecimentos

---

Agradeço as baleias por serem seres misteriosos, dóceis e inteligentes que me fascinam, que encantam tantos dias da minha vida, que me fazem chorar de emoção pelas coisas lindas que realizam, que me dão forças para continuar batalhando, para não só lutar pelo fim da caça, mas por um mundo melhor para todos os seres.

Agradeço minha mãe Cecilia e meu pai Hermes... Pela educação que me deram valorizando e respeitando todas as formas de vida e me mostrando que “querer é poder” e que precisamos batalhar para conseguirmos. Continuo agradecendo meu pai, minha mãe e agora meu irmão Nesso, por acreditarem e admirarem o meu trabalho, por patrocinarem esse estudo há tantos anos e pelas palavras e gestos carinhosos quando eu precisei e ainda preciso. Sem eles com certeza eu não teria conseguido.

Agradeço a minha companheira de campo, parceira inseparável de estudo e tese sempre ao meu lado, ou no ponto fixo, ou no barco ou escritório... Minha querida filha canina Olívia.

Agradeço o meu marido Fernando pelo apóio, paciência e carinho durante todo o tempo do doutoramento.

Agradeço as minhas amigas Alberta e Sandra, que apesar da minha distância, falta de comunicação e ausência durante tantos anos sempre estiveram “presentes” na minha vida.

Agradeço a “Chefinha” Maria Helena, por deixar que eu sentisse na pele que ser veterinária não seria o meu caminho... e por todo o carinho e atenção nesses anos todos.

Agradeço a Tatiana Bisi por ter se tornado minha parceira, mão direita e amiga... Sempre digo que duas cabeças juntas pensam melhor do que uma, ela apareceu para me ajudar em tudo. Obrigada Tati! Agradeço a Cristiane Martins, também por ter me ajudado tanto tempo no campo, mas antes disso, por ter se tornado uma amiga especial, minha comadre, que me mostrou um outro lado da vida. Agradeço a Claudia Petta pela amizade e dedicação ao Ponto Fixo por tantos anos.

Agradeço a Aninha Freitas, Marcelo Skaf, Sergio Fantini e Roberto... companheiros de Caravelas, de baleadas, de emoções.

Agradeço ao Instituto Baleia Jubarte e a diretora Márcia Engel por terem me confiado o Ponto fixo Abrolhos, dando-me a oportunidade de realizar esse trabalho. Tenho que agradecer a todos os estagiários que me ajudaram na coleta de dados em todos esses anos, pois sem eles, de fato, essa tese não existiria (em negrito estagiários especiais de ponto fixo) Muito obrigada por dividirem comigo momentos maravilhosos em Abrolhos!! Em 1997 Alexandre Rocha, Fernando Junqueira Villela, **Grasiela Leões Pinho**, Juliana Prada Cajado; em 1998: **Cristiane Cavalcante de Albuquerque Martins**, Eduardo Arraut, Fabiana

Mourão, Renato Garcia Rodrigues; em 1999: Flávio Omena, Kellen Lesco, **Leonardo Wedekin**, Suzana Más Rosa; em 2000: Ana Rita Lopes, **Daniella Burattini**, Juliano Moreira, Luiza Pacheco; em 2001: **Andressa Aoki, Cláudia Brigagão de Petta**, Fernanda Sartor, Gabriel Maciel de Souza Vianna, Luana Buatim, Patrícia Dunker; em 2002: **Tatiana Bisi, Daniela de Mello**, Ivan Freitas da Cunha, Luiza Fernandes, Maria Teresa Lemos, Mariana Neves, Paula Brumatti ; em 2003: Alexandre Paro, Daniella Bordon, Eduardo Alves dos Santos, **Fernanda Prado, Guillian Buhl**, Luciana Barros, Paula Nicácio, Rodrigo Amaral, Simone Rondinelli e em 2004: Ana Lúcia Cypriano de Souza, **Christine Del Vechio**, Daniela Santos, Fernanda Nogueira, Lucas Pilli, Luciana Garrido, Márcia Araújo, Patrícia Bueno e finalmente **Patrícia Golodne**.

Agradeço a Guilherme Lessa, professor do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, por ceder as tábuas de marés de Abrolhos.

Agradeço ao ponto fixo por ter proporcionado além de todo visual maravilhoso do arquipélago dos Abrolhos, novas amizades... a final tanto tempo juntas lá em cima... Fernandinha Sartor, Mari Neves, Guilé Buhl e Paty Golodne, vocês são pessoas muito queridas! Obrigada por todo esforço organizando os dados.

Léo obrigada por compartilhar comigo as emoções com nossa querida Durell!

Agradeço a amizade e ensinamentos de Milton Marcondes e agradeço toda ajuda do pessoal do Instituto: Sadrinha, Verinha, Kid, Roberta, Valério, Silvio, Dudu, Flávia, Lucian, Dani, Betânia, Ataíde, Fábio, Renato, Valmário, Anselmo, Sr. Vavá, Bira... sempre ali presentes para me ajudar em tudo, desde de um reembolso até com conversas gostosas. Valeu!! Sinto saudades...

Agradeço ao Parque Nacional Marinhos dos Abrolhos / IBAMA, seus diretores (Marcelo Skaf e Henrique Ilha) e funcionários pelo suporte logístico e financeiro. Agradeço a Berna, guarda-parque por todo o ensinamento, carinho, amizade e dedicação ao Parque. Ao Geraldo os grandes momentos vividos no Benedito juntamente com Kidinho e Branco.

Agradeço a Marinha do Brasil – Rádio Farol Abrolhos, em especial ao Sub. Silvino e Cadete por toda ajuda logística e autorizações para realização do Ponto fixo na Ilha de Santa Bárbara Abrolhos.

Agradeço aos mestres das embarcações de turismo que auxiliaram na realização das observações focais de interação e que por tantas vezes deram caronas ao pessoal do Ponto Fixo.

Agradeço À Petrobrás S.A.- Petróleo Brasileiro, IFAW – *International Fund for Animal Welfare* e ARIM – Componentes para fogões Itda., pelos patrocínios que possibilitaram o estudo a partir do Ponto Fixo.

Agradeço ao Manuel Furtado Neto e Cassiano Monteiro que me aceitaram no meu primeiro estágio com *Sotalia* em Fortaleza. E ao Jon Lien que me mostrou a minha primeira baleia em Newfoundland - Canadá e me ensinou a usar o meu equipamento de campo para observar as baleias: o teodolito.

Agradeço duas pessoas que foram colocadas “coincidentemente” no meu caminho que me guiaram a essa vida em Abrolhos com as jubartes: Fernanda Marques e Renata S. L. Santoro.

Agradeço a oportunidade e a experiência adquirida com Phillip Clapham, Steven Swartz e Richard Pace durante três estágios no Fisheries Science Center – NOAA, Estados Unidos. E agradeço a Harold Mills da Cornell University a confiança por me deixar ficar em sua casa e sua paciência me ensinando o *Aardvark*.

E finalmente, nada disso seria possível se não fosse por ele... agradeço ao meu querido orientador Dr. Sergio Rosso que se “aventurou por mares nunca antes navegados” para me ajudar neste projeto. Sérgio, obrigada por todo o ensinamento, pelos bons papos e boas risadas! Foi um grande prazer ter sido sua orientada!

Obrigada a todos!

# Índice

---

<b>Capítulo 1.....</b>	<b>10</b>
Introdução Geral	
<b>Capítulo 2.....</b>	<b>21</b>
Flutuação de abundância de baleia jubarte ( <i>Megaptera novaeangliae</i> ) na principal área de reprodução ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Brasil.	
<b>Capítulo 3.....</b>	<b>44</b>
Padrão temporal da estrutura de grupos de baleias jubarte ( <i>Megaptera novaeangliae</i> ) na área de reprodução ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Bahia, Brasil.	
<b>Capítulo 4.....</b>	<b>63</b>
Padrão temporal dos comportamentos realizados por diferentes categorias de grupo de baleias jubarte ( <i>Megaptera novaeangliae</i> ) na área de reprodução ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Brasil.	
<b>Capítulo 5.....</b>	<b>94</b>
Resposta de fêmeas com filhotes de baleia jubarte ( <i>Megaptera novaeangliae</i> ) a embarcações na área de reprodução ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Brasil.	
<b>Capítulo 6.....</b>	<b>117</b>
Discussão Geral.	

## Anexos:

<b>Anexo avulso.....</b>	<b>123</b>
Ficha com abreviações e definições das categorias de grupo de baleias jubarte e seus comportamentos em Abrolhos.	
<b>Anexo 1.....</b>	<b>124</b>
Observação de ponto fixo e o uso do teodolito como ferramenta para estudos comportamentais em cetáceos. Um olhar crítico.	
<b>Anexo 2.....</b>	<b>139</b>
Fotografias do ponto fixo de observação em Abrolhos.	
<b>Anexo 3.....</b>	<b>141</b>
MORETE, M. E.; BISI T.L.; ROSSO, S. Temporal pattern of humpback whale ( <i>Megaptera novaeangliae</i> ) group structure around Abrolhos Archipelago breeding region, Bahia, Brazil. <b>Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom</b> , v. 87, p. 87-92, 2007 (versão publicada do Capítulo 3).	

# **Capítulo 1**

## **Introdução Geral**

---

A baleia jubarte (*Megaptera novaeangliae*) pertence à família Balaenopteridae, possui corpo robusto e nadadeiras peitorais que equivalem a cerca de um terço do comprimento total do animal (TRUE, 1904). Como nos demais Misticetos, as fêmeas são maiores que os machos e apresentam em média 13 metros de comprimento; os machos são cerca de 1 metro menores (CHITTLEBOROUGH, 1965). A coloração do corpo vai do cinza escuro ao negro e manchas brancas podem ser observadas no ventre. A nadadeira dorsal, pequena e pouco falcada, se encontra no fim do segundo terço do corpo do animal (LEATHERWOOD *et al.*, 1988). A partir dos padrões de pigmentação observados na superfície ventral da nadadeira caudal, que vão desde o branco ao negro total, obtém-se a identificação individual de cada baleia jubarte (KATONA & WHITEHEAD, 1981).

Durante o verão e o outono, os indivíduos se encontram em áreas de alimentação localizadas entre as latitudes 35° e 65° em ambos os hemisférios (WINN & REICHLEY, 1985). Segundo WHITEHEAD & MOORE (1982) as áreas de reprodução utilizadas pela espécie localizam-se entre as latitudes de 10° e 22° em ambos os hemisférios, com temperaturas da água do mar entre 24° e 28° C, fundo oceânico plano com profundidade entre 15 e 60 metros e a menos de 30 km de distância das águas profundas. São localizadas tipicamente entre ilhas ou associadas a sistemas coralinos. A população do Mar da Arábia é a única que, aparentemente, não migra em busca da alta produtividade das águas frias para se alimentar, sendo observada durante todo o ano em águas tropicais (MIKHALEV, 1997).

A baleia jubarte foi extremamente explorada comercialmente no Hemisfério Sul durante o século XX. Durante a caça moderna mais de 208 mil baleias jubarte foram caçadas entre 1904 e 1966 (FINDLAY, 2001) quando a Comissão Internacional Baleeira (CIB) - *International Whaling Commission*, decretou a proibição da caça dessa espécie no mundo. As populações de baleia jubarte foram drasticamente reduzidas a pequenas porcentagens daquilo

que seria a população original (GAMBELL, 1973). No Brasil baleias jubarte foram caçadas de “maneira artesanal” entre os séculos XVI e XX (e.g., ELLIS, 1969) e a caça moderna ocorreu em Costinha, na Paraíba, e em Cabo Frio, no Rio de Janeiro, durante o século XX (e.g., PAIVA & GRANGEIRO, 1965) até ser decretada a Lei nº 7643 em 1987 de proteção aos cetáceos em águas brasileiras. Em 1986, foi decretada pela CIB uma moratória internacional proibindo a caça de qualquer espécie de baleia por 10 anos. Apesar dessa proibição ainda ser mantida pela maioria dos países membros da CIB, Japão e Noruega vem caçando algumas espécies com a argumentação fajuta de caça científica (CLAPHAM *et al.*, 2006). Recentemente a Islândia declarou reinício da caça comercial.

Apesar desta caça intensa, as baleias jubarte do hemisfério sul continuam a migrar anualmente das áreas de reprodução para as de alimentação na Antártica. Hoje em dia a CIB reconhece sete populações de baleias jubarte no Hemisfério Sul (IWC, 1998) divididas em sete áreas de manejo na Antártica. Sugeriu-se (e.g., IWC, 1998) que a população brasileira estaria se alimentando na área I (região da Península Antártica) e na área II (Ilhas Geórgia do Sul), porém estudo de foto-identificação (STEVICK *et al.*, 2004) e estudo genético (ENGEL, 2003) conduzidos na região da Península Antártica não identificaram esta região como sendo o local de alimentação desta população. Recentemente, através do uso de telemetria via satélite, foram obtidas informações preliminares que sugerem as regiões próximas à Geórgia do Sul e Ilhas Sanduíche do Sul ( $58^{\circ}$  S,  $26^{\circ}$  W) como áreas de alimentação da população (ZERBINI *et al.*, 2006).

Durante muitos anos, a única área conhecida de reprodução e cria das baleias jubarte no Oceano Atlântico Sul Ocidental era o Banco dos Abrolhos (e.g., MARTINS *et al.*, 2001), entretanto a população de baleia jubarte presente na costa brasileira durante o inverno está aumentando. KINAS & BETHLEM (1998) usando um modelo de marcação e recaptura estimaram uma população entre 1.379 e 1.887 baleias jubarte para o ano de 1995. Em 2000, estimativas também usando modelos de marcação e recaptura mostraram que a população de baleias jubarte do Banco dos Abrolhos havia aumentado para entre 2795 e 5542 indivíduos

(FREITAS *et al.*, 2004). Mais recentemente, um estudo realizado a partir de sobrevôos aéreos utilizando o método de transecções lineares com amostragem de distância, em uma área que englobou desde o Rio Grande do Norte até o Rio de Janeiro em 2005, estimou a população brasileira de baleias jubarte entre 6830 e 13490 (ANDRIOLI *et al.*, 2006). Concomitantemente, foram sendo registradas ocorrências desta espécie em outros locais da costa brasileira (LODI, 1994; SICILIANO, 1997; PIZZORNO *et al.*, 1998; MARTINS, 2004).

Apesar desse aumento populacional, a área ao redor do Arquipélago dos Abrolhos continua sendo uma área de concentração de grupos de baleias contendo filhotes (MARTINS *et al.*, 2001; MORETE *et al.*, 2003a).

Não se sabe ao certo quais os fatores ecológicos por trás da dinâmica da migração, provavelmente uma complexa relação entre clima, cobertura de gelo e produtividade de *krill* nas águas Antárticas (LOEB *et al.*, 1997). Sabe-se que a migração de baleias jubarte é segregada, fêmeas amamentando são as primeiras a deixarem as áreas de alimentação no final do outono, seguidas por animais imaturos, machos adultos, fêmeas adultas e por último fêmeas grávidas. Na primavera ocorre o inverso, as fêmeas recém grávidas são as primeiras a deixarem as áreas reprodutivas (*e.g.*, DAWBIN, 1966), porém nem todos os indivíduos migram; já foi relatado que algumas baleias permanecem durante o inverno em grandes latitudes (*e.g.*, BROWN *et al.*, 1995; CRAIG & HERMAN, 1997).

A organização e o comportamento social da baleia jubarte nas áreas reprodutivas é reflexo dessa migração segregada e das atividades relacionadas a reprodução, nascimento e cuidado parental. Os grupos de baleias jubarte são normalmente pequenos e instáveis, sendo mais comum a ocorrência de indivíduos solitários, duplas e trios (*e.g.*, MOBLEY & HERMAN, 1985), porém grandes grupos efêmeros denominados “competitivos” formam-se durante a temporada reprodutiva quando se reúnem machos em torno de uma fêmea com ou sem filhote, sendo freqüente a competição agressiva entre eles (*e.g.*, CLAPHAM *et al.*, 1992) e natação mais energética (GLOCKNER & VÊNUS, 1983). Baleias jubarte, de maneira geral, além deste comportamento mais ativo, dividem seu tempo na área de reprodução ou em natação, ou em

*milling* (*i.e.*, natação sem direção definida), ou em repouso. Em Abrolhos, diferentemente das outras populações, esta espécie realiza também o estado comportamental de exposição caudal, no qual a baleia permanece por até 14 minutos com a nadadeira caudal exposta e cabeça submersa (ver MORETE *et al.*, 2003b).

Um outro comportamento realizado pelas baleias jubarte é o canto. A composição do canto vai se alterando com o tempo, porém a maioria dos cantores em uma população realiza a mesma ou versões bem similares do canto (*e.g.*, PAYNE & MCVAY, 1971). Até hoje não se sabe exatamente sua função: como somente os machos (normalmente indivíduos solitários) cantam é possível que o canto esteja relacionado a reprodução. O canto pode ser uma forma de atrair as fêmeas (TYACK, 1981) ou uma maneira de sincronizar o período estroso (BAKER & HERMAN, 1984), ou ainda servir como delimitação de território (FRANKEL *et al.*, 1995) e pode ser até mesmo uma forma de estabelecer dominância entre machos (DARLING & BÉRUBÉ, 2001) ou estabelecer cooperação (DARLING *et al.*, 2006). O canto é ouvido predominantemente em áreas de reprodução, mas também já foi escutado durante a migração e ocasionalmente até em áreas de alimentação (*e.g.*, CLARK & CLAPHAM, 2004).

As baleias jubarte também são conhecidas pela grande freqüência com que realizam comportamentos aéreos ou comportamentos altamente energéticos, os quais são observados tanto em áreas de alimentação como em áreas de reprodução e são realizados por indivíduos de ambos sexos e de diferentes idades (CLAPHAM, 2000).

Além da ameaça direta da volta da caça comercial, as ameaças causadas por atividades antrópicas incluem emalhamento em redes de pesca e colisões com navios (LIEN, 1994; WILEY *et al.*, 1995), porém se questiona a significância em termos populacionais da mortalidade envolvida nestes casos. Estudos apontam que as concentrações de certos poluentes na camada de gordura de fêmeas adultas e filhotes são similares, mostrando que ocorre a bio-acumulação via placenta e amamentação, o que é preocupante, pois logo nas primeiras fases de desenvolvimento esses animais já estão expostos a significantes concentrações de contaminantes (METCALFE *et al.*, 2004). Também, diferentes tipos de sons

presentes no oceano, produzidos por embarcações, sonares e atividade sísmica, podem ser prejudiciais em vários aspectos (WHITEHEAD *et al.*, 2000).

Apesar de ser uma alternativa à caça comercial por gerar muito lucro (HOYT, 2001), o turismo de observação de cetáceos em ambiente natural pode ser uma ameaça (*e.g.*, BEDJER *et al.*, 2006). Vários estudos sugerem que esse turismo pode causar impactos de curto (*e.g.*, BAKER *et al.*, 1982; BAUER, 1986) e longo prazo (GLOCKNER-FERRARI & FERRARI, 1985; SALDEN, 1988) às baleias jubarte.

A região ao redor do Arquipélago dos Abrolhos apresentou um acréscimo na taxa de visitação por turistas por alguns anos e demonstrou ligeira queda até o ano de 2000 (MORETE *et al.*, 2000) e desde então está estabilizado. Entretanto, com o aumento da população de baleias jubarte e aumento da sua área de distribuição ao longo da costa, o turismo de observação de baleias está se tornando cada vez mais freqüente no estado da Bahia (CIPOLOTTI *et al.*, 2005), logo, existe uma grande preocupação que esta atividade cresça de maneira desordenada, principalmente tendo como foco os grupos de fêmea com filhote, os quais são vulneráveis à presença humana (*e.g.*, LIEN, 2001; SCHEIDAT *et al.*, 2004). Apesar de existir no Brasil uma portaria específica que regulamenta esse turismo (portaria nº 117 de 26 dezembro de 1996 - alterada pela Portaria nº 24, de 8 de fevereiro de 2002) determinando, entre outras coisas, que a distância máxima de aproximação de um grupo de baleia seja 100 metros, ela não estipula uma zona de atenção ou cuidado, como regulamentos em outros locais do mundo determinam.

Estudos comportamentais de longo prazo, além de serem a chave para o entendimento da estrutura social de cetáceos (MANN, 2000), são importantes para investigação das consequências de atividades antrópicas (*e.g.*, BEDJER *et al.*, 2006).

Esta tese está baseada em uma amostragem de médio prazo de baleias jubarte observadas na região ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, na Bahia. O objetivo foi investigar a existência de padrões temporais na organização das baleias jubarte em 3 escalas temporais: entre períodos do dia, ao longo da temporada reprodutiva e entre 7 temporadas

(i.e., 7 anos). No capítulo 2 foi feito um estudo de abundância relativa de avistagens de baleias adultas e filhotes. No capítulo 3 foi investigada a existência de padrões temporais na estruturação das baleias jubarte em diferentes categorias de grupos. No capítulo 4 foi estudado o padrão temporal do comportamento realizado por cada categoria de grupo de baleia jubarte. E finalmente no capítulo 5 foram investigadas as reações das baleias fêmeas e dos seus filhotes a aproximação de embarcações, resultando em uma sugestão de adequação da legislação pertinente vigente no Brasil.

## Referências bibliográficas

- ANDRIOLI, A.; KINAS, P. G.; ENGEL, M. H.; MARTINS, C. C. A. Monitoring humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) population in the Brazilian breeding ground, 2002 to 2005. **International Whaling Commission 58<sup>th</sup> Meeting**, v. SC/58/SH15, 12 p, 2006. [disponível em [www.iwcoffice.org](http://www.iwcoffice.org)].
- BAKER, C. S.; HERMAN, L. M.; BAYS, B. G.; STIFEL, W. F. The impact of vessel traffic on the behavior of humpback whales in southeast Alaska. **Report from Kevalo Basin Marine Mammal Laboratory**, v. 81-ABC-00114, 79 p, 1982.
- BAKER, C. S.; HERMAN, L.M. Aggressive behavior between humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) wintering in Hawaiian waters. **Canadian Journal of Zoology**, v. 62, p. 1922-1937, 1984.
- BAUER, G. B. **The behavior of humpback whales in Hawaii and modifications on behavior induced by human activity**. 314p. 1986. PhD Thesis. University of Hawaii, Honolulu, 1986.
- BEDJER, L.; SAUMEL, A.; WHITEHEAD, H.; GALES, N.; M, J.; CONNOR, R.; HEITHAUS, M.; WATSON-CAPPS, J.; FLAHERTY, C.; KRÜTZEN, M. Decline in relative abundance of bottlenose dolphins exposed to long-term disturbance. **Conservation Biology**, v. 20, n. 6, p.1791-1798, 2006.
- BROWN, M.R.; CORKERON, P.J.; HALE, P.T.; SCHULTZ, K.W.; BRYDEN, M. Evidence for sex segregated migration in the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). **Proceedings Royal Society London B**, v. 259, p. 229-234, 1995.
- CHITTLEBOROUGH, R.G. Dynamics of two population of the humpback whale *Megaptera nodosa* (Bonaterre). **Australian Journal of Marine Freshwater Research**, v. 16, p. 33-128, 1965.

CIPOLOTTI, S.R.C.; MORETE, M.E.; BASTO, B.L.; ENGEL, M.H.; MARCOVALDI, E. Increasing of whale watching activities on Humpback whales in Brazil: implications, monitoring and research. **International Whaling Commission 57<sup>th</sup> Meeting.** 15p, 2005. [disponível em [www.iwcoffice.org](http://www.iwcoffice.org)]

CLAPHAM, P. J. The humpback whale: Seasonal Feeding and Breeding in Baleen Whales. In: MANN, J.; CONNOR, R. C.; TYACK, P. T.; WHITEHEAD, H. (Eds.) **Cetaceans Societies: Field Studies of dolphins and whales.** Chicago: The University of Chicago Press, 2000. cap. 7, p. 173-198.

CLAPHAM P.J.; PALSBOLL P.E.; MATILLA D.K.; VÁSQUEZ, O. Composition and dynamics of humpback whale competitive groups in the West Indies. **Behaviour**, v. 122, p. 182-194, 1992.

CLAPHAM, P.; CHILDERHOUSE, S.; GALES, N.; ROJAS, L.; TILLMAN, M.; BROWNELL, B. The whaling issue: Conservation, confusion and casuistry. **Marine Policy** doi: 10.1016/j.marpol.2006.09.004, 2006.

CLARK, C. W.; CLAPHAM, P.J. Acoustic monitoring on a humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) feeding ground shows continual singing into late spring. **Proceedings of the royal Society of London**, v. 271, p. 1051-1057, 2004.

CRAIG, A. S.; HERMAN, L. M. Sex differences in site fidelity and migration of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to the Hawaiian Islands. **Canadian Journal of Zoology**, v. 75, p. 1923-1933, 1997.

DARLING, J.D.; BÉRUBÉ, M. Interactions of singing humpback whales with other males. **Marine Mammal Science**, v. 17, p. 570-584, 2001.

DARLING, J. D.; JONES, M. E.; NICKLIN, C.P. Humpback whale songs: do they organize males during the breeding season? **Behaviour**, v. 143, p. 1051-1101, 2006.

DAWBIN, W. H. The seasonal migratory cycle of humpback whale. In: NORRIS, K. S. (Ed.) **Whales, dolphins, and porpoises.** Berkeley: University of California Press, 1966. cap. 9, p. 145-170.

ELLIS, M. **A Baleia no Brasil Colonial.** Edições Melhoramentos, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 1969. 235pp.

ENGEL, M.H., **Caracterização e Variabilidade Genética baseada no DNA Mitocondrial e Sexagem Molecular da População de Baleias Jubarte, Megaptera novaeangliae, no Banco dos**

**Abrolhos, Bahia, Brasil.** 2003. 33f. Dissertação (mestrado). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. 2003.

FINDLAY, K.P. A review of humpback whale catches by modern whaling operations in the Southern Hemisphere. **Memoirs of the Queensland Museum**, v. 47, n. 2, p. 411-420, 2001.

FRANKEL, A.S., CLARK, C.W.; HERMAN, L.M.; GABRIELE, C. Spatial distribution, habitat utilization, and social interactions of humpback whales, *Megaptera novaeangliae* off Hawaii determined using acoustic and visual techniques. **Canadian Journal of Zoology**, v. 73, p. 1134-1146, 1995.

FREITAS, A. C.; KINAS, P. G.; MARTINS, C. C. A.; ENGEL, M. H. Abundance of humpback whales on the Abrolhos Bank wintering ground Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 6, n. 3, p. 225-230, 2004.

GAMBELL, R. How whales survive. In: CALDER N. (Ed.) **Nature in the Round**. Weidenfeld & Nicolson, London, 1973. p. 193-202.

GLOCKNER, D. A.; VENUS, S. C. Identification, growth rate and behavior of Humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, cows and calves, in the waters off Maui, Hawaii, 1977-79. In: PAYNE, R. (Eds.) **Communication and Behavior of Whales**. Boulder: Western Press, 1983, cap. 7, p. 223-258.

GLOCKNER-FERRARI, D. A.; FERRARI, M. J. Individual identification, behavior, reproduction and distribution of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in Hawaii. **National Technical Information Service Report**, v. MMC-83/06, 1985.

HOYT, E. **Whale Watching 2000: Worldwide Tourism Numbers, Expenditures, and Expanding Socioeconomic Benefits**. International Fund for Animal Welfare, Yarmouthport, Massachusetts. 2001.

IWC - INTERNATIONAL WHALING COMMISSION. Report of the Scientific Committee. **Report of the International Whaling Commission**, v. 48, p. 53-118, 1998.

KATONA, S.K.; WHITEHEAD, H. Identifying humpback whales using their natural markings. **Polar Record**, v. 20, p. 439-444, 1981.

KINAS, P.G.; BETHLEM, C.B.P. Empirical Bayes Abundance Estimation of a close Population Using Mark- Recapture Data, with Application to Humpback Whales, *Megaptera novaeangliae*, in Abrolhos, Brazil. **Report International Whale Commission**. v. 48, p. 447-450, 1998.

LEATHERWOOD, S.; REEVES, R.R; PERRIN, W.F. & EVANS, W.E. Ballenas, Delfines y Marsopos del Pacifico Nororiental y de las aguas articas adyacentes. **IATTC. Informe especial** n. 6. 244pp, 1988.

LIEN, J. Entanglement of large cetaceans in passive inshore gear in Newfoundland and Labrador (1979-1990). **Report of the International Whaling Commission**, special issue v.15, p. 149-157, 1994.

LIEN, J. The conservation basis for the regulation of whale watching in Canada by the Department of Fisheries and Oceans: a precautionary approach. **Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 2363: vi + 38p, 2001.

LODI, L. Ocorrências de baleias-jubarte, *Megaptera novaeangliae*, no Arquipélago de Fernando de Noronha, incluindo um resumo de registros de capturas no Nordeste do Brasil. **Biotemas**, v. 7, p. 116-123, 1994.

LOEB, V.; six co-authors. Effects of sea ice extent and krill or salt dominance on the Antarctic food web. **Nature**, v. 387, p. 897-900, 1997.

MANN, J. Unraveling the Dynamics of Social life: Long-term studies and Observational Methods. In: MANN, J.; CONNOR, R. C.; TYACK, P. T.; WHITEHEAD, H. (Eds.) **Cetaceans Societies: Field Studies of dolphins and whales**. Chicago: The University of Chicago Press, 2000, cap. 2, p. 45-64.

MARTINS, C.C.A. **O uso do Sistema de Informações Geográficas como ferramenta na identificação de áreas prioritárias para a conservação da baleia jubarte, *Megaptera novaeangliae*, em seu habitat reprodutivo na Costa Leste do Brasil.** 2004.119p. Dissertação (mestrado). Universidade de Brasilia, Brasilia, DF, Brasil, 2004.

MARTINS, C. C. A.; MORETE, M. E.; ENGEL, M. H.; FREITAS, A. C.; SECCHI, E. R.; KINAS, P.G. Aspects of habitat use patterns of humpback whales in the Abrolhos Bank, Brazil, breeding ground. **Memoirs of the Queensland Museum**, v. 47, n. 2, p. 563-570, 2001.

METCALFE, C.; KOENIG B.; METCALFE,T.; PATERSON, G.; SEARS, R. Intra- and inter-species differences in persistent organic contaminants in the blubber of blue whales and humpback whales from the Gulf of St. Lawrence, Canada. **Marine Environmental Research**, v. 57, p. 245-260, 2004.

MIKHALEV, Y. A. Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Arabian Sea. **Marine Ecology Progress Series**, v. 149, p. 13-21, 1997.

MOBLEY, J. R.; HERMAN, L. M. Transience of social affiliations among humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the Hawaiian wintering grounds. **Canadian Journal of Zoology**, v. 63, p. 762-772, 1985.

MORETE, M.E.; FREITAS, A.C.; ENGEL, M.H.; GLOCK L. Tourism characterization and preliminary analyses of whale watching on humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) around Abrolhos Archipelago, Southeastern Bahia, Brazil. **International Whaling Commission 52º Meeting**, v. SC/52/WW6, 9p, 2000.

MORETE, M. E.; PACE III, R.M.; MARTINS, C. C. A.; FREITAS, A. C.; ENGEL, M. H. Indexing seasonal abundance of humpback whales around Abrolhos Archipelago, Bahia, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 2, n. 1, p. 21-28, 2003a.

MORETE, M. E.; FREITAS, A.C.; ENGEL, M. H.; PACE III, R.M.; CLAPHAM, P. J. A novel behavior observed in humpback whales in wintering grounds at Abrolhos Bank (Brazil). **Marine Mammal Science**, v. 19, n. 4, p. 694-707, 2003b.

PAIVA, M.P.; GRANGEIRO, B.F. Biological investigations on the whaling seasons 1960-1963, off the northeastern coast of Brazil. **Arquivos Estac. Biologia Marinha Universidade do Ceará** v. 5, n. 1, 29-64, 1965.

PAYNE, R.; MCVAY, S. Songs of humpback whales. **Science**, v. 173, p. 585-597, 1971.

PIZZORNO, J. L. A.; LAILSON-BRITO, J. L.; DORNELES, P. R.; AZEVEDO, A. F.; GURGEL, I. M. G. N. Review of strandings and additional information on humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in Rio de Janeiro, Southeastern Brazilian coast (1981-1997). **Reports of the International whaling Commission**, v. 48, p. 443-446, 1998.

SALDEN, D. R. Humpback whale encounter rates offshore of Maui, Hawaii. **Journal of Wildlife Management**, v. 52, n. 2, 301-304, 1988.

SCHEIDAT, M.; CASTRO, C.; GONZALEZ, J.; WILLIANS, R. Behavioral responses of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) to whalewatching boats near Isla de la Plata, Machalilla National Park, Ecuador. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 6, p. 63-68, 2004.

SICILIANO, S. **Características da população de baleias jubarte (*Megaptera novaeangliae*) na Costa Brasileira, com especial referência aos Bancos de Abrolhos.** 1997. 113p. Dissertação (mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 1997.

STEVICK, P. T.; AGUAYO, A.; ALLEN, J.; AVILA, I. C; CAPELLA, J.; CASTRO, C.; CHATER, K.; DALLA-ROSA, L.; ENGEL, M. H.; FÉLIX, F.; FLÓREZ-GONZÁLEZ, L.; FREITAS, A. C.; HAASE, B.; LLANO, M; LODI, L.; MUÑOZ, E.; OLAVARRÍA, C.; SECCHI, E.; SCHEIDAT, M.; SICILIANO, S. Migrations of individually identified humpback whales between the Antarctic Peninsula and South America. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 6, n. 2, p. 109-113, 2004.

TRUE, F.W. Humpback whale, *Megaptera nodosa* (Bonaterre). In: TRUE, F. W. (Ed) **The whalebone whales of the Western North Atlantic compared with those occurring in the Europeans waters with some observations on the species of the North Pacific**. Smithsonian Institution Press, Washington D.C. p 211-243, 1904.

TYACK, P. Interactions between singing hawaiian humpback whales and conspecifics nearby. **Behavior Ecology and Sociobiology**, v. 8, p. 105-116, 1981.

WHITEHEAD, H.; MOORE, M. J. Distribution and movements of West Indian humpback whales in winter. **Canadian Journal of Zoology**, v. 60, p. 2203-2211, 1982.

WHITEHEAD, H.; REEVES, R.R.; TYACK, P.L. Science and the conservation, protection and management of wild cetaceans. In: MANN, J.; CONNOR, R. C.; TYACK, P. T.; WHITEHEAD, H. (Eds.) **Cetaceans Societies: Field Studies of dolphins and whales**. Chicago: The University of Chicago Press, 2000, cap. 2, p. 308-332.

WILEY, D.N.; ASMUTIS, R. A.; PICTHFORD, T. D.; GANNON, D. P. Stranding and mortality of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in the mid- Atlantic and southeast United States, 1985-1992. **Fisheries Bulletin**, v. 93, p.196-205, 1995.

WINN, H.E.; REICHLEY, N.E. Humpback whale – *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781). In: RIDGWAY S.H.; HARRISON R. (Eds.) **Handbook of Marine Mammals. Vol. 3. The Sirenians and Baleen Whales**. Academic Press, London and Orlando 1985. xviii+362pp, p.241-273.

ZERBINI, A. N.; ANDRIOLI, A.; HEIDE-JØRGENSEN, M. P.; PIZZORNO, J. L.; MAIA, Y. G.; VANBLARICOM, G. R.; DEMASTER, D. P.; SIMÕES-LOPES, P. C.; MOREIRA, S.; BETHLEM, C. Satellite monitored movements of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Southwest Atlantic Ocean. **Marine Ecology Progress Series**, v. 313, p. 295-304, 2006.

## Capítulo 2

### Flutuação de abundância de baleia jubarte (*Megaptera novaeangliae*) na principal área de reprodução ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Brasil.

---

Versão traduzida do submetido: MORETE, M. E.; BISI, T. L.; ROSSO, S. Fluctuating abundances of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the principal calving ground of coastal Brazil. **Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom**, submetido em 28/11/2006.

#### *Abstract*

The humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) population that uses Abrolhos Bank, east coast of Brazil as breeding grounds is increasing. To describe temporal changes in the abundance of humpback whale adults and calves around Abrolhos, seven years (1998-2004) of whale count data were obtained during July through November. During one-hour-scans, observers determined humpback group size within 9.3 km (5nm) of a land-based observing station. A total of 930 scans, comprising 7996 sightings of adults and 2044 calves were analyzed using generalized linear models that included variables for time of day, day of the season, years and two-way interactions as possible predictors. The pattern observed was the gradual build-up and decline in whale counts within seasons. Patterns and peaks of adult and calf counts varied among years. Although modest fluctuation was observed, there was a generally an increasing trend in adult counts among years. Calf counts increased only in 2004 season. These fluctuations may have been caused by some environmental conditions in humpback whale's summering grounds and also by changes in spatial-temporal concentrations in Abrolhos Bank. Knowledge of the consistency with which humpback whales use this important nursing area should prove beneficial for designing future monitoring programs especially related to whale watching activities around Abrolhos Archipelago.

## **Resumo**

A população de baleia jubarte que utiliza o Banco dos Abrolhos na costa leste do Brasil como área reprodutiva está aumentando. Para descrever mudanças temporais na abundância de baleias jubarte adultas e filhotes ao redor de Abrolhos, 7 anos (1998–2004) de dados referentes a avistagens de baleias foram obtidos entre julho e novembro. Durante varreduras de 1 hora, observadores determinaram o tamanho de grupos de baleias jubarte em uma área com raio de 9,3 km ao redor de um ponto fixo de observação em Abrolhos. Um total de 930 varreduras, totalizando 7996 avistagens de adultos e 2044 de filhotes foram analisadas usando modelo linear generalizado que incluíram variáveis período do dia, dia da temporada e interações entre elas como possíveis preditores. O padrão temporal observado foi um aumento e uma diminuição gradual nas avistagens de baleias jubarte dentro das temporadas. Os padrões e picos de avistagens de adultos e filhotes variaram entre os anos. Apesar de uma flutuação ter sido observada, houve uma tendência de aumento de avistagens de adultos ao longo dos anos e de filhotes só em 2004. Essas flutuações podem ter sido causadas por alguma condição ambiental nas áreas de alimentação desta população de jubarte e também por mudanças espaço-temporais nas concentrações das baleias no Banco dos Abrolhos. O conhecimento de como as baleias jubarte usam essa importante área de reprodução é fundamental para o monitoramento e futuros programas de manejo especialmente relacionados as atividades de turismo de observação de cetáceos ao redor do Arquipélago dos Abrolhos.

## Introdução

Baleias jubarte (*Megaptera novaeangliae*) do hemisfério Sul migram das áreas de alimentação na Antártica para reproduzirem-se em regiões tropicais e sub-tropicais próximas a ilhas e/ou recifes de corais (CHITTLEBOROUGH, 1965; DAWBIN, 1966; WHITEHEAD & MOORE, 1982). Por muitos anos, o Banco dos Abrolhos foi considerado a única área de reprodução de baleias jubarte no Oceano Atlântico Sul Ocidental, entretanto essa população de baleia jubarte está aumentando. KINAS & BETHLEM (1998) usando método de marcação e recaptura estimaram que em 1995 entre 1.379 e 1.887 baleias jubarte passaram a temporada invernal na região. Em 2000, outra estimativa indicou que a população em Abrolhos estaria entre 2795 e 5542 indivíduos (FREITAS *et al.*, 2004). Concomitantemente, foram sendo registradas ocorrências desta espécie em outros locais da costa brasileira (LODI, 1994; SICILIANO, 1997; PIZZORNO *et al.*, 1998; MARTINS, 2004).

Apesar dessa aparente expansão e aumento da abundância de baleias jubarte na costa do Brasil, a área ao redor do Arquipélago dos Abrolhos continua sendo reconhecida como uma região preeminente de cria na costa brasileira por causa da grande proporção de grupos contendo filhote (MARTINS *et al.*, 2001; MORETE *et al.*, 2003).

Estimativas de abundância de baleias em áreas de reprodução podem flutuar ao longo da temporada devido ao padrão migratório variado entre as diferentes categorias de grupos de baleias (DAWBIN, 1966), movimentação local (HERMAN & ANTINOJA, 1977), mudanças no comportamento social (*e.g.*, DARLING *et al.*, 1983; MOBLEY & HERMAN, 1985; MATTILA *et al.*, 1994) e porque indivíduos podem invernar em águas de grandes latitudes (STRALEY, 1990; SWINGLE *et al.*, 1993; BROWN *et al.*, 1995; CRAIG & HERMAN, 1997).

Estudos de longo prazo usando métodos consistentes são importantes para caracterizar e detectar possíveis alterações dos padrões populacionais ao longo do tempo. Conhecer o padrão de uso dessa área de cria de baleias jubarte é importante para monitoramento e futuro manejo.

Dessa forma, neste estudo, serão apresentados 7 anos de dados relativos a contagens de avistamentos de baleias obtidos a partir de um ponto fixo de observação em terra no Arquipélago dos Abrolhos. Apesar dos dados obtidos não corresponderem, de fato, a estimativas diretas do tamanho populacional, as observações são indicadores robustos de abundância local. Com uma série temporal maior que aquela apresentada por MORETE *et al.* (2003) permitiu-se descrever melhor a dinâmica de abundância de baleias jubarte dentro das temporadas reprodutivas e ao longo dos anos.

## Materiais e Métodos

### *Área de estudo*

O Banco dos Abrolhos ( $16^{\circ}40'$  a  $19^{\circ}30' S$ ;  $37^{\circ}25'$  a  $39^{\circ}45' W$ ) está localizado em uma extensão da plataforma continental, na costa leste do Brasil (figura 1). Segundo IBAMA/FUNATURA (1991), o banco é composto por um mosaico de recifes de corais, com fundo de lama e algas calcárias, com águas quentes (temperatura média no inverno em torno de  $24^{\circ}C$ ) e rasas (profundidade média: em torno de 30 metros).

O extenso sistema de recifes de corais e outras características oceanográficas encontradas na região são similares àquelas de outras áreas reprodutivas de baleia jubarte (*e.g.*, WHITEHEAD, 1981; WHITEHEAD & MOORE, 1982; CLAPHAM, 1996).

O ponto fixo de observação ( $17^{\circ}57'44''S$ ;  $38^{\circ}42'22''W$ ), está estabelecido a 36 metros acima do nível do mar na parte oeste da Ilha de Santa Bárbara, uma das 5 ilhas do Arquipélago dos Abrolhos. Observadores amostraram uma área de 9,3 km de raio ao redor do ponto fixo, com exceção de dois setores encobertos pelas ilhas: um para leste e um para oeste, as quais encobrem arcos de  $8^{\circ}$  e  $14^{\circ}$ , respectivamente. Excluindo essas duas porções, a área de estudo abrangeu aproximadamente  $250 \text{ km}^2$ , com profundidade máxima de 20 metros. O Parcel dos Abrolhos, uma formação coralina típica (14 km de extensão por 6 km de largura), cobre aproximadamente 1/4 da área de estudo, de nordeste ao sudeste (figura 1; fotos anexo 2).

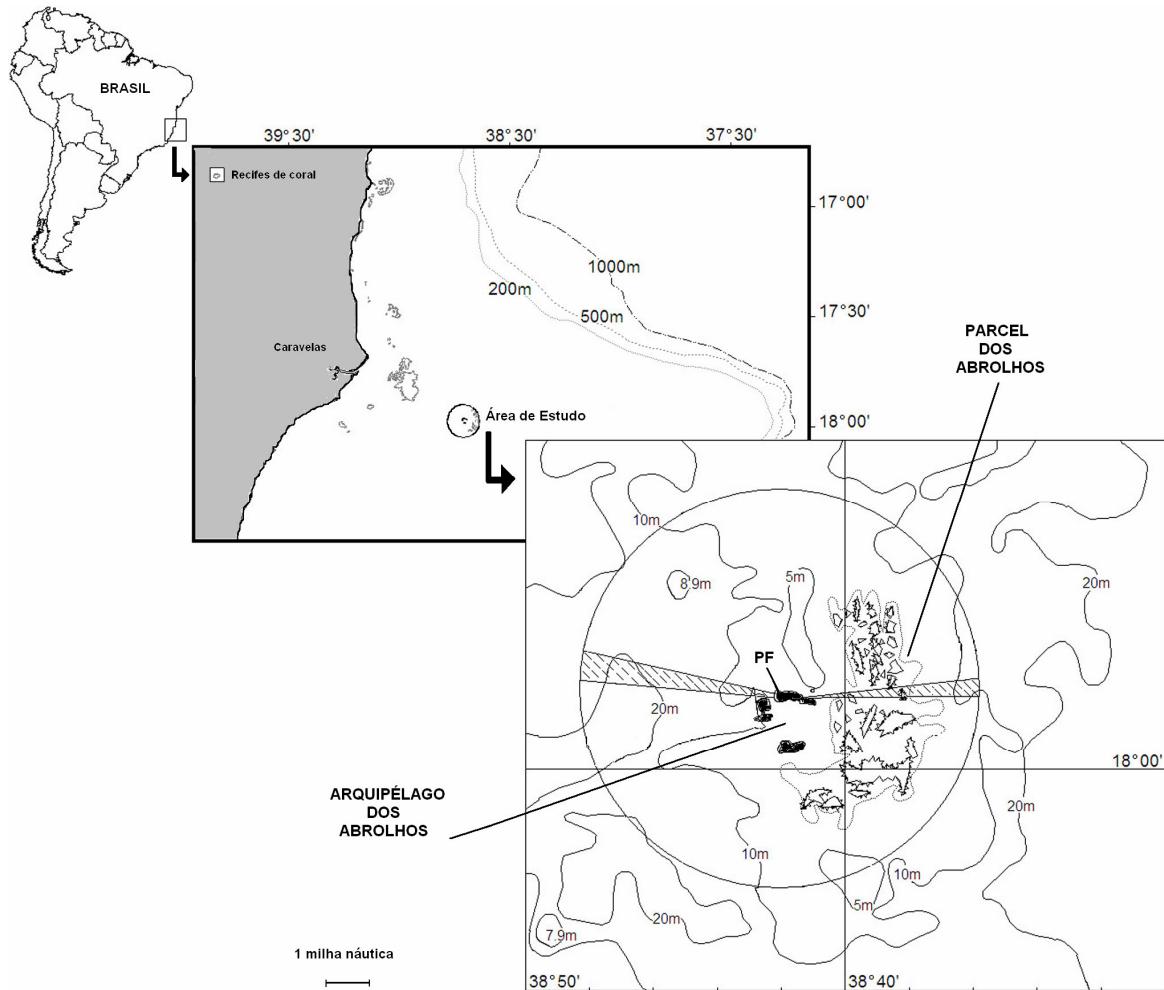


Figura 1. Localização do ponto fixo (PF) na Ilha de Santa Bárbara, uma das 5 ilhas do Arquipélago dos Abrolhos e a área de estudo que engloba um raio de 9,3 km na costa leste do Brasil. (Setores hachurados: áreas fora de visibilidade do PF, encobertas pelas ilhas, uma a leste e outra a oeste).

### *Definições*

Uma temporada reprodutiva foi definida como o período em que as baleias jubarte se encontram na região de Abrolhos, entre os meses de julho a novembro.

Um grupo de baleias foi definido como um indivíduo solitário ou a associação de indivíduos que estejam a uma distância de até 100 metros um do outro, movendo-se, geralmente, na mesma direção e de maneira coordenada (*e.g.*, MOBLEY & HERMAN, 1985).

Filhote foi definido como um animal que se mantém bem próximo a outra baleia, apresentando-se com tamanho menor que 50% do comprimento do indivíduo acompanhante (CHITTLEBOROUGH, 1965) e tendo presumivelmente nascido na temporada em andamento.

Todas as baleias não consideradas filhotes foram definidas como adultas devido à impossibilidade de se distinguir, do ponto fixo, baleias sub-adultas e adultas.

### *Observações*

Contagens das avistagens de baleias jubarte foram realizadas quase que diariamente (dependendo das condições climáticas), durante varreduras de uma hora de duração, entre julho e novembro de 1998 a 2004. Não houve obtenção de dados em dias chuvosos, nem quando a velocidade do vento foi superior a 20 nós e nem quando as condições de visibilidade foram consideradas inadequadas devido à nebulosidade, ao reflexo do sol e a cobertura de nuvens. Varreduras foram classificadas de acordo com o período do dia (manhã e tarde). Varreduras matutinas ocorreram entre 5:45 e 11:25h e as vespertinas entre 12:25 e 16:45h.

Durante cada varredura, 3 observadores procuraram grupos de baleias na área de estudo. A procura foi realizada com e sem o auxílio de binóculos 7X50. Baleias eram localizadas por borrifos, pela movimentação de água causada por algum comportamento mais ativo, ou pela exposição de alguma parte do corpo. Cada grupo de baleia, uma vez avistado, foi monitorado pelo observador principal com auxílio de um teodolito (monóculo com aproximação de 30X) até que a composição fosse determinada (os grupos eram observados por pelo menos 3 subidas à superfície).

Enquanto monitorava o grupo, este observador notava características específicas de cada indivíduo (*i.e.*, cicatrizes, marcas naturais, o formato da nadadeira dorsal) para distinguir o grupo de outros próximos, evitando assim contagem dobrada. Ocasionalmente os grupos de baleias continuavam sendo observados após o período de 1 hora da varredura para que a composição fosse seguramente determinada. Se muitos grupos de baleias concentravam-se em uma determinada área causando incerteza se já haviam sido registrados, a varredura era cancelada, os dados descartados e uma nova varredura de 1 hora era iniciada.

É possível que algumas baleias presentes na área de estudo durante as varreduras não tenham sido registradas. Por exemplo, aquelas que permaneciam em repouso sob o reflexo do sol eram difíceis de serem visualizadas.

Algumas vezes, grupos de baleias que foram avistados somente uma vez durante a varredura e não tiveram a composição determinada, foram nomeados indeterminados (IND). A observação das baleias nesta pesquisa foi conduzida pelo observador principal e/ ou por outros observadores extensamente treinados por este.

#### *Análises Estatísticas*

Modelo linear generalizado - GLM - (McCULLAGH & NELDER, 1989) foi usado para descrever e comparar a cronologia das avistagens de baleias jubarte (adultos e filhotes foram analisados separadamente). Primeiro se pensou em usar a distribuição de Poisson para modelar tanto as contagens de adultos quanto a de filhotes, porém por causa da dispersão agregada das contagens de adultos e filhotes (HILBORN & MANGEL, 1997), distribuição negativa binomial também foi examinada.

Período do dia (manhã ou tarde), ano (1998 a 2004), ano categórico, dia da temporada (desde 1º de julho) e dia da temporada<sup>2</sup> foram examinados como preditores das contagens de adultos e filhotes. Estes preditores e possíveis interações entre eles (ano por período, ano por dia da temporada, ano por dia da temporada<sup>2</sup>, período por dia da temporada, período por dia da temporada<sup>2</sup>) foram testados comparando-se os valores do critério de informação Akaike (AIC) entre os modelos competidores (BURNHAM & ANDERSON, 2002). O modelo com o menor AIC é escolhido. Diferenças em AIC ( $\Delta$  AIC)  $< 2$  indicam que não há diferença substancial entre os modelos competidores,  $\Delta$  AIC= 3-7 fornece evidência de diferença e  $\Delta$  AIC  $>10$  indica que não há suporte para se escolher esse modelo (BURNHAM & ANDERSON, 2002).

Contagens de baleias foram modeladas de acordo com a equação:

$$Contagem = e^{(Intercepto + Ano + Coef_1 * DiadaTemporada + Coef_2 * DiadaTemporada^2)}$$

$$Ln(Contagem) = Intercepto + Ano + Coef_1 * DiadaTemporada + Coef_2 * DiadaTemporada^2 + \omega$$

$$Coef_1 = BaseCoef_1 + InteracãoEfeitoTemporada$$

Onde  $Coef_2 = BaseCoef_2 + InteracãoEfeitoTemporada^2$

e

$\omega = erro\_aleatório$

Grupos com composição indeterminada (IND) foram a princípio excluídos das análises. Porém para examinar o impacto desses grupos na contagem de adultos, foi calculado o número médio de baleias adultas em todos os grupos observados. Substituiram-se todas as ocorrências de IND por esse valor médio e uma nova variável foi criada (número de adultos + número médio de IND). Novos modelos foram analisados com essa nova variável, e assim, modelos com e sem os IND foram comparados.

Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o programa R versão 2.1.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2005).

## Resultados

Um total de 930 varreduras de 1 hora foi realizado (tabela 1). O período de observação variou entre os anos, mas as avistagens de baleias jubarte ocorreram entre 3 de julho e 27 de novembro, com poucas ocorrências antes e depois deste período. Durante 101 varreduras nenhuma baleia foi observada, mas 4782 grupos foram avistados nas varreduras restantes: entre estes, 494 grupos (10,3%) foram considerados indeterminados, enquanto os restantes 4288 grupos (89,7%) incluíram 10.044 baleias jubarte (2044 filhotes e 7996 adultos).

Tabela 1. Números de avistagens de adultos e filhotes de baleias jubarte, número total de grupos com composições determinadas e indeterminadas (IND) avistados durante varreduras de 1 hora ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, costa leste do Brasil durante os meses de julho a novembro de 1998 a 2004.

Número de varreduras	Período do dia	ano	Número de adultos	Número de filhotes	Número de grupos	IND
101	Manhã	1998	815	218	448	74
74	Manhã	1999	646	164	330	41
77	Manhã	2000	536	171	310	25
68	Manhã	2001	585	119	305	26
63	Manhã	2002	572	145	304	16
63	Manhã	2003	672	141	332	38
63	Manhã	2004	663	204	365	52
60	Tarde	1998	427	103	240	43
60	Tarde	1999	477	118	256	39
77	Tarde	2000	436	143	263	18
59	Tarde	2001	483	114	268	27
55	Tarde	2002	485	112	274	22
61	Tarde	2003	598	122	289	29
49	Tarde	2004	601	170	304	44

O número médio de baleias adultas em todos grupos observados foi 1,87. A inclusão deste valor cada vez que um grupo IND foi registrado acarretou em poucas mudanças no melhor modelo. Os modelos com e sem IND apresentaram padrões similares de flutuação de abundância durante os anos, dentro das temporadas e entre período do dia. A única alteração mais notável foi na média de baleias adultas avistadas por dia, o que era esperado porque o número total de avistagens de adultos foi aumentado quando foi inserido IND no modelo.

Os modelos de contagens de adultos e filhotes foram bem separados pela pontuação do AIC (respectivamente tabela 2, tabela 3). Modelos de adultos apresentaram menores valores de AIC quanto assumiu-se distribuição negativa binomial do que quando assumiu-se distribuição de Poisson, enquanto Poisson foi mais adequada para contagem de filhotes. A contagem de baleias jubarte adultas nas varreduras chegou a variar entre 0 e 37 (figura 2). Os modelos preferidos descreveram adequadamente o acréscimo e diminuição gradual na abundância de baleias durante cada temporada (figura 2).

Contagens de adultos variaram entre anos, em particular em 2002, 2003 e 2004 mais baleias foram avistadas. O período de pico de abundância também variou entre os anos (entre

22 de agosto e 7 de setembro) evidenciados pelas interações significativas entre ano e dia da temporada e entre ano e dia da temporada<sup>2</sup> (figura 2; tabela 4).

A contagem de filhotes variou entre 0 e 11 (figura 3). E o período de pico também variou (entre 7 de setembro e 21 de setembro). De 1998 a 2003 houve pouca evidência que a abundância de filhotes variou. Entretanto em 2004 houve um aumento nas avistagens de filhotes (figura 3; tabela 5).

1998

1999

2000

2001

2002

2003

2004

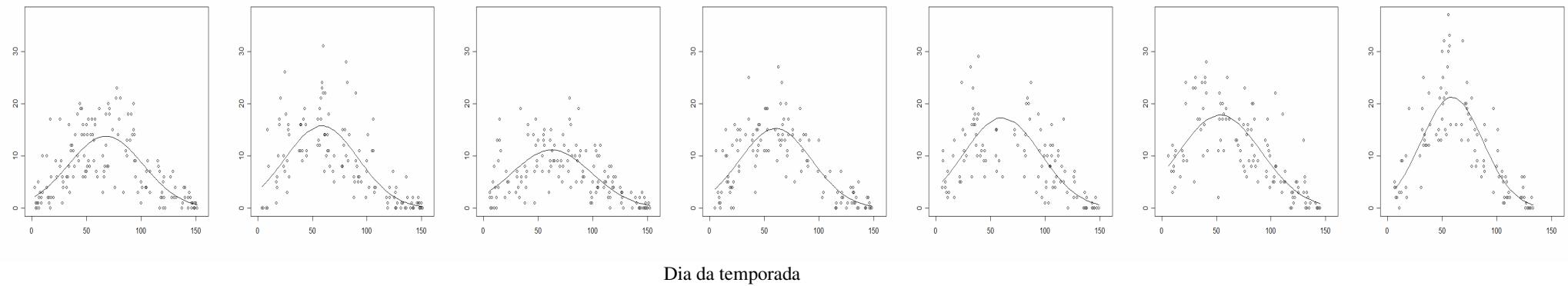


Figura 2. Números de baleias jubarte adultas avistadas ( $\circ$ ) e valores ajustados pelo modelo (linha), durante varreduras de 1 hora de uma área de  $250 \text{ km}^2$  ao redor da Ilha de Santa Bárbara, no Arquipélago dos Abrolhos, costa leste do Brasil, durante os meses de julho a novembro, 1998 a 2004. Dia da temporada: inicia em 1º de julho.

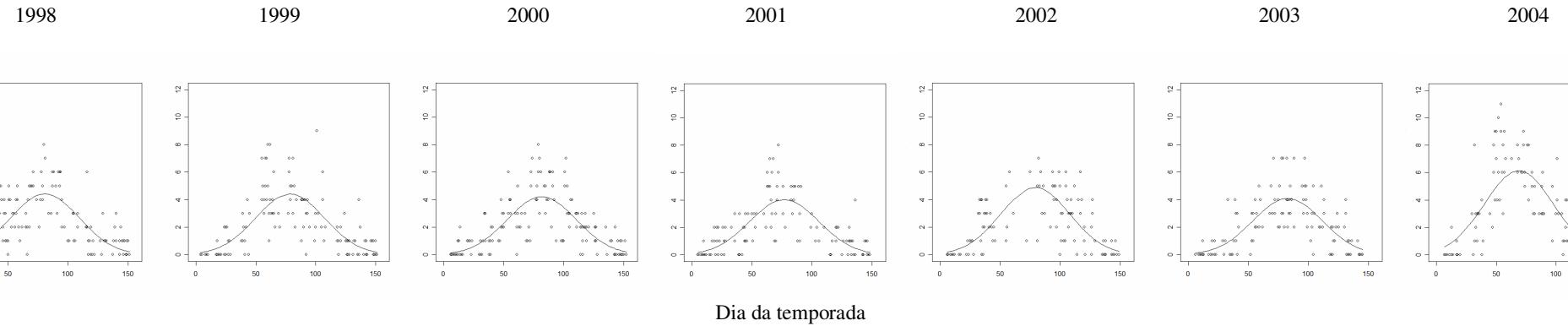


Figura 3. Números de baleias jubarte filhotes avistadas ( $^{\circ}$ ) e valores ajustados pelo modelo (linha), durante varreduras de 1 hora de uma área de  $250 \text{ km}^2$  ao redor da Ilha de Santa Bárbara, no Arquipélago dos Abrolhos, costa leste do Brasil, durante os meses de julho a novembro, 1998 a 2004. Dia da temporada: inicia em 1º de julho.

Tabela 2. Graus de liberdade, desvio residual, *Akaike Information Criterion* (AIC) e delta AIC dos modelos competidores GLMs de contagem de avistagens de baleias jubarte adultas, avistadas durante varreduras de 1 hora de 1998 a 2004, previsto por ano, ano categórico [ano(cat)], dia da temporada, dia da temporada<sup>2</sup>, período do dia e interações entre ano(cat)\*período do dia; ano(cat)\*dia da temporada, e ano(cat)\*dia da temporada<sup>2</sup>. Em negrito modelo escolhido com base nos valores de AIC.

MODELOS COMPETIDORES	Graus de	Desvio	Delta	
	Liberdade	Residual	AIC	AIC
<b>GLM binomial negativo para contagem de adultos</b>				
ano+dia da temporada+dia da temporada <sup>2</sup>	926	1107,3	5110,3	61,7
ano+período do dia+dia da temporada+dia da temporada <sup>2</sup>	925	1106,4	5108,5	59,9
ano+período do dia+dia da temporada+dia da temporada <sup>2</sup> +ano(cat)*período do dia	914	1112	5099,7	51,1
ano(cat)+período do dia+dia da temporada+dia da temporada <sup>2</sup> +ano(cat)*período do dia	914	1112	5099,7	51,1
ano(cat)+dia da temporada+dia da temporada <sup>2</sup> +período do dia	920	1111,4	5093,1	44,5
ano(cat)+período do dia+dia da temporada+dia da temporada <sup>2</sup> +ano(cat)*dia da temporada	914	1106,2	5063,6	15
ano(cat)+period do dia+dia da temporada+dia da temporada <sup>2</sup> +ano(cat)*dia da temporada <sup>2</sup>	914	1105,5	5059,1	10,5
<b>ano(cat)+dia da temporada+dia da temporada<sup>2</sup>+ano(cat)*dia da temporada+ano(cat)*dia da temporada<sup>2</sup></b>	909	1113,8	5050,6	2
ano(cat)+período do dia+dia da temporada+dia da temporada <sup>2</sup> +ano(cat)*dia da temporada+ano(cat)*dia da temporada <sup>2</sup>	908	1112,6	5048,6	0

Tabela 3. Graus de liberdade, desvio residual, *Akaike Information Criterion* (AIC) e delta AIC dos modelos competidores GLMs de contagem de avistagens de baleias jubarte filhotes, avistadas durante varreduras de 1 hora de 1998 a 2004, previsto por ano, ano categórico [ano(cat)], dia da temporada, dia da temporada<sup>2</sup>, período do dia e interações entre ano(cat)\*período do dia; ano(cat)\*dia da temporada, e ano(cat)\*dia da temporada<sup>2</sup>. Em negrito modelo escolhido com base nos valores de AIC.

MODELOS COMPETIDORES	Graus de	Desvio	Delta	
	Liberdade	Residual	AIC	AIC
<b>GLM Poisson para contagem de filhotes</b>				
ano+período do dia+ dia da temporada+dia da temporada <sup>2</sup>	925	1016,1	2931,1	50,2
ano(cat)+ dia da temporada+dia da temporada <sup>2</sup>	921	992,7	2915,8	34,9
ano(cat)+ período do dia+ dia da temporada+dia da temporada <sup>2</sup>	920	989	2914,3	33,4
<b>ano(cat)+dia da temporada+dia da temporada<sup>2</sup>+ano(cat)*dia da temporada</b>	915	946	2882,1	1,2
ano(cat)+período do dia+ dia da temporada+dia da temporada <sup>2</sup> +ano(cat)*dia da temporada	914	943,8	2880,9	0
ano(cat)+período do dia+ dia da temporada+dia da temporada <sup>2</sup> +ano(cat)*dia da temporada+ano(cat)*dia da temporada <sup>2</sup>	908	934,4	2883,5	2,6

Tabela 4. Significância estatística dos parâmetros para melhor ajuste do GLM com distribuição binomial negativa, usado para estimar o número de baleias jubarte adultas contadas durante varreduras de 1 hora ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Brasil, durante os meses de julho a novembro, 1998 a 2004.

	Graus de liberdade	Desvios	F	Pr(>F)
ano(cat)	6	101,11	16,85	< 2,2e-16 ***
dia da temporada <sup>+</sup>	1	428,28	428,27	< 2,2e-16 ***
dia da temporada <sup>2</sup>	1	1046,04	1046,04	< 2,2e-16 ***
ano(cat):dia da temporada	6	43,92	7,32	7,653e-08 ***
ano(cat):dia da temporada <sup>2</sup>	6	26,84	4,47	0,0001554 ***

Códigos de significância: 0 '\*\*\*' 0,001 '\*\*' 0,01 '\*' 0,05 '.' 0,1 '' 1

<sup>+</sup>Dias desde 1º de julho.

Tabela 5. Significância estatística dos parâmetros para melhor ajuste do GLM com distribuição de Poisson, usado para estimar o número de baleias jubarte filhotes contadas durante varreduras de 1 hora ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Brasil, durante os meses de julho a novembro, 1998 a 2004.

	Graus de liberdade	Desvios	F	Pr(>F)
ano(cat)	6	71,13	11,85	2,396e-13 ***
dia da temporada <sup>+</sup>	1	2,85	2,85	0,091112 .
dia da temporada <sup>2</sup>	1	1041,99	1041,98	< 2,2e-16 ***
ano(cat):dia da temporada	6	45,76	7,62	3,309e-08 ***

Códigos de significância: 0 '\*\*\*' 0,001 '\*\*' 0,01 '\*' 0,05 '.' 0,1 '' 1

<sup>+</sup>Dias desde 1º de julho.

## Discussão

O padrão observado neste estudo foi o de um aumento e de um declínio gradual na abundância de baleias jubarte durante cada temporada, mostrando a chegada e partida gradual dos indivíduos (DAWBIN, 1966; CRAIG *et al.*, 2003). A abundância de baleias ao redor do Arquipélago dos Abrolhos variou dentro de cada temporada e entre os anos. Particularmente mais baleias foram observadas entre 2002 e 2004. FREITAS *et al.* (2004) também reportaram um aumento populacional de baleia jubarte no Banco dos Abrolhos. O conhecimento das dinâmicas de ocupação dessa região ao redor de Abrolhos é importante devido à alta concentração de grupos com filhotes (MARTINS *et al.*, 2001; MORETE *et al.*, 2003) e também por poder ser considerada um reflexo dos padrões observados para o Banco dos Abrolhos como um todo. Alterações na abundância de uma população em uma

área pequena podem refletir, não somente uma variação nas condições locais, mas também variações em outros locais (RICKLEFS, 1993).

Existem vários fatores que podem ter levado as flutuações de abundância inter e intra-temporadas ao redor de Abrolhos. Fatores ecológicos vinculados à dinâmica das migrações continuam desconhecidos, mas uma relação complexa entre clima, cobertura de gelo e produtividade anual de *krill* nas águas Antárticas (LOEB *et al.*, 1997) podem influenciar esta dinâmica. É possível que a disponibilidade de alimento nas grandes latitudes possa determinar se, ou quando, as baleias migram (CRAIG *et al.*, 2003). SWARTZ & JONES (1980) trabalharam com baleias cinza (*Eschrichtius robustus*) na Laguna San Ignacio, no México. Eles observaram variações no período de pico de abundância e sugeriram que foi devido a mudanças no início da cobertura de gelo no Mar de Bering. BAKER & HERMAN (1981) sugeriram que fatores ecológicos influenciando a migração das baleias jubarte geraram algumas diferenças no pico de abundância para cada ilha do Havaí estudada ao longo das temporadas e entre temporadas. A área de alimentação da população brasileira de baleia jubarte foi estabelecida recentemente (STEVICK *et al.*, 2005; ZERBINI *et al.*, 2006), sendo assim estudos correlacionando eventos ecológicos nas áreas de veraneio podem ajudar a elucidar a dinâmica de flutuação de abundância de baleia jubarte observada em Abrolhos e pode ajudar a explicar por que a temporada de 2004 foi mais curta que as outras.

Abundâncias também podem flutuar porque algumas baleias jubarte fêmeas e indivíduos imaturos passam o inverno nas regiões de grandes latitudes (STRALEY, 1990; SWINGLE *et al.*, 1993; BROWN *et al.*, 1995; CRAIG & HERMAN, 1997). BROWN *et al.* (1995) sugeriram que fêmeas que não estão em fase reprodutiva permanecem nas áreas de alimentação durante o inverno. Isso pode explicar porque dados genéticos recentes e dados da caça histórica mostraram uma maior proporção sexual de machos durante a migração e durante a estação reprodutiva, diferentemente da proporção de 1:1 encontrada nas áreas de alimentação (CLAPHAM *et al.*, 1995). Alimentação nas áreas de inverno é praticamente

ausente (CHITTLEBOROUGH, 1965; DAWBIN, 1966). Não migrando, fêmeas no intervalo entre uma gravidez e outra, poderiam economizar energia, pois aumentaria o tempo de alimentação e assim suas reservas corpóreas e consequentemente seu sucesso reprodutivo (CRAIG *et al.*, 2003; RALLS, 1976; CLUTTON-BROCK *et al.*, 1988), entretanto em Abrolhos, a proporção sexual é a mesma (ENGEL, 2003). Se estes dados (em ENGEL, 2003) não são enviesados, então esse comportamento não migratório das fêmeas pode não acontecer em Abrolhos, não explicando assim a flutuação na abundância.

A movimentação local das baleias também pode fazer a abundância variar. MARTINS (2004) a partir de sobrevôo aéreo, estudou a distribuição de baleias jubarte ao longo do Banco dos Abrolhos durante o que ela considerou o pico das temporadas reprodutivas (mês de setembro) nos anos de 2001, 2002 e 2003. MARTINS (2004) reportou que as concentrações de baleias variaram entre os anos. Em 2003, considerando-se todo o Banco dos Abrolhos, a área com maior concentração foi na região ao redor do Arquipélago, também verificou que na região que engloba a área deste estudo, a densidade de baleia jubarte aumentou entre 2001 e 2003, similar ao observado neste estudo. Semelhanças com o resultado aqui apresentado também foram notadas durante cruzeiros de pesquisa no Banco dos Abrolhos. O número de avistamentos por unidade de esforço (S.P.U.E.) de adultos de jubarte aumentou entre 2002 e 2004; no caso dos filhotes, o SPUE mais elevado também foi durante a temporada de 2004 (Marcondes, comunicação pessoal<sup>1</sup>). Na Grande Barreira de Coral da Austrália, CHALOUPKA & OSMOND (1999) observaram que o padrão de dispersão espacial variou entre os anos, assim como a amplitude do pico de abundância, sugerindo que poderia ser uma consequência do aumento populacional.

Variações também podem ser atribuídas a movimentações dos animais para dentro e fora de uma área de estudo num certo período de tempo. DARLING *et al.* (1983) observaram

---

<sup>1</sup> Comunicação pessoal de Milton Marcondes. Instituto Baleia Jubarte. Rua Barão do Rio Branco 26. Caravelas Bahia, Brasil. Cep: 05085-000, 20 Janeiro 2006.

que mesmo no meio da temporada ocorria grande variação na abundância de baleias no Havaí. Por uma semana ou mais a área pode estar densamente povoada e no próximo dia pode ser difícil de avistar um animal, sugerindo movimentação dos indivíduos. ZERBINI *et al.* (2006) num estudo realizado na fase final da temporada (outubro/novembro) de baleias em Abrolhos mostrou que o padrão de residência variou. Algumas baleias permaneceram em uma área relativamente pequena por longos períodos, enquanto outras se movimentaram ao longo do Banco ou para sul ao longo da costa.

MORETE *et al.* (2003) reportaram que o número de baleias adultas contadas durante as varreduras de uma hora variou por período do dia. Mais baleias foram avistadas durante as manhãs que as tardes, sugerindo que períodos do dia fossem comparados. HELWEG & HERMAN (1994) observaram que diferenças nos níveis de atividades realizadas por baleias jubarte poderiam levar a diferenças no poder de visualização destas baleias pelo observador, influenciando a contagem. Neste estudo, o qual foi conduzido em uma maior escala temporal, período do dia não foi importante na modelagem das contagens.

É intrigante que enquanto se observou um aparente aumento na contagem de adultos ao longo dos anos, a abundância de filhotes só foi significativamente maior em 2004. Então, nos últimos anos, os dados refletem um influxo gradual de baleias adultas na área ao redor de Abrolhos, sem um concomitante aumento na abundância de filhotes para os outros anos. Isso poderia estar relacionado à presença de grupos maiores na área de estudo fazendo elevar-se a proporção adulto:filhote. Porém MORETE *et al.* (2007; capítulo 3 desta tese) não encontraram nenhuma diferença na freqüência relativa das diferentes categorias de grupo ao longo desses 7 anos.

Observou-se que os valores previstos de abundância de adultos começaram mais altos que terminaram mostrando que as baleias chegam na região antes dos observadores. É sugerido então, que se pesquisadores pretendem estudar as baleias desde sua recém chegada a região dos Abrolhos, devem estar em campo em junho.

Esse estudo mostrou que a abundância de baleias jubarte ao redor do Arquipélago dos Abrolhos flutua. Em populações migratórias a abundância e a sua variação dependem das interações anuais/ sazonais dos indivíduos e seus habitats (RICKLEFS, 1993). Mais pesquisa é necessária tanto nas áreas de reprodução tanto nas de alimentação desta população de baleias jubarte para determinar quais fatores podem explicar essas flutuações, clarificando estas dinâmicas. Esse estudo também mostrou que o padrão geral observado nessa pequena área amostral reflete o observado durante pesquisas em cruzeiros e em sobrevôo em áreas amostrais maiores no Banco dos Abrolhos.

## Agradecimentos

Este estudo teve apoio financeiro e logístico do Instituto Baleia Jubarte, IFAW, Petrobrás, Arim Componentes para Fogão Ltda e Parque Nacional Marinho dos Abrolhos/IBAMA. Agradecemos ainda, à Marinha do Brasil (Rádio Farol de Abrolhos) pelo apoio logístico. Agradeço aos estagiários do Instituto Baleia Jubarte, pois sem eles não teria sido possível a coleta de dados. Um agradecimento especial à MsC. Cristiane Cavalcanti de Albuquerque Martins e Bacharel Cláudia Brigagão Petta pelo auxílio no campo como observadores principais, para o Professor Doutor Pércio de Souza Santos Filho e para Milton Marcondes pelos comentários feitos nesse manuscrito.

## Referências bibliográficas

- BAKER, C.S.; HERMAN, L.M. Migration and local movement of humpback whale *Megaptera novaeangliae*) through Hawaiian waters. **Canadian Journal of Zoology**, v. 59, p.460-469, 1981.
- BROWN, M.R.; CORKERON, P.J.; HALE, P.T.; SCHULTZ, K.W.; BRYDEN, M. Evidence for sex segregated migration in the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). **Proceedings Royal Society London B**, v. 259, p. 229-234, 1995.
- BURNHAM, K.P.; ANDERSON, D.R.. **Model selection and Inference: a practical information-theoretic approach**. 2nd Edition. New York: Springer-Verlag. 2002. pp. 288.
- CHALOUPKA, M.; OSMOND, M. Spatial and seasonal distribution of humpback whales in the Great Barrier Reef region. **American Fisheries Society Symposium**, v.23, p. 89-106, 1999.

CHITTLEBOROUGH, R.G. Dynamics of two population of the humpback whale *Megaptera nodosa* (Bonaterre). **Australian Journal of Marine Freshwater Research**, v. 16, p. 33-128, 1965.

CLAPHAM, P.J. The social and reproductive biology of Humpback Whales: an ecological perspective. **Mammal Review**, v. 26, p. 27-49, 1996.

CLAPHAM, P.J.; BÉRUBÉ, M.; MATTILA, D.K. Sex ratio of Gulf of Maine humpback whale population. **Marine Mammal Science**, v. 11, p. 227-231, 1995.

CLUTTON-BROCK, T.H., ALBON, S.D.; GUINNESS, F.E. Reproductive success in male and female red deer. In: CLUTTON-BROCK T.H. (Ed). **Reproductive success**. Chicago: University of Chicago Press, 1988. pp. 325-343.

CRAIG, A.S.; HERMAN, L.M. Sex differences in site fidelity and migration of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to the Hawaiian Islands. **Canadian Journal of Zoology**, v. 75, p. 1923-1933, 1997.

CRAIG, A.S.; HERMAN, L.M.; GABRIELE, C.M.; PACK, A.A. Migratory timing of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Central North Pacific varies with age, sex and reproductive status. **Behaviour**, v. 140, p. 981-1001, 2003.

DARLING, J.D.; GIBSON, K.M.; SILBER, G.K. Observations on the abundance and behavior of the humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off West Maui, Hawaii, 1977-79. In: PAYNE R.S. (Ed.) **Communication and Behavior of Whales**. Boulder: Western Press, 1983. p. 201-222.

DAWBIN, W. H. The seasonal migratory cycle of humpback whale. In: NORRIS, K. S. (Ed.) **Whales, dolphins, and porpoises**. Berkeley: University of Califórnia Press, 1966. cap. 9, p. 145-170.

ENGEL, M.H., **Caracterização e Variabilidade Genética baseada no DNA Mitocondrial e Sexagem Molecular da População de Baleias Jubarte, *Megaptera novaeangliae*, no Banco dos Abrolhos, Bahia, Brasil**. 2003. 33f. Dissertação (mestrado). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. 2003.

FREITAS A.C.; KINAS, P.G.; MARTINS, C.C.A.; ENGEL, M. H. Abundance of humpback whales on the Abrolhos Bank wintering ground, Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 6, n. 3, p. 225-230, 2004.

HELWEG, D.A.; HERMAN, L.M. Diurnal patterns of behaviour and group membership of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) wintering in Hawaiian waters. **Ethology**, v. 98, 298-311, 1994.

HERMAN, L.M.; ANTINOJA, R.C., Humpback whales in the Hawaiian breeding waters: population and pod characteristics. **Scientific Reports of the Whales Research Institute**, v. 29, p. 59-85, 1977.

HILBORN, R.; MANGEL, M. **The ecological detective. Confronting models with data.** Princetown University Press, Princetown, New Jersey. 1997. 315pp.

IBAMA/FUNATURA. **Plano de Manejo:** Parque Nacional Marinho dos Abrolhos. Brasília, DF: IBAMA, 1991.

KINAS, P.G.; BETHLEM, C.B.P. Empirical Bayes Abundance Estimation of a close Population Using Mark- Recapture Data, with Application to Humpback Whales, *Megaptera novaeangliae*, in Abrolhos, Brazil. **Report International Whale Commission.** v. 48, p. 447-450, 1998.

LODI, L. Ocorrências de baleias-jubarte, *Megaptera novaeangliae*, no Arquipélago de Fernando de Noronha, incluindo um resumo de registros de capturas no Nordeste do Brasil. **Biotemas**, v. 7, p. 116-123, 1994.

LOEB, V.; six co-authors. Effects of sea ice extent and krill or salt dominance on the Antarctic food web. **Nature**, v. 387, p. 897-900, 1997.

MARTINS, C.C.A. **O uso do Sistema de Informações Geográficas como ferramenta na identificação de áreas prioritárias para a conservação da baleia jubarte, *Megaptera novaeangliae*, em seu habitat reprodutivo na Costa Leste do Brasil.** 2004. 119p. Dissertação (mestrado). Universidade de Brasilia, Brasilia, DF, Brasil. 119pp.

MARTINS, C. C. A.; MORETE, M. E.; ENGEL, M. H.; FREITAS, A. C.; SECCHI, E. R.; KINAS, P.G. Aspects of habitat use patterns of humpback whales in the Abrolhos Bank, Brazil, breeding ground. **Memoirs of the Queensland Museum**, v. 47, n. 2, p. 563-570, 2001.

MATTILA, D.K.; CLAPHAM, P.J.; VASQUEZ, O.; BOWMAN, R.S., 1994. Occurrence, population composition and habitat use of humpback whales in Samana Bay, Dominican Republic. **Canadian Journal of Zoology**, v. 72, p. 1898-1907, 1994.

MCCULLAGH, P.; NELDER, J.A. **Generalized linear models**, 2nd Edition. London: Chapman and Hall. 1989. 261pp.

MOBLEY, J.R.; HERMAN, L.M. Transience of social affiliations among humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the Hawaiian wintering grounds. **Canadian Journal of Zoology**, v. 63, p.762-772, 1985.

MORETE, M.E.; PACE III, R.M.; MARTINS, C.C.A., FREITAS, A.C.; ENGEL, M.H. Indexing seasonal abundance of humpback whales around Abrolhos Archipelago, Bahia, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 2, n. 1, p. 21-28, 2003.

MORETE, M.E.; BISI, T.L.; ROSSO, S. Temporal pattern of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) group structure around Abrolhos Archipelago breeding region, Bahia, Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 87, p. 87-92, 2007.

PIZZORNO, J. L. A.; LAILSON-BRITO, J. L.; DORNELES, P. R.; AZEVEDO, A. F.; GURGEL, I. M. G. N. Review of strandings and additional information on humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in Rio de Janeiro, Southeastern Brazilian coast (1981-1997). **Reports of the International whaling Commission**, v. 48, p. 443-446, 1998.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2005. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>

RALLS, K. Mammals in which females are larger than males. **Quarterly Review of Biology**, v. 51, p. 245-276, 1976.

RICKLEFS, R.E. **The Economy of Nature: A Textbook in Basic Ecology**. In: FREEMAN, W. H. (Ed), third edition, New York, NY, 1993. 470pp.

SICILIANO, S. **Características da população de baleias jubarte (*Megaptera novaeangliae*) na Costa Brasileira, com especial referência aos Bancos de Abrolhos**. 1997. 113p. Dissertação (mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 1997.

STEVICK, P.T.; GODOY, L.P.; MCOSKER, M.; ENGEL, M.H.; ALLEN, J. Movement of a humpback whale from Abrolhos Bank, Brazil to South Georgia (Antarctic Area II). **International Whaling Commission 57<sup>th</sup> Meeting**, v. SC/57/SH1 6 pp, 2005. [disponível em [www.iwcoffice.org](http://www.iwcoffice.org)].

STRALEY, J.M., 1990. Fall and winter occurrence of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Southeastern Alaska. In: HAMMOND P.S. (Ed.) **Individual recognition of cetaceans: Use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. Report of the International Whaling Commission**, Special issue 12, p. 319-323, 1990.

SWARTZ, S.L.; JONES, M.L. Gray whale, *Eschrichtius robustus*, during the 1977-1978 and 1978-1979 winter seasons in Laguna San Ignacio Baja California Sur, Mexico. **Marine Mammal Commission Report**, v. 1533497-8, 1980.

SWINGLE, W.M.; BARCO, S.G.; PITCHFORD, T.D. Appearance of juvenile humpback whales feeding in the nearshore waters of Virginia. **Marine Mammal Science**, v. 9, p. 309-315, 1993.

WHITEHEAD, H.P. **The behavior and ecology of the humpback whale in the Northwest Atlantic.** PhD. thesis. 1981. University of Cambridge, Cambridge. 1981.

WHITEHEAD, H.P.; MOORE, M.J. Distribution and movements of West Indian humpback whale in winter. **Canadian Journal of Zoology**, v. 60, p. 2203-2211, 1982.

ZERBINI, A.N.; ANDRIOLI, A.; HEIDE-JORGENSEN, M.P.; PIZZORNO, J.L.; MAIA, Y.G.; VANBLARICOM, G.R.; DEMASTER, D.P.; SIMÕES-LOPES, P.C.; MOREIRA, S.; BETHLEM, C. Satellite-monitored movements of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Southwest Atlantic Ocean. **Marine Ecology Progress Series**, v. 313, p. 295-304, 2006.

## **Capítulo 3**

### **Padrão temporal da estrutura de grupos de baleia jubarte (*Megaptera novaeangliae*) na área de reprodução ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Bahia, Brasil.**

---

Versão de: MORETE M. E.; BISI T. L.; ROSSO S. Temporal pattern of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) group structure around Abrolhos Archipelago breeding region, Bahia, Brazil. **Journal of Marine Biological Association of United Kingdom**, v. 87, p. 87-92, 2007.

#### ***Abstract***

To characterize temporal patterns of humpback group structure around Abrolhos Archipelago, Brazil, seven years (1998-2004) of data obtained from July through November were analyzed. During one hour scans, observers determined group composition within 9.3 km around a land-based station. A total of 930 scans, comprising 4288 sightings of groups were analyzed. Seven group categories were identified and their frequencies were 14.6% of 1AD (lone whale), 25.2% of DYAD (2 adults), 7.3% of TRIO (3 adults), 5.2% of TRIO+ (more than 3 adults), 24.9% of MOC (mother and calf), 19.6% of MOCE (mother, calf and 1 escort), and 3.1% of MOCE+ (mother, calf and more than 1 escort). Relative frequencies of whale-group categories did not change between morning and afternoon nor among years. However as the season progressed, groups with calves increased while groups without calves decreased. This progression may be explained by the segregated migration patterns of humpback whales and also by changes in the social status of individuals. The Abrolhos Reef provides protection from the waves and turbulence caused by the prevailing winds, which may explain the higher proportion of groups with calves in the area.

## **Resumo**

Com o objetivo de caracterizar o padrão temporal da estrutura de grupos de baleia jubarte no entorno do Arquipélago dos Abrolhos, Brasil, dados obtidos ao longo de sete anos (1998-2004) entre os meses de julho e novembro foram analisados. Durante varreduras de uma hora, observadores determinaram a composição dos grupos num raio de 9,3 km ao redor do ponto fixo de observação. Um total de 930 varreduras, compreendendo 4288 avistagens de grupos, foi analisado. Sete categorias de grupo foram definidas e as freqüências encontradas foram 14,6% de 1AD (baleia solitária), 25,2% de DUPLA (2 adultos), 7,3% de TRIO (3 adultos), 5,2% de TRIO+ (mais de três adultos), 24,9% de FEFI (fêmea e filhote), 19,6% de FEFIEP (fêmea, filhote e escorte) e 3,1% de FEFIEP+ (fêmea, filhote e mais de um escorte). As freqüências relativas das categorias de grupo não variaram entre o período matutino e vespertino, nem entre os anos, entretanto conforme a temporada progrediu, grupos com filhote tornaram-se mais freqüentes, enquanto grupos sem filhotes tornaram-se menos freqüentes. Esta progressão pode ser explicada pela migração segregada das baleias jubarte e também, por mudanças no *status* social dos indivíduos. O Parque dos Abrolhos provê proteção das ondas e turbulências causadas pelos ventos predominantes, o que pode explicar a grande proporção de grupos com filhote na área.

## Introdução

A baleia jubarte é uma espécie cosmopolita que realiza migrações sazonais entre áreas de alimentação em grandes latitudes no verão e áreas de reprodução em menores latitudes no inverno (*e.g.*, DAWBIN, 1966). O início desta migração varia com a idade, o sexo e o *status* reprodutivo dos indivíduos (*e.g.*, CRAIG *et al.*, 2003). Fêmeas lactantes com seus filhotes de aproximadamente um ano de idade são as primeiras a chegarem na área de reprodução, seguidas pelos indivíduos imaturos, machos maduros, fêmeas maduras sem filhote e, por último, as fêmeas grávidas (*e.g.*, DAWBIN, 1966). Ao longo da temporada reprodutiva as baleias deixam as áreas de reprodução na ordem inversa, sendo as fêmeas com filhotes nascidos durante a temporada as últimas a partirem para as áreas de alimentação.

As áreas de reprodução e cria das baleias jubarte estão geralmente associadas a ilhas ou sistemas coralinos em águas tropicais e subtropicais (*e.g.*, DAWBIN, 1966). Durante muitos anos, a única área conhecida de reprodução e cria das baleias jubarte no Oceano Atlântico Sul Ocidental era o Banco dos Abrolhos (*e.g.*, MARTINS *et al.*, 2001), entretanto a população de baleias jubarte que utiliza a costa do Brasil durante o inverno está crescendo (FREITAS *et al.*, 2004) e as baleias têm sido encontradas ao longo da costa (PIZZORNO *et al.*, 1998; ZERBINI *et al.*, 2004). A área ao redor do Arquipélago dos Abrolhos é considerada única devido à alta concentração de grupos de baleias com filhotes (MARTINS *et al.*, 2001; MORETE *et al.*, 2003).

Estudos sobre o comportamento social das baleias jubarte em suas áreas de reprodução têm sido realizados principalmente no Havaí e no Caribe (*e.g.*, HERMAN & ANTINOJA, 1977; MOBLEY & HERMAN, 1985; MATTILA *et al.*, 1994). Observações do comportamento social da baleia jubarte no Brasil são raras e, geralmente, não foram o foco principal dos estudos, como em MARTINS *et al.* (2001).

A estrutura social da baleia jubarte é caracterizada por grupos pequenos e instáveis, sendo mais comum a ocorrência de indivíduos solitários, duplas e trios (*e.g.*, MOBLEY & HERMAN,

1985). MARTINS *et al.* (2001) em estudo sobre distribuição de grupos de baleias jubarte no Banco dos Abrolhos, relataram que indivíduos solitários, duplas e pares mãe/filhote foram as categorias de grupos mais freqüentemente observadas.

Os resultados aqui apresentados representam sete anos de dados obtidos a partir de uma base de observação em terra (ponto fixo), objetivando descrever as freqüências das diferentes categorias de grupos e seu padrão temporal ao redor do Arquipélago dos Abrolhos.

## **Materiais e Métodos**

### *Área de estudo*

O Banco dos Abrolhos ( $16^{\circ}40'$  a  $19^{\circ}30'S$ ;  $37^{\circ}25'$  a  $39^{\circ}45'W$ ) está localizado em uma extensão da plataforma continental, na costa leste do Brasil. O banco é composto por um mosaico de recifes de corais, com fundo de lama e algas calcárias, com águas quentes (temperatura média no inverno em torno de  $24^{\circ}C$ ) e rasas (profundidade média: em torno de 30 metros) segundo IBAMA/FUNATURA (1991).

A base de observação no Arquipélago dos Abrolhos, chamada de “ponto fixo” (PF) ( $17^{\circ}57'44"S$ ;  $38^{\circ}42'22"W$  - fotos anexo 2), encontra-se 37,8 metros acima do nível do mar na porção oeste da Ilha de Santa Bárbara. A área de estudo englobou um raio de 9,3 km (5 milhas náuticas) ao redor do PF, exceto por dois setores encobertos pelas ilhas. Essas duas áreas, uma a leste e outra a oeste, cobrem arcos de  $8^{\circ}$  e  $14^{\circ}$ , respectivamente. Excluindo essas duas porções, a área de estudo abrangeu aproximadamente  $250\text{ km}^2$ , com profundidade máxima de 20 metros. O Parcel dos Abrolhos, uma típica formação coralina (14 km de extensão por 6 km de largura), está presente em cerca de 1/4 da área de estudo, de nordeste ao sudeste (figura 1).

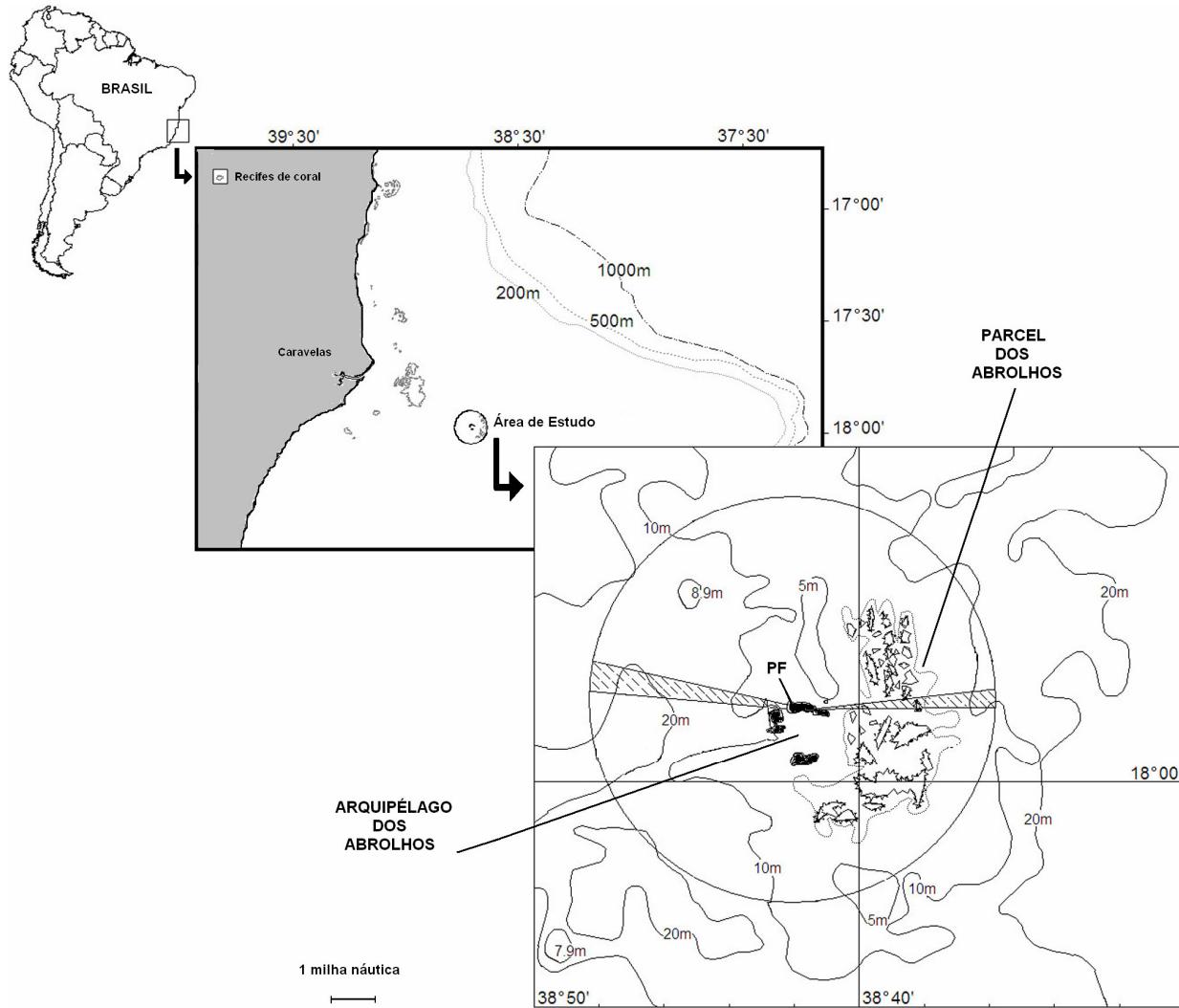


Figura 1. Localização do ponto fixo (PF) na Ilha de Santa Bárbara, uma das 5 ilhas do Arquipélago dos Abrolhos e a área de estudo que engloba um raio de 9,3 km na costa leste do Brasil. (Setores hachurados: áreas fora de visibilidade do PF, encobertas pelas ilhas, uma a leste e outra a oeste).

### *Definições*

Uma temporada reprodutiva foi definida como o período em que as baleias jubarte se encontram na região de Abrolhos, entre os meses de julho e novembro.

Um grupo de baleias foi definido como um indivíduo solitário ou a associação de indivíduos que estejam a uma distância de até 100 metros um do outro, movendo-se, geralmente, na mesma direção e de maneira coordenada (*e.g.*, MOBLEY & HERMAN, 1985).

Filhote foi definido como um animal que se mantém bem próximo a outra baleia, apresentando-se com tamanho menor que 50% do comprimento do indivíduo acompanhante (CHITTLEBOROUGH, 1965) e tendo presumivelmente nascido na temporada em andamento. Todas as baleias não consideradas filhotes foram definidas como adultas devido à impossibilidade de se distinguir, do ponto fixo, baleias sub-adultas e adultas.

Uma baleia próxima a um grupo de fêmea e filhote foi chamada de “escorte<sup>2</sup>”. Estudos realizados em outras áreas de reprodução utilizando métodos biomoleculares para determinar o sexo destes escortes e observações sub-aquáticas da região genital destes animais mostraram que todos são machos (*e.g.*, GLOCKNER-FERRARI & FERRARI, 1985; MEDRANO *et al.*, 1994).

No presente estudo, os grupos foram divididos em sete categorias: indivíduo adulto solitário (1AD); duas baleias adultas (DUPLA); três baleias adultas (TRIO); mais de três baleias adultas (TRIO+); fêmea e filhote (FEFI); fêmea, filhote e um escorte (FEFIEP); fêmea, filhote e mais de um escorte (FEFIEP+) – Em anexo avulso, ficha com todas as abreviações usadas nesta tese.

### *Observações*

Grupos de baleias jubarte foram observados quase que diariamente, durante varreduras de uma hora de duração, entre julho e novembro de 1998 a 2004. Não houve obtenção de dados em dias chuvosos, nem quando a velocidade do vento foi superior a 20 nós e nem quando as condições de visibilidade foram consideradas inadequadas devido à nebulosidade, ao reflexo do sol e à cobertura de nuvens. Para investigar algum padrão temporal da freqüência relativa das categorias de grupo de baleia jubarte, as varreduras foram agrupadas em matutinas e vespertinas (sete anos superpostos), em fase inicial, intermediária e final da temporada (sete anos superpostos) e em temporadas (1998 a 2004, períodos e fases superpostos). As varreduras

<sup>2</sup> A palavra “escorte” apesar de não existir na língua portuguesa é amplamente usada e aceita na área de mamíferos marinhos, sendo por esse motivo foi usada neste trabalho como tal.

matutinas foram conduzidas entre 5:45 e 11:25h, e as vespertinas entre 12:25 e 16:45h. As observações de cada temporada foram divididas em três fases “A”, “B” e “C”. Devido ao fato do número de baleias jubarte e da época do pico das avistagens terem variado durante e entre as temporadas (capítulo 2 desta tese) estas fases foram delimitadas especificamente para cada ano. A contagem diária de baleias foi modelada para predizer a maior contagem de baleias utilizando um Modelo Linear Generalizado (GLM), com distribuição negativa binomial (ver capítulo 2 desta tese). O valor máximo previsto pelo modelo foi associado a um dia específico que representou o ponto central de cada temporada. Esta data determinou a metade da fase “B”, que teve sempre duração total de 50 dias. A fase “A” compreendeu do início da temporada até o início da fase “B”, e a fase “C” compreendeu do final da fase “B” até o último dia do período de observação. Devido ao período de observação ter iniciado e terminado em datas diferentes a cada ano o número de dias nas fases “A” e “C” variaram e devido às condições meteorológicas o número de varreduras também variou nas fases (tabela 1).

Tabela 1. Datas do início e fim das fases “A”, “B” e “C” para cada temporada. Entre parênteses encontra-se o número de varreduras em cada fase. A fase “B” teve 50 dias.

Temporada (# dias)	fase “A”	fase “B”	fase “C”
	(# varreduras)	(# varreduras)	(# varreduras)
1998 (148)	3/jul – 12/ago (51)	13/ago - 1/out (57)	2/out - 27/nov (53)
1999 (148)	4/jul - 2/ago (27)	3/ago - 21/set (46)	22/set - 28/nov (61)
2000 (147)	4/jul - 2/ago (31)	7/ago - 25/set (54)	26/set - 29/nov (69)
2001 (144)	5/jul - 4/ago (33)	5/ago - 23/set (49)	24/set - 25/nov (45)
2002 (144)	6/jul - 5/ago (31)	6/ago - 24/set (30)	25/set - 26/nov (57)
2003 (140)	6/jul – 29/jul (17)	30/jul - 16/set (41)	17/set - 22/nov (66)
2004 (127)	7/jul - 4/ago (23)	5/ago - 22/set (45)	23/set - 10/nov (44)

Para este estudo foi contado o número de avistagens de baleias e não o número de baleias distintas. Dentro de uma varredura nenhum grupo foi recontado, sendo, portanto, as observações dentro da varredura independentes, entretanto uma vez que raramente é possível identificar os indivíduos a partir do ponto fixo, é provável que, entre varreduras, grupos tenham incluído indivíduos previamente observados em outro período, fase ou ano. Porém, assumiu-se que as avistagens das baleias foram independentes (discussão sobre independência dos dados no anexo 1).

Durante cada varredura, três observadores procuraram por grupos de baleia jubarte em todas as direções na área de estudo. A procura ocorreu de forma não sistemática; não houve um período pré-determinado de procura por baleias em cada direção. Dois observadores cobriam um arco de 180° cada, a olho nu e com o auxílio de binóculos 7x50. As baleias foram geralmente avistadas por seus borrifos (expiração), movimentação de água e/ ou produção de ondas causada

por um comportamento ativo ou pela exposição de parte do corpo acima da superfície. Cada grupo, uma vez avistado foi monitorado pelo observador principal, com o auxílio de um teodolito (poder de aumento de 30 vezes), por pelo menos três subidas à superfície ou até que seu tamanho e composição fossem determinados. Enquanto observava as baleias, o mesmo observador notou características específicas de cada indivíduo do grupo (*i.e.*, cicatrizes, marcas naturais, formato da nadadeira dorsal) para distinguir o grupo de outros próximos a fim de impedir recontagem. Ocasionalmente, grupos de baleias continuaram a ser observados após o período de uma hora de varredura, a fim de determinar de maneira acurada suas composições. Caso a movimentação de muitos grupos se concentrasssem numa mesma área, causando incerteza sobre se já havia ou não sido registrado, a varredura era cancelada, os dados descartados e uma nova varredura de uma hora tinha início.

#### *Análises estatísticas*

Uma tabela foi construída para agregar todas as avistagens dos grupos de baleia em cada escala temporal (*i.e.*, período do dia, fases e temporadas). Para eliminar diferenças no esforço de avistagem entre as escalas temporais e para eliminar o viés devido à flutuação no número de grupos de baleias, a freqüência absoluta de cada categoria de grupo em cada fase foi dividida pelo número total de grupos avistados na fase, estabelecendo a freqüência relativa de cada uma. O teste de *Shapiro-Wilk* foi usado para testar a normalidade dos dados e o teste de *Levene* foi utilizado para testar a homogeneidade das variâncias. Devido aos dados não terem apresentado distribuição normal e/ ou homogeneidade de variâncias, eles foram transformados em postos e uma análise de variância (ANOVA) sobre postos foi aplicada. No caso das fases e temporadas, o teste de *Tukey HSD* foi utilizado como um teste *posteriori* de comparações múltiplas para verificar diferenças entre as fases e entre as temporadas reprodutivas 2 a 2. Todos os testes estatísticos foram realizados no programa SPSS 11.0 para Windows (SPSS INC., 2001).

## **Resultados**

Um total de 930 varreduras de uma hora de duração foi realizado. Estas varreduras foram separadas em 509 varreduras matutinas e 421 varreduras vespertinas, sendo 213 varreduras na fase “A” (837 grupos de baleias jubarte avistados), 322 varreduras na fase “B” (2428 grupos) e 395 varreduras na fase “C” (1023 grupos). Em 101 varreduras (10,8%) nenhuma baleia foi observada. Nas 829 varreduras restantes, 4782 grupos foram observados, entre estes, 494 grupos (10,3%) foram considerados indeterminados e, desta maneira, excluídos das análises. Os restantes 4288 grupos (89,7%) incluíram 10044 avistagens de baleias jubarte (2044 filhotes e 7996 adultos). Do total, 2244 (52,3%) foram de grupos sem filhotes e 2044 (47,7%) com filhotes. A freqüência de cada categoria de grupo foi 14,6% de 1AD, 25,2% de DUPLA, 7,3% de TRIO, 5,2% de TRIO+, 24,9% de FEFI, 19,6% de FEFIEP e 3,1% de FEFIEP+. Entre os grupos de baleias que incluíram filhote, 52,3% foram FEFI, 41,2% FEFIEP e 6,5% FEFIEP+. Houve uma avistagem de um grupo com três adultos e dois filhotes, mas que foi excluído das análises. Representações gráficas das distribuições de freqüências relativas de cada categoria de grupo no conjunto de todas as categorias nos períodos da manhã e tarde, nas fases “A”, “B” e “C” e nas temporadas encontram-se na figura 2.

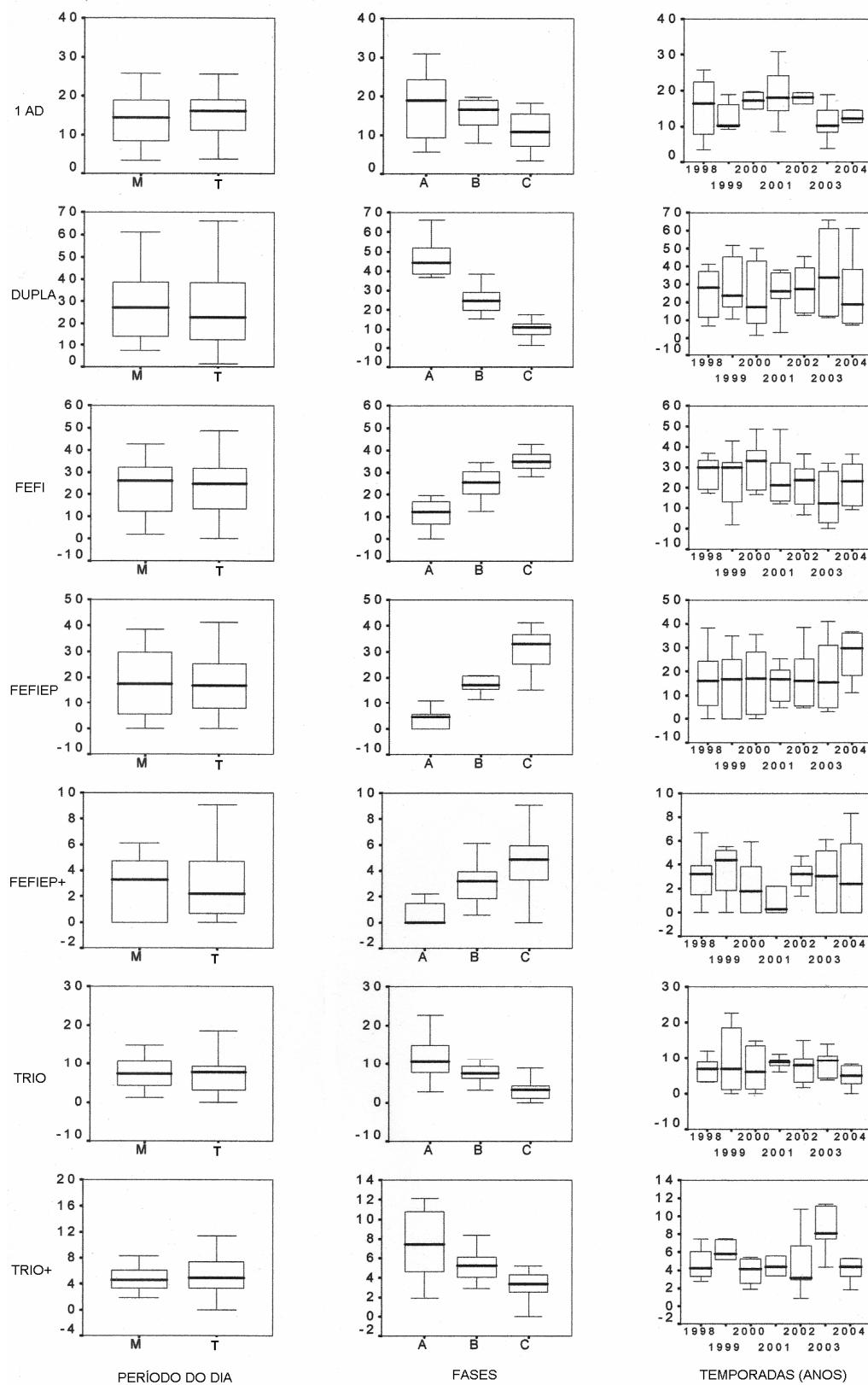


Figura 2. Freqüência relativa (em %) de cada categoria de grupo no conjunto de todas as categorias nos períodos da manhã “M” e tarde “T”, nas fases “A”, “B” e “C” e nas temporadas. Note a diferença nas escalas do eixo Y para melhor ilustrar os padrões temporais. Nos boxes são representados a mediana e o interquartil de 25-75% dos valores, as barras representam os valores extremos.

Não houve evidência estatística de que a freqüência relativa de cada categoria tenha variado entre manhã e tarde ou entre anos (tabela 2). Entretanto, houve diferença significativa na distribuição das categorias de grupo entre as fases “A”, “B” e “C” da temporada (figura 2). A proporção de grupos contendo filhote (*i.e.*, FEFI, FEFIEP, FEFIEP+) aumentou conforme as temporadas progrediram, da menor proporção (17,3%) na fase “A”, até a maior proporção (72,3%) na fase “C”. Em contraste, as proporções de grupos de baleia sem filhote (*i.e.*, 1 AD; DUPLA, TRIO e TRIO+) diminuíram da fase “A” à “C”. Para todas as categorias de grupo, o teste de *Tukey HSD* sugeriu uma forte evidência que as fases “A” e “C” foram diferentes quando todos os anos foram combinados. As fases “A” e “B” também apresentaram diferenças, exceto para grupos de 1AD, TRIO e TRIO+. Entre as fases “B” e “C”, com exceção de 1AD, TRIO+ e FEFIEP+, as categorias de grupo variaram (tabela 3).

Tabela 2. Categorias de grupos, escalas temporais, graus de liberdade (g.l.), valores da estatística  $F$  e valores de  $P$  obtidos da análise de variância (ANOVA) sobre postos. Valores de  $P$  considerados significativos estão em negrito.

grupo	escala temporal	g.l.	$F$	$P$
1 AD	período	1	0,663	0,420
DUPLA	período	1	0,035	0,853
FEFI	período	1	0,004	0,951
FEFIEP	período	1	0,056	0,814
FEFIEP+	período	1	0,001	0,970
TRIO	período	1	0,315	0,578
TRIO+	período	1	0,002	0,961
1 AD	fase	2	4,815	<b>0,014</b>
DUPLA	fase	2	109,910	<b>&lt;0,001</b>
FEFI	fase	2	60,804	<b>&lt;0,001</b>
FEFIEP	fase	2	59,538	<b>&lt;0,001</b>
FEFIEP+	fase	2	15,762	<b>&lt;0,001</b>
TRIO	fase	2	18,826	<b>&lt;0,001</b>
TRIO+	fase	2	8,698	<b>0,001</b>
1 AD	temporada	6	1,206	0,326
DUPLA	temporada	6	0,266	0,949
FEFI	temporada	6	1,121	0,370
FEFIEP	temporada	6	0,583	0,741
FEFIEP+	temporada	6	0,474	0,823
TRIO	temporada	6	0,727	0,631
TRIO+	temporada	6	1,796	0,128

Tabela 3. Resultados do teste de *Tukey HSD* sobre postos para as proporções das categorias de grupo de baleia jubarte nas fases “A”, “B” e “C” para as sete temporadas reprodutivas. Correção de *Bonferroni* foi  $\alpha = 0,017$ .

Grupo	fases ( $P$ )		
	A-B	A-C	B-C
1AD	0,762	0,014	0,073
DUPLA	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>
FEFI	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>
FEFIEP	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>
FEFIEP+	0,001	<b>&lt;0,001</b>	0,289
TRIO	0,076	<b>&lt;0,001</b>	0,001
TRIO+	0,328	0,001	0,029

Entre as fases, quando foram analisados apenas os grupos com filhote, a distribuição dos dados relativos às freqüências relativas de FEFI, FEFIEP e FEFIEP+ não variou ( $0,23 < P < 0,42$ ).

## Discussão

O presente estudo corrobora outros prévios, que reportaram grande freqüência de grupos de baleias com filhote ao redor de Abrolhos (MARTINS *et al.*, 2001; MORETE *et al.*, 2003). A proporção de grupos com filhote encontrada na área de estudo (47,7%) foi muito maior do que em outras importantes áreas de reprodução da baleia jubarte, como é o caso em Maui, Havaí, EUA (MOBLEY & HERMAN, 1985; SMULTEA, 1994), na região do Caribe (SMITH *et al.*, 1999; MATTILA *et al.*, 1994), em Moçambique (FINDLAY *et al.*, 1994), em Madagascar (ERSTS & ROSENBAUM, 2003) e no Equador (SCHEIDAT *et al.*, 2000), nas quais registraram-se entre 6,8% e 28% de grupos com filhote. No Banco dos Abrolhos, fêmeas com filhote usam preferencialmente águas mais rasas ao redor do Arquipélago (MARTINS *et al.*, 2001), a fim de minimizar o risco de predação por tubarões, ou evitar molestamento por machos e também, provavelmente, para se beneficiar das águas mais calmas, já que o Parcel dos Abrolhos, o qual cobre aproximadamente um quarto da área de estudo, e o arquipélago em si, podem prover proteção contra as ondas e turbulências causadas pelos ventos predominantes de nordeste e sudeste.

Entre grupos de baleias jubarte sem filhote, DUPLA e 1AD foram mais freqüentemente observados do que TRIO e TRIO+. Grupos TRIO+ são maiores e caracterizados por altos níveis de atividade, acredita-se que são machos competindo pelo acesso a uma única fêmea madura (TYACK & WHITEHEAD, 1983). A predominância de fêmeas com filhote usando a área e a preferência de machos em se associar a fêmeas sem filhote (CRAIG *et al.*, 2002) pode explicar a baixa proporção de grupos de TRIO e TRIO+ na área de estudo.

Apesar de existirem várias hipóteses, o papel do escorte ainda não é bem entendido. O escorte de grupos fêmea/ filhote estaria esperando por uma oportunidade de copular com essa fêmea no momento de uma ovulação pós-parto (e.g., GLOCKNER-FERRARI & FERRARI, 1985). Apesar de não ser alta a probabilidade da ovulação pós-parto levar a um sucesso na concepção, acompanhar uma fêmea com filhote pode ser uma estratégia do macho que proporcione pelo menos algum sucesso (e.g., GLOCKNER-FERRARI & FERRARI, 1985). Além disso, conforme a temporada reprodutiva progride, fêmeas sem filhote vão se tornando relativamente raras em relação à fêmeas com filhote (DAWBIN, 1966). Assim os machos voltam sua atenção para estas fêmeas (CRAIG *et al.*, 2002). Os resultados deste estudo mostraram que fêmeas com filhote acompanhadas por um ou mais escortes tornaram-se mais freqüentes ao longo da temporada, suportando a idéia que machos assumem uma posição de escorte a fim de obter acesso à fêmea com filhote. Entretanto, de maneira geral, foram observados mais grupos de FEFI do que FEFIEP; mesmo na fase “C”, grupos fêmea com filhote foram freqüentemente observados sem a presença de escorte. É possível que a incomum igual proporção sexual encontrada na região do Banco dos Abrolhos (ENGEL, 2003), faça com que poucos machos usem essa estratégia reprodutiva, por haver um número suficiente de fêmeas não-lactantes receptivas, condição esta que parece levar a um maior sucesso reprodutivo (CRAIG *et al.*, 2002).

A freqüência relativa de todas as categorias de grupo variou entre as três fases da temporada, os grupos com filhote ficaram mais freqüentes, e os sem filhote menos, à medida que a temporada avançou. Essa progressão temporal pode refletir o padrão da migração segregada observada nas baleias jubarte, a mudança no *status* social dos indivíduos durante a temporada e pode refletir uma estratégia de acasalamento. Sabe-se que fêmeas no final da lactação são as primeiras a deixar as áreas de alimentação, seguidas por indivíduos imaturos, adultos e por último, as fêmeas grávidas (DAWBIN, 1966). O retorno para as grandes latitudes ocorre na ordem inversa (DAWBIN, 1966). Desta maneira, grupos de 1 AD, DUPLA e TRIO observados em alta proporção no início da temporada seriam indivíduos imaturos, adultos de

ambos os sexos e fêmeas com filhote de um ano. Conforme a temporada progride é esperado que o *status* social destes indivíduos mude. Baleias formam e deixam grupos competitivos, fêmeas grávidas dão a luz e tornam-se grupos de FEFI, novas fêmeas grávidas e fêmeas sem filhote migram mais cedo para as áreas de alimentação (*e.g.*, DAWBIN, 1966) e, como discutido anteriormente, no final da temporada machos maduros tendem a se associar a grupos de fêmeas com filhote (*e.g.*, HERMAN & ANTINOJA, 1977; GLOCKNER-FERRARI, 1985; SCHEIDAT *et al.*, 2000). Assim, a categoria TRIO+ diminuiu enquanto FEFIEP+ tornou-se proporcionalmente mais freqüente, como reportado por MARTINS *et al.* (2001) para o Banco dos Abrolhos.

MORETE *et al.* (2003) relataram para o período entre 1998 e 2000 diferenças no número de baleias adultas em relação ao período do dia, onde mais baleias foram avistadas durante a manhã. Nesta análise, a qual compreendeu dados obtidos de 1998 a 2004, não houve nenhuma evidência de que determinada categoria de grupo apresentasse preferência pelo período matutino ou vespertino nas águas do Arquipélago.

Apesar de oscilações terem ocorrido, não houve evidência estatística que a proporção relativa entre as categorias de grupo variou ao longo das sete temporadas reprodutivas estudadas. A população de baleia jubarte observada neste estudo está crescendo (FREITAS *et al.*, 2004), portanto pode-se sugerir que o aumento no número de baleias não afetou o padrão geral da estrutura de grupo, pelo menos no entorno do Arquipélago dos Abrolhos dentro do período estudado.

Concluindo, as freqüências relativas das categorias de grupo de baleia jubarte observadas ao redor do Arquipélago dos Abrolhos foram similares ao de outras áreas de reprodução para aqueles grupos sem filhote (*i.e.*, 1AD e DUPLA). Grupos competitivos (FEFIEP+ e TRIO+) apresentaram proporções menores. A maior diferença encontrada em relação a outras áreas de reprodução da baleia jubarte foi o número de filhotes observados. O Parcel dos Abrolhos, juntamente com o Arquipélago dos Abrolhos, protegem essa área das ondas e turbulências causadas pelos ventos e por isso torna-se uma área preferencial para

grupos com filhote (MARTINS *et al.*, 2001) e então adquire grande importância para esta população de baleias jubarte, sendo recomendado um manejo adequado.

## Agradecimentos

Este estudo teve apoio financeiro e logístico do Instituto Baleia Jubarte, IFAW, Petrobrás, Arim Componentes para Fogão Ltda e Parque Nacional Marinho dos Abrolhos/IBAMA. Agradecemos ainda à Marinha do Brasil (Rádio Farol de Abrolhos) pelo apoio logístico. Agradeço aos estagiários do Instituto Baleia Jubarte, pois sem eles não teria sido possível a coleta de dados. Um agradecimento especial à MsC. Cristiane Cavalcanti de Albuquerque Martins e Bacharel Cláudia Brigagão Petta pelo auxílio no campo como observadores principais, ao PhD. Steven Swartz e Professor Dr. Pérsio Souza Santos Filho pelos comentários na versão preliminar desse manuscrito. Agradecemos aos dois revisores anônimos que contribuíram com o aprimoramento deste manuscrito e ao PhD. J. Michael Jech pela revisão do inglês – na versão publicada.

## Referências bibliográficas

- CHITTLEBOROUGH, R. G. Dynamics of two populations of the humpback whale, *Megaptera novaeangliae* (Borowski). **Australian Journal of Marine and Freshwater Research**, v. 16, p. 33-128, 1965.
- CRAIG, A. S.; HERMAN, L. M.; PACK, A. A. Male mate choice and male-male competition coexist in the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). **Canadian Journal of Zoology**, v. 80, p. 745-755, 2002.
- CRAIG, A. S.; HERMAN, L. M.; GABRIELE, C. M.; PACK, A. A. Migratory timing of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Central North Pacific varies with age, sex and reproductive status. **Behaviour**, v. 140, p. 981-1001, 2003.
- DAWBIN, W. H. **The seasonal migratory cycle of humpback whales**. In: NORRIS, K. S. (Ed.) Whales, dolphins, and porpoises. Berkeley: University of Califórnia Press, 1966. cap. 9, p. 145-170.
- ENGEL, M. H. **Caracterização e variabilidade genética baseada no DNA mitocondrial e sexagem molecular da população de baleias jubarte, *Megaptera novaeangliae*, no Banco dos Abrolhos**,

**Bahia, Brasil.** 2003. 33f. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2003.

ERSTS, P. J.; ROSENBAUM, H. C. Habitat preference reflects social organization of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on a wintering ground. **Journal of Zoology**, v. 260, p. 337-345, 2003.

FINDLAY, K. P.; BEST, P. B.; PEDDEMORS, V. M.; GOVE, D. The distribution and abundance of humpback whale on their southern Mozambique breeding grounds. **Report International Whaling Commission**, v. 44, p. 311-321, 1994.

FREITAS, A. C.; KINAS, P. G.; MARTINS, C. C. A.; ENGEL, M. H. Abundance of humpback whales on the Abrolhos Bank wintering ground Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 6, n. 3, p. 225-230, 2004.

GLOCKNER-FERRARI, D. A.; FERRARI, M. J. Individual identification, behavior, reproduction and distribution of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in Hawaii. **National Technical Information service Report**, v. MMC-83/06, 1985.

HERMAN, L. M.; ANTINOJA, R. C. Humpback whales in the Hawaiian breeding waters: populations and pod characteristics. **Scientific Reports of the Whales Research Institute**, v. 29, p. 59-85, 1977.

IBAMA/FUNATURA. **Plano de Manejo:** Parque Nacional Marinho dos Abrolhos. Brasília, DF: IBAMA, 1991. 96p.

MARTINS, C. C. A.; MORETE, M. E.; ENGEL, M. H.; FREITAS, A. C.; SECCHI, E. R.; KINAS, P.G. Aspects of habitat use patterns of humpback whales in the Abrolhos Bank, Brazil, breeding ground. **Memoirs of the Queensland Museum**, v. 47, n. 2, p. 563-570, 2001.

MATTILA, D. K.; CLAPHAM, P. J.; VASQUEZ, O.; BOWMAN, R. S. Occurrence, population composition and habitat use of humpback whales in Samana Bay, Dominican Republic. **Canadian Journal of Zoology**, v. 72, p. 1898-1907, 1994.

MEDRANO, L.; SALAS, I.; LADRON DE GUEVARA, P.; SALINAS, M.; AGUAYO, A.; JACOBSEN, J.; BAKER, C. S. Sex identification of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, on the wintering grounds of the North Pacific. **Canadian Journal of Zoology**, v. 72, p. 1771-1774, 1994.

MOBLEY, J. R.; HERMAN, L. M. Transience of social affiliations among humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the Hawaiian wintering grounds. **Canadian Journal of Zoology**, v. 63, p. 762-772, 1985.

MORETE, M. E.; PACE III, R.M.; MARTINS, C. C. A.; FREITAS, A. C.; ENGEL, M. H. Indexing seasonal abundance of humpback whales around Abrolhos Archipelago, Bahia, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 2, n. 1, p. 21-28, 2003.

PIZZORNO, J. L. A.; LAILSON-BRITO, J. L.; DORNELES, P. R.; AZEVEDO, A. F.; GURGEL, I. M. G. N. Review of strandings and additional information on humpback whales, *Megaptera novaeangliae* in Rio de Janeiro, Southeastern Brazilian coast (1981-1997). **Reports of the International Whaling Commission**, v. 48, p. 443-446, 1998.

SCHEIDAT, M; CASTRO, C.; DENKINGER, J.; GONZÁLEZ, J.; ADELUNG, D. A breeding area for humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off Ecuador. **Journal of Cetacean Management**, v. 2, n. 3, p. 165-171, 2000.

SMITH, T.; ALLEN J.; CLAPHAM, P.; HAMMOND, P., KATONA, S.; LARSEN, F.; LIEN, J.; MATTILA, D.; PALSBØLL, P.; SIGURJONSSON, J.; STEVICK, P.; OIEN, N. An ocean-basin-wide mark-recapture study of the North Atlantic humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). **Marine Mammal Science**, v. 15, p. 1-32, 1999.

SMULTEA, M. A. Segregation by humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) cows with calves in coastal habitat near the island of Hawaii. **Canadian Journal of Zoology**, v. 72, p. 805-811, 1994.

SPSS INC. **SPSS for Windows**, version 11.0, 2001. [www.spss.com](http://www.spss.com)

TYACK, P.; WHITEHEAD, H. Male competition in large groups of wintering humpback whales. **Behaviour**, v. 83, p. 132-154, 1983.

ZERBINI, A. N.; ANDRIOLI, A.; DA ROCHA, J. M.; SIMÕES-LOPES, P. C.; SICILIANO, S.; PIZZORNO, J. L.; WAITE, J. M.; DEMASTER, D. P.; VANBLARICOM, G. R. Winter distribution and abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off Northeastern Brazil. **Journal of Cetacean Research Management**, v. 6, p. 101-107, 2004.

## **Capítulo 4**

### **Padrão temporal dos comportamentos realizados por diferentes categorias de grupo de baleias jubarte (*Megaptera novaeangliae*) na área de reprodução ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Brasil.**

---

#### ***Abstract***

Behavioral studies from land station are important because they do not interfere in the animal behavior and so not interfering in what is being investigated. Because of the migratory pattern of humpback whales, in their breeding ground, they do not feed, but their behavioral states vary among swimming, resting, active, and exclusively in Abrolhos, tail up behavior. Also they perform several behavioral events which functions are still not clear. Study behavioral temporal patterns may help not only to discover the adaptive value of the behavior, but also to investigate impacts of anthropogenic activities. From a land station in Abrolhos, scans and focal follows were carried out during 7 breeding seasons, from 1998 to 2004, in order to study the temporal pattern of behavioral states and events for each humpback whale group category. It was analyzed 930 scans and 389.6 hours of focal follows. Small differences were observed between morning and afternoon and among seasons. However, among seasons' phases (beginning, middle and final) it was noted that the frequency of tail up behavior increased along the season; active behavior was more frequent for TRIO (3 adult whales) in the beginning of the season, while for MOCE (mother, calf and escort) and for MOCE+ (mother, calf and more than one escort) in the middle of the season. Resting was less frequent in the beginning for MOCE and in the end of the season for TRIO. MOC (mother and calf) performed more fluke-up dive in the final phase of the season and MOCE performed breaches and flippering in the middle. Intense variation was not observed during the 7 years of study, suggesting that anthropogenic activities in the area did not change humpback whale behavior at least around Abrolhos Archipelago in middle term.

## **Resumo**

Estudos comportamentais realizados a partir de pontos de observação em terra são importantes por não causarem nenhum impacto nos animais e não interferir no que está sendo investigado. Devido ao padrão migratório, as baleias jubarte em suas áreas de reprodução não se alimentam, mas geralmente seus estados comportamentais variam entre natação, ativo, repouso e exclusivamente em Abrolhos, exposição caudal. Também, realizam uma série de eventos comportamentais, cujas funções ainda não estão muito claras. Investigar se existe algum padrão temporal na realização dos comportamentos pode ajudar não só a desvendar o valor adaptativo, mas também conhecer sobre interferências de atividades antrópicas. A partir de um ponto fixo de observação em Abrolhos, foram realizadas durante 7 temporadas reprodutivas, de 1998 a 2004, varreduras e observações focais para estudo dos padrões temporais de, respectivamente, estados e eventos comportamentais, para as diferentes categorias de grupos de baleias. Foram analisadas 930 varreduras e 389,6 horas de observações focais. Algumas diferenças pontuais foram observadas na freqüência relativa de estados comportamentais e nas taxas de eventos entre manhã e tarde, e entre as temporadas reprodutivas estudadas, porém entre as fases (inicial, intermediária e final) observou-se que a freqüência relativa de exposição caudal aumenta ao longo da temporada; comportamento ativo foi mais freqüente para TRIO (3 adultos) no início e para FEFIEP (fêmea, filhote e 1 escorte) e FEFIEP+ (fêmea, filhote e mais escortes) na fase intermediária da temporada. Repouso foi menos freqüente no início para FEFIEP e menos freqüente para TRIO na fase final da temporada. Em relação aos eventos, fêmeas com filhotes realizaram exposição caudal em mergulho mais frequentemente no final da temporada e FEFIEP realizaram mais saltos e exposição de peitoral na fase intermediária. Os comportamentos, dentro de cada categoria de grupo, parecem estar adequados ao estágio de desenvolvimento do filhote (para aqueles grupos com filhote) e refletem o que parece estar relacionado à busca por acasalamentos e interações sociais. Verificou-se que, em 7 anos, nenhuma variação marcante foi observada, sugerindo que atividades antrópicas na região não alteraram o comportamento das baleias jubarte pelo menos na região do Arquipélago dos Abrolhos em médio prazo.

## Introdução

Estudos sobre o comportamento de animais ajudam no desenvolvimento de projetos conservacionistas (ALCOCK, 1998), pois podem indicar problemas que os animais estejam enfrentando constituindo-se uma maneira de monitorar a saúde das populações (TYACK *et al.*, 2000). No caso dos cetáceos, estudos comportamentais de longo prazo, além de serem a chave para o entendimento da estrutura social (MANN, 2000), são importantes para investigar interferências de atividades antrópicas (*e.g.*, BEDJER *et al.*, 2006).

Estudar o comportamento de cetáceos não é tarefa simples, pois esses animais migram sazonalmente grandes distâncias, muitos nadam rapidamente, podendo percorrer muitos quilômetros diariamente e ainda há o agravante de desaparecerem de vista entre mergulhos (MANN, 1999). Entretanto, hoje em dia, avanços tecnológicos permitem que esses animais tenham seus trajetos monitorados a curto, médio e longo prazos, e que se conheçam detalhes sobre padrões de mergulhos e comportamento vocal, porém com exceção dos estudos passivos acústicos e estudos realizados a partir de pontos de observação em terra, todos os métodos são de certa forma invasivos. Estas novas tecnologias disponíveis aos pesquisadores incluem muitas que causam dor, machucados e alteram o comportamento do animal alvo e daqueles ao seu redor (GALES *et al.*, 2003), até mesmo a mera aproximação de uma embarcação pode causar alterações comportamentais (*e.g.*, CORKERON, 1995). Alternativamente, estudos realizados a partir de pontos fixos em terra são importantes por não causarem nenhum impacto nos animais (*e.g.*, WÜRSIG *et al.*, 1991).

ALTMANN (1974) divide os comportamentos entre aqueles de maior duração, denominados “estados comportamentais” e os de curta duração (instantâneos), denominados “eventos comportamentais”. Em estudos de comportamento, de maneira geral, definem-se 4 estados comportamentais: socialização, repouso, deslocamento e alimentação (MANN, 2000). No caso das baleias jubarte, devido ao padrão migratório (*e.g.*, DAWBIN, 1966), a alimentação ocorre durante o verão nos pólos, não fazendo parte do repertório comportamental nas áreas reprodutivas em regiões tropicais.

Uma das poucas descrições de estados comportamentais de baleia jubarte em áreas de reprodução foi feita no Havaí por HERMAN & ANTINOJA (1977). Os autores diferenciaram então 3 estados comportamentais: natação, *milling* (natação sem direção definida) e repouso. Em outro estudo, GLOCKNER & VÊNUS (1983) mencionaram sobre uma natação mais energética. Mais recentemente em Abrolhos, foi descrito um outro estado comportamental característico das baleias desta região e virtualmente ausente em outras: o estado de exposição caudal (MORETE *et al.*, 2003).

As baleias jubarte também são conhecidas pela grande freqüência com que realizam eventos comportamentais aéreos ou altamente energéticos, os quais são observados tanto em áreas de alimentação como em áreas de reprodução e são realizados por indivíduos de ambos os sexos e de diferentes idades (CLAPHAM, 2000). Apesar de diferentes pesquisas buscarem as funções de tais eventos comportamentais (*e.g.*, WHITEHEAD, 1985A e 1985B), elas ainda não são claras.

Independentemente dos valores adaptativos e dos contextos onde os eventos ocorrem, investigar se existe algum padrão temporal na realização dos comportamentos pode ajudar a clarificar as suas funções, pois mudanças sazonais podem indicar um fato mesmo que o fato não tenha sido diretamente observado. Por exemplo, a proporção de tempo que adultos gastam socializando pode indicar cópula mesmo não sendo observada (MANN, 2000).

Padrões temporais podem ser investigados em várias escalas, por exemplo, entre horários do dia, entre períodos dentro de uma temporada reprodutiva e entre temporadas. HELWEG & HERMAN (1994) observaram que baleias jubarte no Havaí apresentaram variação nas taxas de ocorrências de alguns eventos comportamentais ao longo do dia. Por exemplo, batidas de cabeça, de nadadeira caudal e saltos foram mais freqüentes próximo ao meio dia, já borrifos, exposição de peitoral, natação lateral foram mais freqüentes no final da tarde. Já WHITEHEAD (1985B) em estudo realizado em Silver Bank (Caribe) não verificou nenhuma variação na taxa de ocorrência de salto, salto de caudal ou batida de peitoral ao longo do dia. O mesmo estudo, porém, aponta que ao longo da temporada a ocorrência de saltos aumentou

sugerindo que este aumento foi devido ao aparecimento de filhotes, os quais saltam muito frequentemente.

Em Abrolhos, observações realizadas a partir de ponto fixo em terra permitiram que o comportamento das baleias fosse estudado sem que a presença do observador pudesse alterá-lo. O objetivo desse trabalho foi verificar se existe algum padrão temporal (*i.e.*, entre período do dia, entre fases da temporada e entre 7 temporadas) na realização de estados e eventos comportamentais pelas diferentes categorias de grupo de baleias jubarte na área de reprodução ao redor do Arquipélago dos Abrolhos.

## Materiais e Métodos

### *Área de estudo*

O Banco dos Abrolhos ( $16^{\circ}40'S$  a  $19^{\circ}30'S$ ;  $37^{\circ}25'W$  a  $39^{\circ}45'W$ ) está localizado numa extensão da plataforma continental brasileira, na costa leste do Brasil. O banco é um mosaico de recifes de corais, com águas quentes (temperatura média no inverno =  $24^{\circ}C$ ) e rasas (profundidade média cerca de 30 metros) segundo IBAMA/FUNATURA (1991). O extenso sistema de recifes de corais e características oceanográficas da região são similares àquelas de outras áreas de reprodução da baleia jubarte (*e.g.*, WHITEHEAD & MOORE, 1982).

A base de observação no Arquipélago dos Abrolhos ( $17^{\circ}57'44''S$  e  $38^{\circ}42'22''W$ ) chamado de “ponto fixo” (PF), está a aproximadamente 37,8 metros acima do nível médio do mar, na porção oeste da Ilha de Santa Bárbara, uma das 5 ilhas que compõem o Arquipélago dos Abrolhos (figura 1). A área de estudo englobou um raio de 9,3 km ao redor do PF, exceto por dois setores encobertos por ilhas. Estas duas áreas, uma para leste e outra para oeste cobrem arcos de  $8^{\circ}$  e  $14^{\circ}$  respectivamente. Excluindo estas duas porções, a área de estudo abrangeu aproximadamente  $250\text{ km}^2$  com profundidade máxima de 20 metros. O Parcel dos Abrolhos, que é uma formação coralina típica da região com aproximadamente 14 km de extensão e 6 km de largura, está presente em cerca de  $\frac{1}{4}$  da área de estudo, de nordeste a sudeste (figura 1; fotos anexo 2).

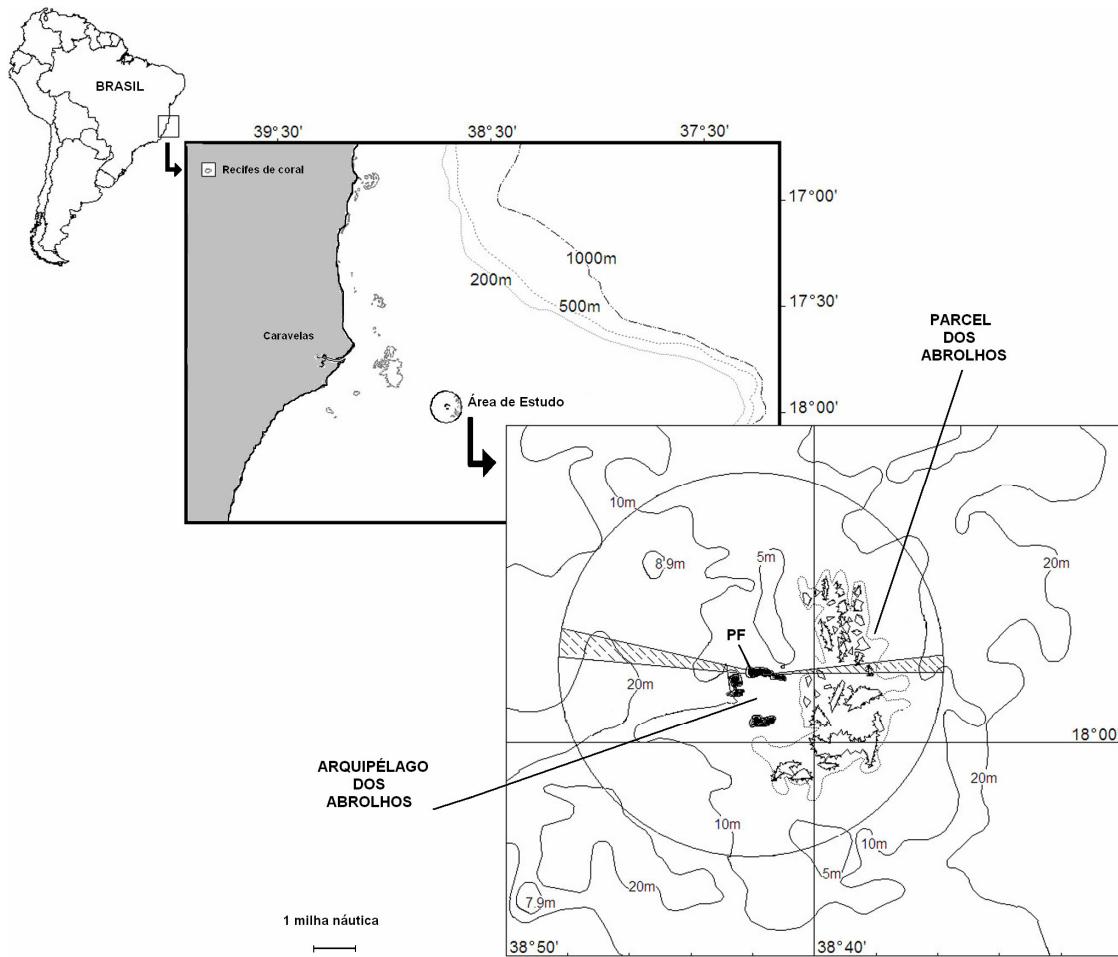


Figura 1. Localização do ponto fixo (PF) na Ilha de Santa Bárbara, uma das 5 ilhas do Arquipélago dos Abrolhos na costa leste do Brasil e a área de estudo que engloba um raio de 9,3 km do PF. (Setores hachurados: áreas fora de visibilidade do PF, encobertas pelas ilhas, uma a leste e outra a oeste).

#### *Definições*

Uma temporada foi definida como o período quando baleias jubarte se encontram na região de Abrolhos, a partir do mês de julho até novembro.

Um grupo foi definido como uma ou mais baleias, onde indivíduos estão separados por no máximo por 100 metros, geralmente se movimentando na mesma direção e de maneira coordenada (*e.g.*, MOBLEY & HERMAN, 1985).

Filhote foi definido como um animal muito próximo a outra baleia, visualmente com tamanho estimado menor que 50% do comprimento da baleia acompanhante (CHITTLEBOROUGH, 1965) e tendo presumivelmente nascido na temporada em andamento.

Todas as baleias não consideradas filhotes foram definidas como adultas devido à impossibilidade de se distinguir, do ponto fixo, baleias sub-adultas e adultas.

Uma baleia próxima a um grupo de fêmea e filhote foi chamada de escorte<sup>3</sup>. Métodos biomoleculares usados para determinação do sexo destes escortes e observações sub-aquáticas da região genital destes animais realizadas em outras áreas de reprodução da baleia jubarte concluíram que todos eles são machos (*e.g.*, GLOCKNER-FERRARI & FERRARI, 1985; MEDRANO *et al.*, 1994).

Neste estudo, grupos de baleia foram divididos em 7 categorias: 1 adulto sozinho (1 AD); 2 baleias adultas (DUPLA); 3 baleias adultas (TRIO); mais de 3 baleias adultas (TRIO+); fêmea e filhote (FEFI); fêmea e filhote e um escorte (FEFIEP); fêmea e filhote e mais de um escorte (FEFIEP+) – ver anexo avulso.

Durante o ano de 1997, um etograma específico para as baleias jubarte da região foi elaborado (MORETE, não publicado) baseado em observações das baleias ao longo dos 5 meses da temporada e descrições prévias para a espécie em outras áreas de reprodução (*e.g.*, SILBER, 1986; CORKERON, 1995).

No presente estudo foram definidos 4 estados comportamentais realizados pelas baleias jubarte: natação (NA), repouso (RE), ativo (AT) e exposição caudal (EC) e 19 eventos comportamentais definidos na tabela 1.

Durante os 7 anos de estudo em Abrolhos alguns eventos “diferentes e raros” foram observados, porém, pela singularidade, não foram incluídos no etograma. Por exemplo, filhote batendo a mandíbula -“queixo”- na água, baleia se deslocando fazendo movimentação serpentiforme do corpo e baleia “espiando” (ao invés de ser uma movimentação rápida de cabeça verticalmente para fora da água – *i.e.*, evento espiar - o animal ficou nessa posição por vários minutos).

---

<sup>3</sup> A palavra “escorte” apesar de não existir na língua portuguesa é amplamente usada e aceita na área de mamíferos marinhos, sendo por esse motivo foi usada neste trabalho como tal.

Tabela 1. Etograma com descrições e abreviações dos estados e eventos comportamentais observados em baleias jubarte adultas ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Bahia, Brasil. *Observação:* Em anexo avulso, ficha com todas as abreviações usadas nesta tese.

ESTADOS COMPORTAMENTAIS	
NATAÇÃO (NA)	baleia se desloca em uma seqüência de imersões e emersões com ou sem direção definida. Enquanto em natação baleia pode exibir qualquer evento comportamental;
REPOUSO (RE)	baleia boiada na superfície sem movimento aparente (pode estar sendo levada pela corrente) expondo a região dorsal do seu corpo constantemente;
ATIVO (AT)	baleia se desloca como em natação porém mais energeticamente produzindo ondas e espumas brancas e normalmente expondo a cabeça ou rosto;
EXPOSIÇÃO CAUDAL (EC)	baleia expõe a nadadeira caudal acima da superfície por períodos de até 14 minutos (como descrito por MORETE <i>et al.</i> 2003);
EVENTOS COMPORTAMENTAIS	
BORRIFO (B)	expiração da baleia - mistura de ar quente sob pressão com gotículas de emulsão oleosa do trato respiratório possível de ser visualizada há muitos quilômetros;
NÃO BORRIFO (NB)	baleia sobe a superfície porém não produz borrifo;
ARQUEAMENTO DO PEDÚNCULO (AQ)	baleia expõe pedúnculo quando submerge, pode ou não anteceder exposição da nadadeira caudal;
EXPOSIÇÃO CAUDAL EM MERGULHO (ECM)	baleia expõe a nadadeira caudal quando submerge;
SALTO (ST)	baleia salta para fora da água expondo pelo menos mais metade do corpo, pode ser parcial ou total;
EXPOSIÇÃO DE 1 LOBO DA CAUDAL (E1LC)	baleia expõe somente 1 lobo da nadadeira caudal;
ACENO (AC)	baleia expõe a nadadeira caudal num movimento de um lado para o outro como um aceno;
EXPOSIÇÃO DA CABEÇA (ECB)	baleia expõe a cabeça num ângulo menor que 60º em relação à superfície da água
BATIDA DE CABEÇA (BCB)	baleia bate contra a superfície da água com a cabeça;
EXPOSIÇÃO DE PEITORAL (EP)	baleia expõe a nadadeira peitoral com o corpo posicionado lateralmente (mostra apenas uma das nadadeiras peitorais) ou com o ventre para cima (mostra as duas nadadeiras peitorais);
BATIDA DE PEITORAL (BP)	baleia bate contra a superfície da água com a nadadeira peitoral com o corpo posicionado lateralmente (bate apenas uma das nadadeiras peitorais) ou com o ventre para cima (bate as duas nadadeiras peitorais de maneira simultânea ou não);
BATIDA DE CAUDAL (BC)	baleia bate contra a superfície da água com a nadadeira caudal expondo ou não o pedúnculo caudal;
SALTO DE CAUDAL (STC)	baleia projeta (lança) lateralmente o pedúnculo e a nadadeira caudal para fora da água;
GOLPE DE CAUDAL (SC)	baleia move horizontalmente e rapidamente a nadadeira caudal de um lado para outro sobre a superfície da água;
VENTRE PARA CIMA (VE)	baleia se posiciona com o ventre para a superfície da água sem expor as nadadeiras peitorais;
ROLANDO NA SUPERFÍCIE (ROL)	baleia rola em torno do seu próprio eixo;
NATAÇÃO LATERAL (NALAT)	baleia se desloca na superfície expondo a nadadeira peitoral;
ESPIAR (SP)	baleia expõe a cabeça em um ângulo de 90º em relação a superfície da água;
ALONGAMENTO DO PEDÚNCULO (ALPD)	baleia alonga o pedúnculo caudal, sem expor a nadadeira caudal;

### Observações

Grupos de baleias jubarte foram observados quase que diariamente entre julho e novembro de 1998 a 2004. Não foram obtidos dados em dias chuvosos, nem quando a

velocidade do vento era superior a 20 nós e nem quando as condições de visibilidade foram consideradas inadequadas devido à nebulosidade, reflexo do sol e cobertura de nuvens.

Com objetivo de investigar o padrão temporal de ocorrência dos comportamentos, duas metodologias de amostragem foram realizadas: varreduras com duração de 1 hora para observação dos estados comportamentais e observação de animal focal e grupo focal<sup>4</sup> com registro de todas as ocorrências (ALTMANN, 1974; MANN, 2000) para observação de eventos comportamentais. As varreduras e observações focais realizadas foram agrupadas em 3 escalas temporais: em período do dia (manhã e tarde, 7 anos superpostos), em 3 fases ao longo da temporada (inicial “A”, intermediária “B” e final “C”, 7 anos superpostos) e temporadas (1998 a 2004, períodos e fases superpostos). Devido ao fato do número de baleias e da época de pico nas temporadas terem variado (capítulo 2 desta tese), as fases nas várias temporadas foram delimitadas em função do número de adultos avistados (detalhamento em MORETE *et al.*, 2007 - capítulo 3 desta tese).

Dentro de uma varredura o mesmo grupo não foi recontado, logo, as observações dentro de um período de varredura são independentes. Porém, é possível que grupos contendo baleias já observadas possam ter sido re-amostrados em outro período, fase ou ano, tanto nas varreduras quanto nas observações focais. Durante estes 7 anos algumas baleias conhecidas foram amostradas diversas vezes, porém somente uma das observações focais foi incluída no conjunto de dados analisados. Assumiu-se, então, para este estudo que as varreduras e observações focais são independentes (ver anexo 1 para discussão da independência dos dados).

Durante cada varredura, 3 pessoas procuraram por grupos de baleias em todas as direções na área de estudo. A busca por grupos não foi sistemática (*i.e.*, não havia tempo pré-determinado para procurar baleias em cada direção), dois observadores procuravam num arco de 180° cada, a olho nu ou com binóculos 7x50. Baleias eram avistadas geralmente por seu

---

<sup>4</sup> Segundo ALTMANN (1974) e MANN (2000), em observações de grupos focais a princípio todos indivíduos do grupo teriam que ser individualmente amostrados. Neste estudo devido a dificuldade em diferenciar os indivíduos do grupo constantemente, não houve amostragem individualizada, porém todos eventos realizados por todas baleias do grupo foram registrados, resultando assim em uma expectativa de realização de eventos por cada indivíduo do grupo.

borrifo, por uma movimentação de água causada por um comportamento mais ativo, ou pela exposição de alguma parte do seu corpo acima da superfície. Cada grupo, uma vez avistado, foi monitorado pelo observador principal com auxílio de um teodolito (monóculo com aproximação de 30X) até que a categoria de grupo e estado comportamental fossem determinados (os grupos eram observados por pelo menos 3 subidas à superfície).

Enquanto monitorava o grupo, o observador principal notava características específicas de cada indivíduo (*i.e.*, cicatrizes, marcas naturais, o formato da nadadeira dorsal) para distinguir o grupo de outros próximos e evitar contagem dobrada. Ocasionalmente os grupos de baleias continuavam sendo observados após o período de 1 hora da varredura, afim da composição ser mais seguramente determinada. Se muitos grupos de baleias concentravam-se em uma determinada área causando incerteza se já haviam sido registrados, a varredura era cancelada, os dados descartados e uma nova varredura de 1 hora era iniciada. É possível que algumas baleias presentes na área de estudo durante as varreduras não tenham sido registradas. Por exemplo, aquelas que permaneciam em repouso sob o reflexo do sol eram difíceis de ser visualizadas. Alguns grupos de baleias que foram avistados somente uma vez durante a varredura e não tiveram a composição determinada, foram nomeados indeterminados e excluídos das análises.

Assim que a varredura era finalizada um grupo de baleias era escolhido para observação focal (grupos contendo mais de 3 baleias foram também observados, mas dados referentes a esses grupos não foram analisados para esse estudo devido à dificuldade, intrínseca à metodologia, de registrar todos os comportamentos de mais de três baleias simultaneamente). A coleta de dados durante as observações focais foi realizada sempre por três pessoas, que se alternavam ao longo da amostragem. O observador principal era quem observava (com o auxílio do teodolito) e ditava os comportamentos das baleias, o observador secundário (binóculo) ditava qualquer evento que escapasse ao observador principal, além de avisar a equipe sobre aproximação de outro grupo de baleias e o registrador era quem digitava as informações no computador. As observações de grupo focal terminavam quando o

grupo se distanciava do PF impossibilitando um registro confiável dos comportamentos, ou quando ocorria afiliação de outras baleias ao grupo observado, quando o estado do mar ou as condições meteorológicas tornaram a visibilidade precária.

Apesar de ter sido também obtido dados comportamentais de filhotes, neste estudo somente foram analisados os dados referentes às baleias não filhotes. Estudo exclusivo sobre filhotes foi realizado por BISI, 2006.

#### *Análises Estatísticas*

A partir dos dados obtidos durante as varreduras, foi criada uma tabela para agregar todas as avistagens de cada categoria de grupo de baleias e seus estados comportamentais em cada escala temporal (*i.e.*, período do dia, fases e temporadas). Para eliminar as tendências devido à flutuação de números de grupos intra e inter-temporadas, os dados foram padronizados: o número de observações de cada estado comportamental realizado por cada categoria de grupo foi dividido pelo número total de grupos daquela categoria naquele período, fase e ano, resultando em freqüência de cada estado comportamental para cada categoria de grupo.

As observações focais também foram classificadas segundo as 3 escalas temporais. Para aquelas observações focais que ultrapassaram o período da manhã, foi usada somente a parte do focal com a maior duração, ou até o horário do meio-dia ou a partir do meio-dia. Para a caracterização quantitativa dos eventos comportamentais das baleias de cada categoria de grupo nas 3 escalas temporais foi calculada, para cada observação focal, a taxa de ocorrência de cada um dos eventos comportamentais. As taxas, expressas em número de ocorrências por hora, foram calculadas dividindo o número total de ocorrências de tal evento pelo tempo total da observação focal.

Para as observações focais contendo mais de uma baleia adulta (*i.e.*, DUPLA, TRIO e FEFIEP), devido à dificuldade em reconhecer cada indivíduo do grupo constantemente durante toda a observação focal e também devido às poucas ocasiões onde isso foi possível, a taxa de ocorrência dos eventos comportamentais para cada indivíduo foi calculada dividindo o número total de ocorrências de tal evento pelo número de adultos no grupo, sendo assim uma expectativa de realização de eventos por cada adulto do grupo.

O teste de *Shapiro-Wilk* foi usado para verificar a normalidade dos dados e o teste de *Levene* para verificar a homogeneidade das variâncias. Devido à não normalidade e/ ou não homogeneidade das variâncias dos dados em algumas escalas temporais, todos os dados foram transformados em postos. A fim de investigar se para cada categoria de grupo, o padrão comportamental geral varia ao longo do tempo, foi realizada análise multivariada de variância sobre postos (“MANOVA sobre postos”). Para investigar os padrões de cada um dos comportamentos em cada categoria de grupo foi feita análise de variância (“ANOVA sobre postos”). E finalmente, para detalhamento das comparações entre as 3 fases e entre as 7 temporadas (2 a 2), foram realizados testes de *Games-Howell* (teste *posteriori* designado para grupos estatísticos heterocedásticos e/ ou com tamanhos amostrais diferentes (TOOTHACKER, 1993)). Correção de *Bonferroni* foi usada para comparações intra-fases e intra-temporadas, resultando respectivamente em  $\alpha = 0,017$  e  $\alpha = 0,002$ . Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o programa SPSS versão 15 para Windows (SPSS INC., 2006).

## Resultados

### *Estados Comportamentais (Varreduras)*

Um total de 930 varreduras (509 no período da manhã e 421 a tarde) foi realizado. Em 101 varreduras (10,8%), nenhum grupo de baleias foi avistado. Das 829 varreduras restantes, 4782 grupos foram registrados, entre estes, 494 grupos (10,3%) foram considerados indeterminados. Duzentas e treze varreduras foram realizadas na fase “A” (com 837 grupos de

jubarte avistados), 322 varreduras na fase “B” (2428 grupos) e 395 varreduras na fase “C” (1023 grupos).

Dentre os estados comportamentais, o mais observado foi NA com 71,9% das observações, seguido de RE com 15,5 %, AT com 7,3% e EC com 5,3%.

Segundo a MANOVA sobre postos (tabela 2), entre todos os grupos, somente os da categoria de 1 AD e de DUPLA apresentaram evidências estatísticas de que a freqüência de ocorrência dos diferentes estados comportamentais entre manhã e tarde foram diferentes. Com exceção de TRIO+, a realização dos estados comportamentais pelas diferentes categorias de grupo variou ao longo das 3 fases, e somente no caso de TRIO+ houve evidência estatística de que os estados comportamentais ao longo das temporadas estudadas variaram.

Quando analisados os dados ranqueados referentes à frequência relativa dos estados comportamentais separadamente (“ANOVA” sobre postos) verificaram-se variações em algumas escalas temporais para algumas categorias de grupo (tabela 3; figura 2).

#### *Períodos*

Grupos 1AD apresentaram o comportamento AT mais freqüentemente no período da manhã e grupos DUPLA realizaram mais RE à tarde (tabela 3). Nas outras categorias de grupo não foi detectada nenhuma diferença estatística entre os estados comportamentais para período do dia.

#### *Fases*

Exposição caudal ocorreu significantemente com menor freqüência durante a fase “A” do que na fase “B” para as categorias de grupo 1AD (*Games-Howell*:  $P = 0,004$ ), para DUPLA (*Games-Howell*:  $P < 0,001$ ), para FEFI (*Games-Howell*:  $P < 0,001$ ) e também com menor freqüência durante a fase “A” do que na fase “C” para FEFIEP (*Games-Howell*:  $P = 0,001$ ). O estado comportamental AT foi mais freqüente na fase “A” quando comparada com a “C” para TRIO (*Games-Howell*:  $P = 0,009$ ), porém menos freqüente na fase “A” quando comparado com a fase “B” para FEFIEP (*Games-Howell*:  $P = 0,001$ ) e para FEFIEP+ (*Games-Howell*:  $P =$

0,002). O estado RE foi menos freqüente na fase “A” comparada as fases “B” e “C” para FEFIEP (*Games-Howell*:  $P = 0,014$  e  $0,006$ ) e menos freqüente para TRIO na fase “C” (*Games-Howell*:  $P = 0,003$ ). Ver tabela 3 para valores da ANOVA e figura 2 para a representação gráfica das distribuições das freqüências dos estados nas categorias de grupos.

### *Temporadas*

Estados comportamentais diferiram nas 7 temporadas somente para TRIO+. O estado comportamental NA foi mais freqüente em 2002 quando comparado à temporada 1999 (*Games-Howell*:  $P = 0,001$ ). Ver tabela 3 para valores da ANOVA e figura 2 para a representação gráfica das distribuições de freqüências relativas dos estados nas categorias de grupos.

Tabela 2. Valor da estatística  $F$  e valor de  $P$ , resultantes da análise MANOVA sobre postos relativo as freqüências de ocorrência dos diferentes estados comportamentais realizados por cada categoria de grupo de baleias jubarte nas diferentes escalas temporais (período do dia, fases e temporadas) ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Bahia. Em negrito valores de  $P$  considerados significantes nessa análise.

Categoria de Grupo	Escala temporal	g.l.	$F$	$P$
1AD	período	1	3,2557	<b>0,022</b>
	fase	2	5,188	<b>&lt;0,0001</b>
	temporada	6	1,063	0,397
DUPLA	período	1	2,597	<b>0,052</b>
	fase	2	3,717	<b>0,001</b>
	temporada	6	0,931	0,561
TRIO	período	1	1,783	0,153
	fase	2	4,116	<b>&lt;0,001</b>
	temporada	6	0,439	0,989
TRIO+	período	1	1,267	0,299
	fase	2	1,049	0,401
	temporada	6	2,09	<b>0,012</b>
FEFI	período	1	0,615	0,655
	fase	2	4,766	<b>&lt;0,001</b>
	temporada	6	1,004	0,467
FEFIEP	período	1	0,641	0,637
	fase	2	6,553	<b>&lt;0,001</b>
	temporada	6	1,156	0,298
FEFIEP+	período	1	0,609	0,658
	fase	2	4,688	<b>&lt;0,001</b>
	temporada	6	1,308	0,175

### *Eventos Comportamentais (Observações focais)*

Um total de 623,2 horas de observações focal foi realizado nos 7 anos de estudo, porém alguns focais tiveram que ser eliminados e não fizeram parte das análises. Foram excluídos focais com mais de 3 adultos, focais onde o mesmo indivíduo reconhecido foi amostrado, focais com tempo de observação menor que 30 minutos, focais em que ocorreu afiliação de grupos, focais com incertezas e períodos dos focais que duraram além do período. Com isso foram analisadas 389,6 horas de observações focais (283 focais). O número de observações focais em cada categoria de grupo variou (tabela 4) assim como em cada escala temporal. Foram feitos 60 focais na fase “A”, 134 na fase “B” e 96 na fase “C”. O teste *a posteriori* de Games-Howell é recomendado para N amostrais maiores que 5 (TOOTHAKER, 1993), por esse motivo categorias de grupo com menos de 5 observações em pelo menos um período, não foram considerados nas análises. Nas análises referentes a cada categoria de grupo para fases e anos, grupos estatísticos de tamanho menor que 5 foram excluídos.

Nem todos os eventos comportamentais foram realizados por todas as categorias de grupo. A taxa de ocorrência dos diferentes eventos comportamentais para as categorias de grupo está listada na tabela 4.

Tabela 3. Valor da estatística F e valor de  $P$  resultantes da análise de variância (ANOVA) sobre postos, correspondentes à freqüência relativa e taxa de ocorrência, respectivamente de estados e eventos comportamentais, realizados por cada categoria de grupo de baleias jubarte nas diferentes escalas temporais. Nesta tabela estão apresentados somente aqueles com níveis de significância ( $P$ ) menor ou igual a 0,05.

Categoria de Grupo	escala temporal	estado comportamental	ANOVA	
			F	P
1 AD	período	AT	4,26	0,045
DUPLA	período	RE	4,37	0,043
1 AD	fase	EC	4,503	0,017
DUPLA	fase	EC	9,476	<0,0001
FEFI	fase	EC	13,03	<0,001
FEFIEP	fase	EC	9,455	<0,0001
TRIO	fase	AT	5,984	0,005
FEFIEP	fase	AT	7,742	0,001
FEFIEP+	fase	AT	5,673	0,007
FEFIEP	fase	RE	7,897	0,001
TRIO	fase	RE	6,015	0,005
TRIO+	temporada	NA	6,027	0,001
evento comportamental				
1 AD	período	B	4,407	0,012
1 AD	período	NB	6,548	0,018
DUPLA	período	ST	5,5	0,022
FEFI	período	ALPD	5,541	0,021
1 AD	fase	NB	5,93	0,009
DUPLA	fase	NB	5,223	0,008
DUPLA	fase	SC	3,404	0,04
FEFI	fase	ECM	3,767	0,027
FEFIEP	fase	ST	4,374	0,016
FEFIEP	fase	EP	3,254	0,044
DUPLA	temporada	AQ	9,059	<0,001
DUPLA	temporada	E1LC	2,887	0,032
DUPLA	temporada	ALPD	6,112	<0,0001
FEFI	temporada	E1LC	4,356	0,001
FEFI	temporada	ALPD	3,027	0,01
FEFIEP	temporada	AQ	2,645	0,03

Segundo a MANOVA sobre postos, de maneira geral as taxas de ocorrência dos eventos comportamentais não diferem entre período do dia em nenhuma categoria de grupo. Somente grupos DUPLA e FEFI apresentaram diferenças estatísticas na taxa de ocorrência dos eventos comportamentais entre as temporadas (tabela 5).

Quando analisados os eventos separadamente (ANOVA sobre postos) verificou-se que a taxa de ocorrência de alguns eventos comportamentais variaram em algumas categorias de grupo (tabela 3; figura 3).

### *Período*

Os grupos 1 AD apresentaram taxa de borriço (B) maior pela manhã, assim como subidas na superfície sem borriçar (NB). DUPLA realizou mais saltos durante as manhãs. FEFI realizou mais alongamento de pedúnculo (ALPD) à tarde. Ver tabela 3 para valores da ANOVA e figura 3 para a representação gráfica das distribuições de freqüências dos eventos nas categorias de grupos.

### *Fases*

Grupos 1 AD apresentaram taxa de ocorrência de subidas na superfície sem expirar (NB) maior na fase “B” quando comparada a fase “C” (*Games-Howell*:  $P < 0,001$ ).

Grupos DUPLA realizaram mais subidas na superfície sem expirar (NB) na fase “C” (*Games-Howell*:  $P = 0,017$ ) quando comparadas com a fase “A” e golpe de caudal (SC) variou entre as fases.

Grupos FEFI realizaram exposição caudal em mergulho (ECM) mais frequentemente na fase “C” do que na fase “A” (*Games-Howell*:  $P = 0,017$ ).

Grupos FEFIEP realizaram mais saltos (ST) na fase “B” quando comparados a fase “C” (*Games-Howell*:  $P = 0,017$ ) e exposição de peitoral durante a fase “B” foi maior que na fase “A” ( $P = 0,004$ ). Ver tabela 3 para valores da ANOVA e figura 3 para as representações gráficas das distribuições de freqüências dos eventos nas categorias de grupos.

### *Temporadas*

Devido ao baixo N amostral das categorias de grupo 1 AD e TRIO estes não foram analisados para temporadas. Também, devido ao baixo número de focais de DUPLA realizados nas temporadas de 2000 e 2002 esses anos foram eliminados da análise. Para DUPLA, entre os outros anos então, arqueamento do pedúnculo (AQ) ocorreu com menor freqüência na temporada de 1998 quando comparado a 2001 e 2003 (*Games-Howell*:  $P = 0,001$  e  $P = 0,002$ ) e alongamento de pedúnculo (ALPD) só foi observado em 2001 e 2004.

Para categoria de grupo FEFI, exposição de 1 lobo da caudal (E1LC) variou entre os anos e alongamento de pedúnculo (ALPD) não foi observado em 1998 nem em 1999.

Eliminando a temporada de 2001 grupos FEFIEP apresentaram taxa de arqueamento de pedúnculo (AQ) variada nas temporadas (tabela 3).

Ver tabela 3 para valores da ANOVA e figura 3 para a representação gráfica das distribuições de freqüências relativas dos eventos nas categorias de grupos.

Tabela 4. Freqüência média por indivíduo (por hora) dos eventos comportamentais realizados pelas diferentes categorias de grupo de baleias jubarte observados durante observações focais ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Bahia, Brasil.

	1AD	DUPLA	TRIO	FEFI	FEFIEP
Números de focais	25	60	19	98	81
horas de observação focal	30,68	78,62	22,67	141,5	106,1
B	45,43	39,95	43,62	42,03	40,9
NB	4,15	6,03	4,44	7,23	6,57
AQ	4,51	4,80	5,55	4,02	3,39
ECM	1,90	3,76	5,69	1,38	2,12
ST	0,82	1,42	0,31	0,74	0,2
E1LC e AC*	0,75	1,37	4,78	0,77	0,76
ECB	0,07	0,31	0,67	0,07	0,06
BCB	0,27	0,23	0,03	0,04	0,02
EP	0,07	0,41	1,09	0,23	0,14
BP	0,09	0,66	2,25	2,02	0,87
BC	0,54	0,38	0,33	0,874	0,15
STC	0,20	0,44	0,1	0,243	0,18
SC	0,07	0,10	0,17	0	0
VE	0,00	0,02	0,14	0,07	0,05
ROL e NALAT*	0,27	0,29	0,47	0,28	0,11
ESPIAR	0,10	0,16	0,22	0,02	0,01
ALPD	0,00	0,20	0,08	0,14	0,14

\*estes eventos foram considerados juntos para a análise

Tabela 5. Valor da estatística  $F$  e valor de  $P$ , resultantes da análise MANOVA sobre postos relativo a taxa de ocorrência de eventos comportamentais realizados por cada categoria de grupo de baleias jubarte nas diferentes escalas temporais (período do dia, fases e temporadas) ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Bahia. Em negrito valores de  $P$  considerados significativos nesse estudo.

Categoria de Grupo	Escala temporal	g.l.	$F$	$P$
1AD	período	1	1,779	0,182
	fase	2	0,897	0,611
	temporada	6	*	*
DUPLA	período	1	1,253	0,268
	fase	2	1,514	0,064
	temporada	6	1,715	<b>0,004</b>
TRIO	período	1	*	*
	fase	2	10,319	0,24
	temporada	6	*	*
FEFI	período	1	1,674	0,062
	fase	2	1,371	0,097
	temporada	6	1,443	<b>0,006</b>
FEFIEP	período	1	0,926	0,552
	fase	2	1,127	0,301
	temporada	6	1,049	0,38

\* Teste não realizado devido a  $N < 5$

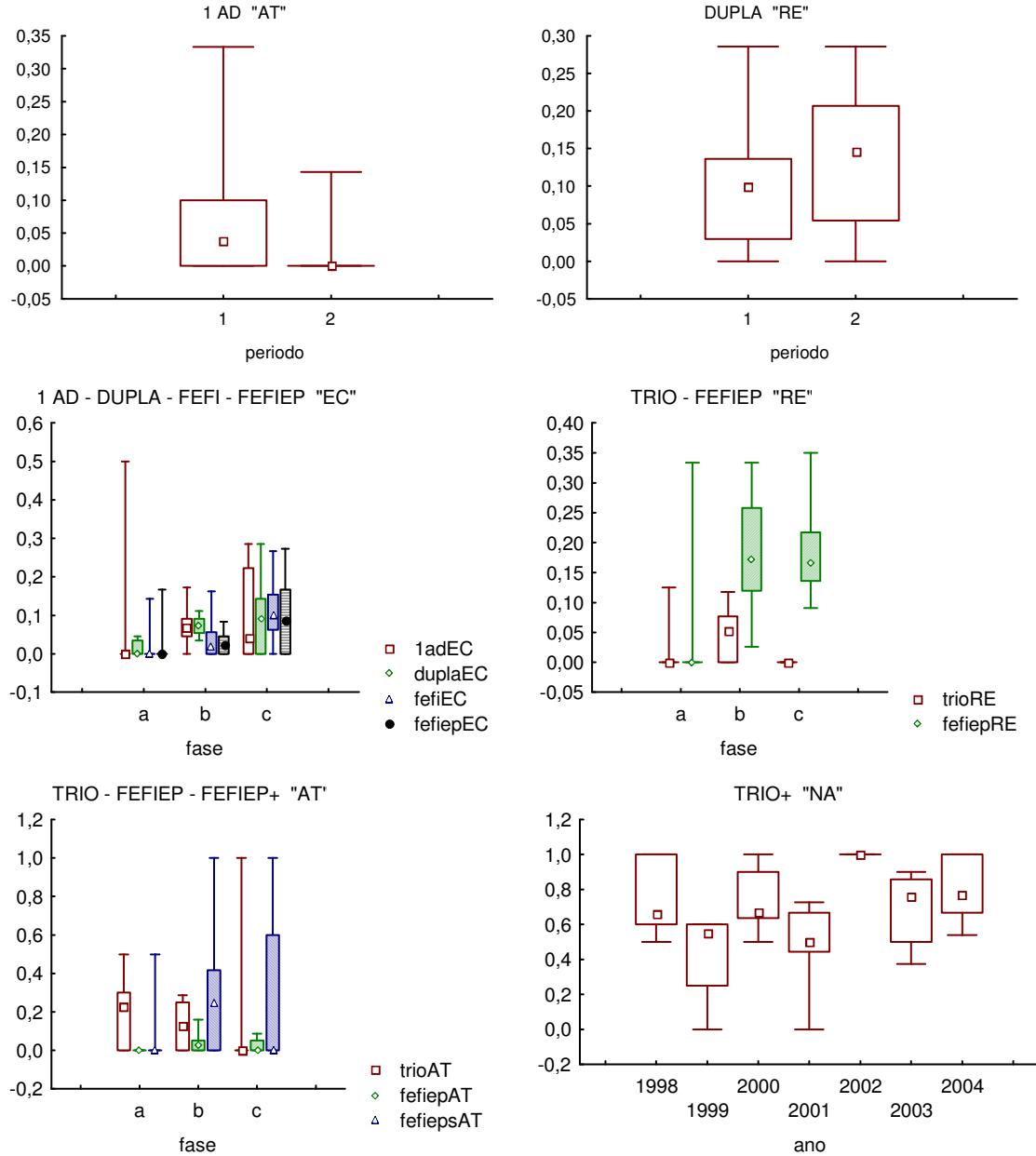


Figura 2. Mediana (box: 25% e 75%; barras: valores mínimos e máximos) da freqüência relativa de ocorrência dos estados comportamentais AT (ativo), RE (repouso), EC (exposição caudal) e NA (natação) pelas diferentes categorias de grupos de baleias jubarte 1AD, DUPLA, TRIO, TRIOS (=TRIO+), FEFI, FEFIEP e FEFIEPS (=FEFIEP+) ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Bahia. Apresentados somente os estados comportamentais nas escalas temporais onde ANOVA sobre postos resultou em valores de  $P \leq 0,05$ . Período 1 = manhã; período 2 = tarde.

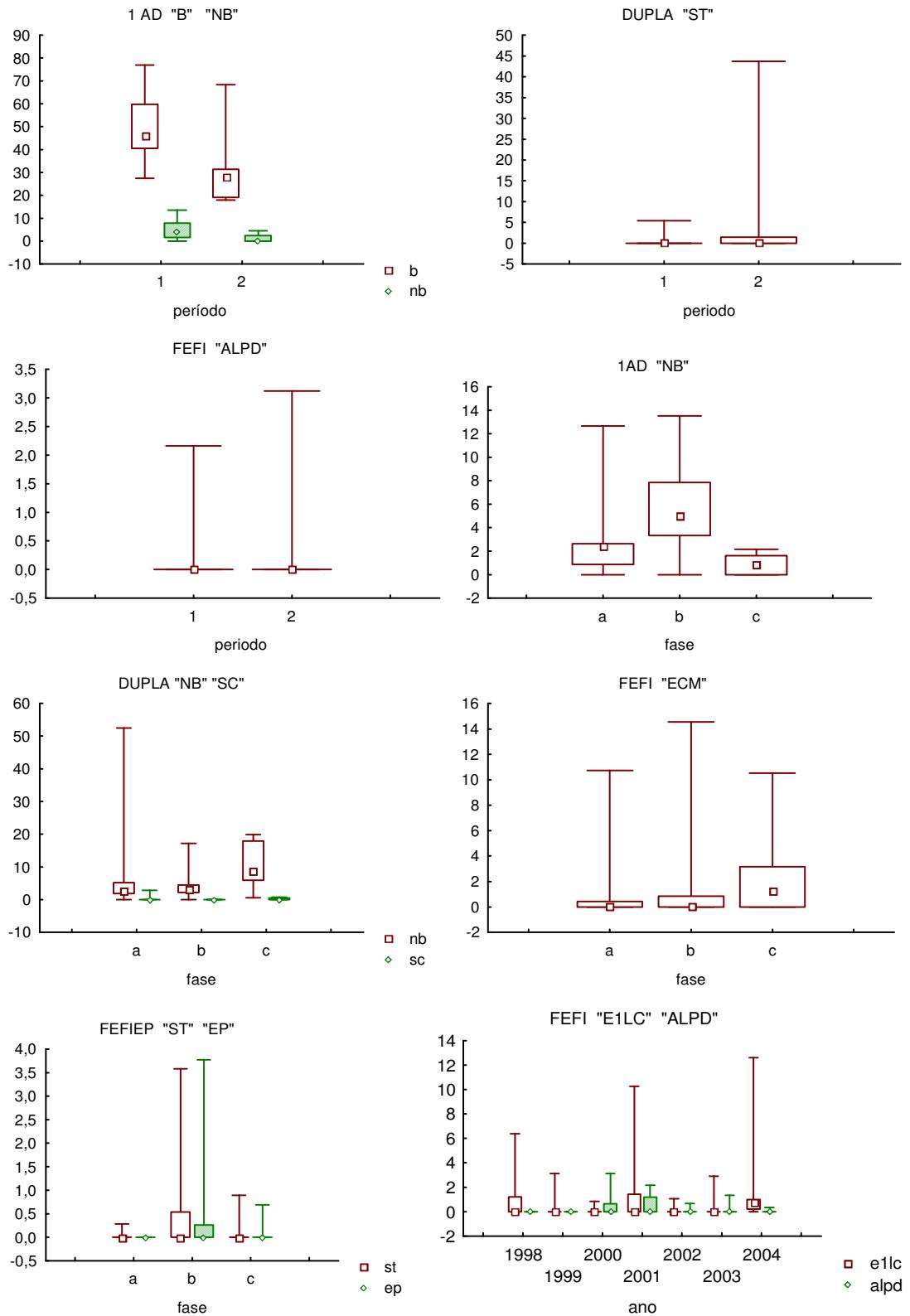


Figura 3. Mediana (box: 25% e 75%; barras: valores mínimos e máximos) da taxa de ocorrência dos eventos comportamentais pelas diferentes categorias de grupos de baleias jubarte 1AD, DUPLA, FEFI e FEFIEP ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Bahia. Apresentados somente eventos nas escalas temporais onde ANOVA sobre postos resultou em valores de  $P \leq 0,05$ . Período 1 = manhã; período 2 = tarde.

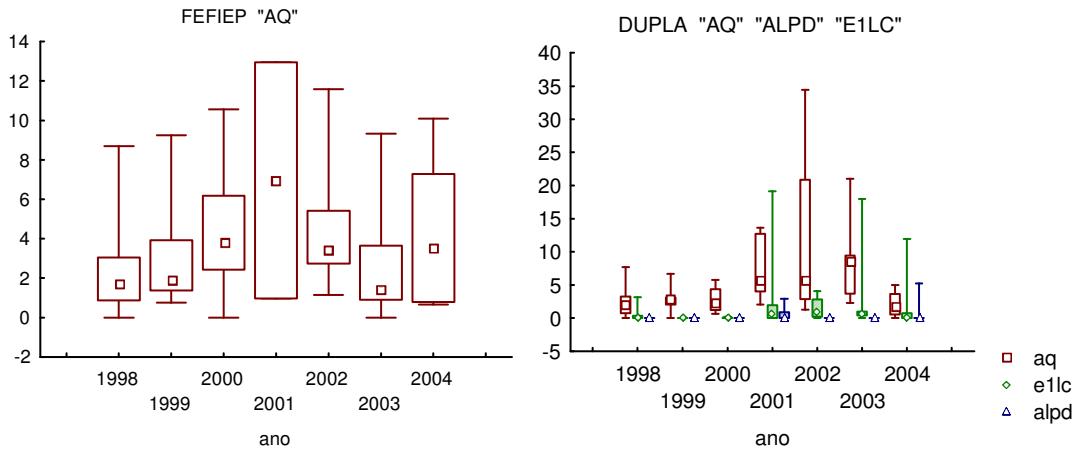


Figura 3. (Continuação) Mediana (box: 25% e 75%; barras: valores mínimos e máximos) da taxa de ocorrência dos eventos comportamentais pelas diferentes categorias de grupos de baleias jubarte 1AD, DUPLA, FEFI e FEFIEP ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Bahia. Apresentados somente eventos nas escalas temporais onde ANOVA sobre postos resultou em valores de  $P \leq 0,05$ .

## Discussão

Neste estudo, assim como o observado por HERMAN & ANTINOJA (1977) no Havaí, o estado comportamental mais freqüente em todas as categorias de grupo e em todas as escalas temporais foi natação. Dentre os eventos, aqueles relacionados a deslocamento, como subida na superfície sem respirar (NB), arqueamento de pedúnculo (AQ) e exposição caudal em mergulho (ECM) também foram os mais freqüentes. Apesar de parecer natural, é peculiar que um animal que faz duas longas migrações por ano, e que no caso desta população, se desloca da região da Ilhas Sanduíche e Geórgia do Sul (ZERBINI *et al.*, 2006) até Abrolhos (percurso que em linha reta chega a 4 mil quilômetros), natação seja o estado comportamental mais freqüente para todas as categorias de grupo. As baleias estão buscando algo, que não presa, pois virtualmente não se alimentam em baixas latitudes (há uma exceção descrita por BARAFF *et al.*, 1991). Além disso, também aparentemente não estão se deslocando por pressão de predação por tubarões ou orcas (*Orcinus orca*) em Abrolhos, assim como em outras áreas de ocorrência (DOLPHIN, 1987). As baleias jubarte ao que parece não delimitam território (WHITEHEAD & MOORE, 1982), porém existem áreas preferenciais. Um caso é o de Silver Bank, onde ocorre grande concentração de indivíduos, dentro da área total de ocorrência em West Indies, no Caribe (CLAPHAM, 1996);

outro é o que se vê na região do Banco dos Abrolhos, em relação à costa da Bahia (MARTINS, 2004). Pela concentração de baleias e pela característica de movimentação dos indivíduos nessas áreas preferenciais, CLAPHAM (1996) sugere o termo “*floating lek*” para o sistema “territorial” de acasalamento das baleias jubarte. A repartição em *lek’s* seria uma arena (EMLEN & ORING, 1977), porém sem a estrutura espacial rígida de territórios propriamente ditos, (o termo “flutuante” decorre da fluidez devida à movimentação das baleias pela área). Além da função reprodutiva por trás da movimentação, a natação, pelo menos em grupos FEFI, pode ter valor adaptativo na preparação da musculatura do filhote para a longa migração. Nestes grupos, as fêmeas com um intenso gasto de reservas, já que não se alimentam e produzem leite LOCKYER (1981), ainda são mais freqüentemente observadas em natação que em outro estado comportamental.

A baleia jubarte exibe uma variedade de eventos comportamentais aéreos e energéticos (WINN & REICHLEY, 1988; CLAPHAM, 2000). Eventos comportamentais mais energéticos que envolvem movimentação ou batida de alguma parte do corpo na água, podem servir como sinais visuais e/ ou acústicos (e.g., WHITEHEAD, 1985B; HELWEG & HERMAN, 1994), podem ter função de comunicação ou brincadeira (WHITEHEAD, 1985B), podem servir na disputa entre machos (TYACK & WHITEHEAD, 1983) e também no desenvolvimento de coordenação e aptidão motora em filhotes (e.g., THOMAS & TABER, 1984).

É provável que cada um dos eventos comportamentais tenha mais de uma função ou significado (MANN, 2000). Como se vê, comportamentos podem servir diferentes propósitos dependendo do contexto que são realizados, da categoria de grupo e do *status* social de quem os realizam.

WHITEHEAD (1985B) sugeriu que eventos comportamentais como salto, batida de nadadeira caudal e batida de nadadeira peitoral estão vinculados a períodos com interações sociais importantes entre indivíduos, como formação e separação de grupos. Em Abrolhos observou-se que estes eventos ocorrem independentemente destas situações, pois as

observações focais onde esse tipo de interação social ocorreu foram eliminadas das análises e mesmo assim estes eventos foram observados em todas as categorias de grupo.

Ao longo do dia, WHITEHEAD (1985B) não verificou nenhuma diferença na taxa de ocorrência de saltos, batidas de nadadeira caudal e batidas de nadadeira peitoral. Já HELWEG & HERMAN (1994) observaram no Havaí que batidas de cabeça, de nadadeira caudal e saltos foram mais freqüentes próximo ao meio dia, enquanto que borrifos, exposição de nadadeira peitoral, natação lateral foram mais freqüentes no final da tarde. Em Abrolhos, entretanto, pelo menos para as categorias de grupo 1AD e DUPLA este padrão não foi observado. Grupos 1AD apresentaram estado comportamental ativo proporcionalmente mais freqüente durante as manhãs, assim como as taxas de borrifos (B) e subidas na superfície sem borifar (NB). Também os grupos DUPLA saltaram mais durante o período matutino e permaneceram mais tempo em repouso durante a tarde, porém esta comparação deve ser considerada com cautela, pois nos dois estudos citados, a taxa de eventos não foi verificada por categorias de grupo.

Ao longo das temporadas algumas variações foram observadas. O estado comportamental exposição caudal não mostrou ser característico de início de temporada e nem de grupos TRIO, TRIO+ e FEFIEP+. Para 1AD, DUPLA, FEFI e FEFIEP a performance de exposição caudal foi aumentando ao longo da temporada, corroborando o observado por MORETE *et al.* (2003) num estudo específico sobre esse comportamento. A exata função deste comportamento não é bem entendida ainda, parece ser um comportamento multi-funcional e entre as possibilidades, um dos prováveis significados tanto para baleias jubarte em Abrolhos (MORETE *et al.*, 2003) como para baleias franca na Península Valdes (PAYNE, 1980) seria descanso. Logo, à medida que a temporada transcorre e baleias vão partindo para a área de alimentação (DAWBIN, 1966) poderiam surgir mais oportunidades para descanso. Ainda, MORETE *et al.* (2003) sugerem, apesar de difícil comprovação, que a exposição caudal pode estar relacionada com termoregulação. Então um estudo correlacionando o comportamento EC com temperaturas da água e do ar ao longo da temporada na região de Abrolhos pode ajudar a

esclarecer sua função, já que a temporada transcorre dos meses de inverno para primavera, de teoricamente, temperaturas mais frias para mais quentes.

Ao longo da temporada também se observou que a taxa de ocorrência de exposição caudal em mergulho (ECM) aumentou para grupos FEFI. Este evento caracteriza mergulhos relativamente mais profundos e/ ou duradouros em adultos (WHITEHEAD, 1996). Provavelmente nos fins de temporadas, as mães já poderiam passar mais tempo submersas já que seus filhotes estão com mais idade e prestes a iniciarem a migração.

Durante o início da temporada, escortes de grupos FEFIEP a princípio estão acompanhando fêmeas que deram a luz recentemente. Na fase “A” grupos FEFIEP se caracterizaram por exibir o comportamento natação, enquanto os outros estados comportamentais foram menos freqüentes. O estado ativo assim como os eventos salto (ST) e exposição de peitoral (EP) foram mais freqüentes no meio da temporada. Provavelmente o comportamento ativo realizado pelos adultos pode ser mais facilmente acompanhado por filhotes com um pouco mais de tempo de vida e pode funcionar como uma maneira de estimulá-los, ajudando no desenvolvimento de habilidades motoras e desenvolvimento de musculatura (THOMAS & TABER, 1984; Bisi, 2006).

No início da temporada foram raras as observações de FEFIEP+ (MORETE *et al.*, 2007; capítulo 3 desta tese) aumentando ao longo dos meses. Durante a fase “B” grupos FEFIEP+ mostraram-se mais ativos, engajados em comportamento competitivo em disputa pela fêmea (*e.g.*, TYACK & WHITEHEAD, 1983) justamente no meio da temporada reprodutiva, quando há a maior concentração de baleias (adultos e filhotes) na área de estudo (capítulo 2 desta tese).

Grupos TRIO, por outro lado, foram ao longo da temporada, exibindo menos o estado ativo e no final das temporadas, repouso também foi pouco observado. A categoria de grupo TRIO de jubarte é peculiar, alguns pesquisadores consideram-no como grupo competitivo (*e.g.*, TYACK & WHITEHEAD, 1983; POMILLA & ROSEMBbaum, 2006), outros não (*e.g.*, MATTILA *et al.*, 1994; este estudo). Em Abrolhos, de maneira geral foi a categoria de grupo que apresentou a maior taxa de ocorrência de eventos comportamentais por indivíduo, mostrando grande

interação entre os membros do grupo. Técnicas moleculares recentes para determinação do sexo e grau de parentesco das baleias nas diferentes categorias de grupo (*e.g.*, estudo de POMILLA & ROSEMBbaum, 2006) podem ajudar a elucidar o papel social desses indivíduos em grupos TRIO e assim ser possível um melhor entendimento do seu repertório comportamental.

Ao longo dos anos estudados, o único grupo que apresentou diferença significativa quanto à freqüência relativa dos estados comportamentais foi TRIO+. O estado comportamental ativo não foi observado nenhuma vez durante as varreduras de 2002 para essa categoria. Este fato pode ter sido causado por problema metodológico de amostragem, pois grupos competitivos (*i.e.*, TRIO+ e FEFIEP+) normalmente alternam períodos de movimentação ativa com natação normal (observação pessoal). Talvez quando foram avistados durante as varreduras no ano de 2002 estavam nesses períodos mais tranqüilos. Porém é interessante notar que apesar de estatisticamente os testes não terem acusado significância, durante o ano de 2002 grupos FEFIEP+ também não foram observados em nenhuma ocasião em comportamento ativo, levando a se pensar que de fato, por algum motivo nesta temporada em questão os grupos competitivos estavam menos ativos.

Quanto às taxas de ocorrência de eventos comportamentais ao longo dos anos, somente arqueamento de pedúnculo, exposição de um lobo da caudal e alongamento de pedúnculo variaram, ou não ocorreram. O motivo de tão pontuais variações destes eventos comportamentais, tanto nas fases como nas diferentes temporadas, não está claro. Sabe-se que em estudos comportamentais podem ocorrer variações intra e inter observadores (ver MANN, 2000), o que poderia causar estas diferenças, porém, devido ao extenso treinamento e experiência dos observadores principais no presente estudo e devido a presença do observador de binóculo, esse tipo de viés é improvável.

Respostas de mamíferos marinhos às atividades antrópicas em nível populacional são de longo prazo (TYACK *et al.*, 2004) e não devem ser inferidas a partir de respostas comportamentais de curto prazo (*e.g.*, GILL *et al.*, 2001). Na região de Abrolhos existe a preocupação que atividades como turismo de observação de baleias, e tráfego de barcaças e de

grandes navios, possam interferir no comportamento dos animais. Com este estudo observou-se que pelo menos nestes 7 anos nenhuma variação comportamental intensa foi observada ao redor do Arquipélago dos Abrolhos.

### Agradecimentos

Este estudo teve apoio financeiro e logístico do Instituto Baleia Jubarte, IFAW - *International Fund for Animal Welfare*, Petrobrás, Arim Componentes para Fogão Ltda e Parque Nacional Marinho dos Abrolhos/IBAMA. Agradecemos ainda à Marinha do Brasil (Rádio Farol de Abrolhos) pelo apoio logístico. Agradecemos aos estagiários do Instituto Baleia Jubarte, pois sem eles não teria sido possível a obtenção dos dados. Um agradecimento especial à Cristiane Cavalcanti de Albuquerque Martins e Cláudia Brigagão Petta pelo auxílio no campo como observadores principais.

### Referências bibliográficas

- ALCOCK, J. **Animal Behavior - an evolutionary approach.** Sunderland, Massachusetts: Sinaur Associates, Inc. Publishers, 1998, 6<sup>th</sup> ed.. 640p.
- ALTMANN, J. Observational study of behavior: sampling methods. **Behavior**, v. 49, p. 227-267, 1974.
- BARAFF, L. S.; CLAPHAM, P.J.; MATTILA, D. K. Feeding behavior of humpback whale in low latitudes waters. **Marine Mammal Science**, v. 7, n. 2, p.197-202, 1991.
- BEDJER, L.; SAUMEL, A.; WHITEHEAD, H.; GALES, N.; M, J.; CONNOR, R.; HEITHAUS, M.; WATSON-CAPPS, J.; FLAHERTY, C.; KRÜTZEN, M. Decline in relative abundance of bottlenose dolphins exposed to long-term disturbance. **Conservation Biology**, v. 20, n. 6, p. 1791-1798, 2006.
- BISI, T. L. **Comportamento de filhotes de baleia jubarte, *Megaptera novaeangliae*, na região ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Bahia (Brasil).** 2006. ix+90p. Dissertação (mestrado em Ecologia). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- CHITTLEBOROUGH, R.G. Dynamics of two population of the humpback whale *Megaptera nodosa* (Bonaterre). **Australian Journal of Marine Freshwater Research**, v. 16, p. 33-128, 1965.
- CLAPHAM, P.J. The social and reproductive biology of Humpback Whales: an ecological perspective. **Mammal Review**, v. 26, n. 1, p. 27-49, 1996.

CLAPHAM, P. J. The humpback whale: Seasonal Feeding and Breeding in Baleen Whales. In: MANN, J.; CONNOR, R. C.; TYACK, P. T.; WHITEHEAD, H. (Eds.) **Cetaceans Societies: Field Studies of dolphins and whales**. Chicago: The University of Chicago Press, 2000. cap. 7, p. 173-198.

CORKERON, P. J. Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Hervey Bay, Queensland: behavior and responses to whale-watching vessels. **Canadian Journal of Zoology**, v. 73, p. 1290-1299, 1995.

DAWBIN, W.H. The seasonal migratory cycle of Humpback whales. In: NORRIS K.S. (Eds.) **Whales, Dolphins, and Porpoises**. Berkeley: University of California Press, 1966. pp. 145-170.

DOLPHIN, W.F. Observations of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*), killer whale (*Orcinus orca*) interactions in Alaska: comparisons with terrestrial predator-prey relationships. **Canadian Filed Naturalist**, v. 101, p. 70-75, 1987.

EMLEN, S.T.; ORING, L.W. Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems. **Science**, n. 197, p. 215-223, 1977.

GALES, N.; BRENNAN, A.; BAKER, R. Ethics and marine mammal research. In: GALES N.; HINDEL, M.; KIRKWOOD, R. (Eds.) **Marine Mammals: Fisheries, Tourism and Management**. Melbourne, Victoria., Australia: CSIRO Publishing, 2003, p. 321-329.

GILL, J. A.; NORRIS, K.; SUTHERLAND, J. Why behavioral responses may not reflect the population consequences of human disturbance. **Biological Conservation**, v. 97, p. 265-268, 2001.

GLOCKNER, D. A.; VENUS, S. C. Identification, growth rate and behavior of Humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, cows and calves, in the waters off Maui, Hawaii, 1977-79. In: PAYNE, R. (Eds.) **Communication and Behavior of Whales**. Boulder: Western Press, 1983, cap. 7, p. 223-258.

GLOCKNER-FERRARI, D. A.; FERRARI, M. J. Individual identification, behavior, reproduction and distribution of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in Hawaii. **National Technical Information service Report**, v. MMC-83/06, 1985.

HELWEG, D.A.; HERMAN, L.M., Diurnal patterns of behaviour and group membership of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) wintering in Hawaiian waters. **Ethology**, v. 98, p. 298-311, 1994.

HERMAN, L.M.; ANTINOJA, R.C. Humpback whales in the Hawaiian breeding waters: population and pod characteristics. **Scientific Reports of the Whales Research Institute**, v. 29, p. 59-85, 1977.

IBAMA/FUNATURA. **Plano de Manejo: Parque Nacional Marinho dos Abrolhos.** Brasília, 1991, 96 p.

LOCKYER, C.H. 1981. Growth and energy budgets of large baleen whales from the Southern Hemisphere. **Mammals in the seas - FAO Fisheries series**, v. 5, n. 3, p. 379-487, 1981.

MANN, J. Behavioral Sampling Methods for cetaceans: A review and critique. **Marine Mammal Science**, v. 15, n. 1, p. 102-122, 1999.

MANN, J. Unraveling the Dynamics of Social life: Long-term studies and Observational Methods. In: MANN, J.; CONNOR, R. C.; TYACK, P. T.; WHITEHEAD, H. (Eds.) **Cetaceans Societies: Field Studies of dolphins and whales**. Chicago: The University of Chicago Press, 2000, cap. 2, p. 45-64.

MARTINS, C.C.A. **O uso do Sistema de Informações Geográficas como ferramenta na identificação de áreas prioritárias para a conservação da baleia jubarte, *Megaptera novaeangliae*, em seu habitat reprodutivo na Costa Leste do Brasil.** 2004. 119p. Dissertação (mestrado). Universidade de Brasilia, Brasilia, DF, Brasil, 2004.

MATTILA, D.K.; CLAPHAM, P.J.; VASQUEZ, O.; BOWMAN, R.S. Occurrence, population composition and habitat use of humpback whales in Samana Bay, Dominican Republic. **Canadian Journal of Zoology**, v.72, p. 1898-1907, 1994.

MEDRANO, L.; SALAS, I., DE GUEVARA, P.L.; SALINAS, M.; AGUAYO, A.; JACOBSEN, J.; BAKER, C.S. Sex identification of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, on the wintering grounds of the Mexican Pacific. **Canadian Journal of Zoology**, v. 72, p. 1771-1774, 1994.

MOBLEY, J.R.; HERMAN, L.M. Transience of social affiliations among humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the Hawaiian wintering grounds. **Canadian Journal of Zoology**, v. 63, p. 762-772, 1985.

MORETE, M.E.; FREITAS, A.C.; ENGEL, M.H.; CLAPHAM, P.J.; PACE, R. A novel behavior observed in humpback whales on wintering grounds at Abrolhos Bank (Brazil). **Marine Mammal Science**, v. 19, n. 4, 694-707, 2003.

MORETE, M.E.; BISI, T.L.; ROSSO, S. Temporal pattern of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) group structure around Abrolhos Archipelago breeding region, Bahia, Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 87, p. 87-92, 2007.

PAYNE, R. Research on the behavior of various species of whales. **National Geographic Society Research reports**, v. 12, p. 551-564, 1980.

POMILLA, C.; ROSENBAUM, H. C. Estimates of relatedness in groups of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on two wintering grounds of the Southern Hemisphere. **Molecular Ecology**, v. 15, p. 2541-2555, 2006.

SILBER, T. I. Humpback behavior and non-song-sounds. **Cetus**, v. 6, n. 2, p. 20, 1986.

SPSS INC. **SPSS for Windows**, version 11.0, 2006. [www.spss.com](http://www.spss.com)

THOMAS, P. O.; TABER, S. M. Mother-infant interaction and behavioral development in southern right whales, (*Eubalaena australis*). **Behavior**, v. 88, p. 42-60, 1984.

TOOTHACKER, L. E. **Multiple comparisons procedures. Quantitative Applications in the Social Sciences series No. 89**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1993.

TYACK, P.; WHITEHEAD, H. Male competition in large groups of wintering humpback whales. **Behaviour**, v. 83, p. 132-154, 1983.

TYACK, P.; CONNOR, R.; MANN, J.; WHITEHEAD, H. The future of Behavioral research on cetacean in the wild. In: MANN, J.; CONNOR, R. C.; TYACK, P. T.; WHITEHEAD, H. (Eds.) **Cetaceans Societies: Field Studies of dolphins and whales**. Chicago: The University of Chicago Press, 2000, epilogue, p. 333-339.

TYACK, P.; GORDON, J.; THOMPSON, D. Controlled exposure experiments to determine the effects of noise on marine mammals. **Marine Technology Society Journal**, v. 37, n.4, p. 41-53, 2004.

WHITEHEAD, H.; MOORE, M. J. Distribution and movements of West Indian humpback whales in winter. **Canadian Journal of Zoology**, v. 60, p. 2203-2211, 1982.

WHITEHEAD, H. Humpback whale breaching. **Investigation on Cetacea**, v. 17, p. 117-155, 1985A.

WHITEHEAD, H. P. "Why Whales Leap." **Scientific American**, v. 252, n. 3, p. 84-93, 1985B.

WHITEHEAD, H. Babysitting, dive synchrony, and indications of alloparental care in sperm whales. **Behavior Ecology and Sociobiology**, v. 38, p. 237-244, 1996.

WINN, H.E.; REICHLEY, N.E. Humpback whale – *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781). In: RIDGWAY S.H.; HARRISON R. (Eds.) **Handbook of Marine Mammals. Vol. 3. The Sirenians and Baleen Whales.** London and Orlando: Academic Press, 1985. p. 241-273.

WÜRSIG, B.; CIPRIANO, F.; WÜRSIG, M. Dolphin movement patterns: information from radio and theodolite tracking studies. In: K. PRYOR; NORRIS K.S. (Eds). **Dolphin Societies.** Berkeley: University of California Press, 1991. p. 79-111.

ZERBINI, A. N.; ANDRIOLI, A.; HEIDE-JØRGENSEN, M. P.; PIZZORNO, J. L.; MAIA, Y. G.; VANBLARICOM, G. R.; DEMASTER, D. P.; SIMÕES-LOPES, P. C.; MOREIRA, S.; BETHLEM, C. Satellite monitored movements of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Southwest Atlantic Ocean. **Marine Ecology Progress Series**, v. 313, p. 295-304, 2006.

## **Capítulo 5**

### **Resposta comportamental de grupos fêmea e filhote de baleia jubarte à presença de embarcação na região ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Bahia, Brasil.**

---

Versão traduzida do submetido: MORETE, M. E.; BISI, T. L.; ROSSO, S. Mother and calf humpback whale responses to vessels around the Abrolhos Archipelago, Bahia, Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management**, submetido em 16/11/2006.

#### ***Abstract***

As the humpback whale population spreads along the Brazilian coast, whalewatching activities are becoming more frequent in special along the coast of the state of Bahia. In order to evaluate the appropriateness of the Brazilian legislation that regulates vessel approaches to cetaceans, the behavior of humpback whale mothers and calves was studied around the Abrolhos Archipelago, an area with high concentration of tourism vessels. Mother and calf groups were observed by means of continuous sampling and tracked along with vessels using a theodolite. Three whale-vessel categories of distances were analyzed: closer than 100m (category 1), between 100–300m (category 2) and further than 300m (category 3). Rates of behavioral events and time spent in behavioral states of mothers and calves were compared separately in those 3 categories to observations of randomly selected mother and calf groups not involved in an interaction with a vessel (category 0). A total effort of 39h was analyzed including observations in each of the four categories. Our results showed that differences in humpback whale mother and calf behavior occurred mostly in the presence of vessels within distances of 100-300m. Mothers increased linearity and mean speed of movement, and decreased blow intervals and time spent resting. Calves exhibited less rolling, fluke-ups and others active behavioral events as well as diminished resting time. During the interaction with a vessel, the frequency of potentially important behaviors, both for mothers and calves, reduced, probably as a response to the approaching whalewatching vessels. Repeated short-term behavioral disturbances might lead to cumulative effects that may result in risks for the species conservation. Inasmuch, it is recommended that the Brazilian Legislation should include a 300-meter caution zone, where boats should reduce speed and avoid sudden changes in engine status and direction. The environmental education work with local communities along the coast must be continued and constant.

## **Resumo**

A medida que a população de baleias jubarte se espalha ao longo da costa brasileira as atividades de turismo de observação de cetáceos estão se tornando mais freqüente especialmente na costa da Bahia. Para avaliação da adequação da legislação brasileira, a qual regula a aproximação de barcos aos cetáceos, o comportamento de baleias jubarte fêmea com filhote foi estudado ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, uma área com alta concentração de embarcação de turismo. Grupos de fêmeas com filhotes foram estudados seguindo a metodologia de observação de grupo focal e seu trajeto registrado com auxílio de um teodolito. Foram analisadas 3 categorias de distância entre baleia e barco: mais próximo que 100 metros (categoria 1), entre 100-300 metros (categoria 2) e além dos 300 metros (categoria 3). Taxas de eventos comportamentais e tempo gasto em cada estado comportamental realizados pelas fêmeas e pelos filhotes nestas 3 categorias, foram comparados separadamente com observações de grupos focais de fêmeas com filhotes, selecionadas aleatoriamente, onde não houve nenhum tipo de interação com barco (categoria 0). Um total de 39 horas de observações focais foi analisado. Os resultados mostraram diferenças comportamentais principalmente na presença de barcos entre 100–300 metros. Fêmeas aumentaram a linearidade e velocidade média do movimento e diminuíram o intervalo respiratório e o tempo usado em repouso. Filhotes exibiram menos o evento comportamental rolando na superfície, menos exposição caudal em mergulho e outros eventos comportamentais mais ativos, e também diminuíram o tempo usado em repouso. Durante a interação com barcos, a freqüência de comportamentos potencialmente importantes tanto para fêmeas como para filhotes, reduziram, provavelmente em resposta ao barco de turismo que se aproximava. Repetidos distúrbios comportamentais de curto prazo podem levar a efeitos cumulativos, que podem resultar em algum risco a conservação da espécie. Desta maneira se recomenda que a legislação Brasileira inclua uma zona de cuidado ao redor de um raio de 300 metros, onde os barcos deveriam reduzir a velocidade e evitar mudanças abruptas no *status* do motor e de direção. Trabalho de educação ambiental nas comunidades locais ao longo da costa deve ser constante.

## Introdução

Durante muitos anos, a única área conhecida de reprodução e cria das baleias jubarte (*Megaptera novaeangliae*) no Oceano Atlântico Sul Ocidental era o Banco dos Abrolhos (e.g., MARTINS *et al.*, 2001). Entretanto a população de baleia jubarte que utiliza a costa brasileira no inverno está aumentando (FREITAS *et al.*, 2004) e a espécie tem sido encontrada ao longo de toda a costa (PIZZORNO *et al.*, 1998; MARTINS, 2004; ZERBINI *et al.*, 2004; ANDRIOLI *et al.*, 2006). Apesar disso, a área ao redor do Arquipélago dos Abrolhos ainda é considerada única devido a alta concentração de grupos com filhote (MARTINS *et al.*, 2001; MORETE *et al.*, 2003a; MORETE *et al.*, 2007).

Concomitante à ocorrência das baleias jubarte ao longo da costa do Brasil, o turismo de observação de cetáceos está se tornando mais freqüente, não apenas ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, mas também em outros locais ao longo da costa do Estado da Bahia (CIPOLOTTI *et al.*, 2005). O turismo de observação de cetáceos é uma indústria particularmente lucrativa em muitas partes do mundo sendo geralmente visto como uma alternativa econômica à caça (e.g., HOYT, 1995), entretanto muitos estudos ao redor do mundo sugerem que o turismo de observação de cetáceos pode causar reações de curto e longo prazo nas populações de baleia jubarte. Reações de curto prazo seriam alterações nos padrões respiratórios, de mergulho e de natação, e/ ou a exibição de determinados comportamentos aéreos (salto, batida de cabeça) correlacionados com o número, a proximidade, velocidade e mudanças na direção das embarcações, dependendo da composição do grupo de baleias (e.g., BAKER *et al.*, 1982; BAUER, 1986). Reações de longo prazo, tais como grupos de fêmea (mãe) e filhote tornarem-se proporcionalmente menos freqüentes perto da costa, enquanto o número de embarcações recreacionais aumentam, foram sugeridos por GLOCKNER-FERRARI & FERRARI (1985,1990) e SALDEN (1988).

Por outro lado, no Havaí, a população de baleias jubarte parece estar aumentando apesar da contínua exposição a atividades antrópicas (BAUER *et al.*, 1993) e em Cape Cod, Massachusetts/EUA, a população de baleias jubarte continua utilizando a região como área de

alimentação anualmente, apesar da exposição a diversos tipos de embarcações (CLAPHAM *et al.*, 1993).

SCHEIDAT *et al.* (2004) sugeriram que grupos fêmea e filhote podem ser especialmente vulneráveis à perturbação pelo turismo de observação de cetáceos, uma vez que evitar as embarcações (aumentando a velocidade de natação ou realizando mergulhos mais longos, por exemplo) pode ir além dos limites fisiológicos do filhote, assim como causar menos oportunidades para amamentação caso a fêmea seja forçada a aumentar a velocidade no deslocamento ou mudar seu comportamento de repouso para natação. LIEN (2001) sugeriu que grupos de fêmea e filhote são especialmente vulneráveis à presença humana e, portanto, deveriam receber proteção especial por regulamentações.

BAKER & HERMAN (1989) reportaram que a maioria das mudanças comportamentais das baleias jubarte na área de alimentação no Alasca foi causada por embarcações a 400 metros do grupo, entretanto o comportamento poderia ser afetado por embarcações com até 4 km de distância. WATKINS (1986) mostrou que baleias podem ter reações negativas (*i.e.*, mudanças de atividade para inatividade, suspensão da atividade vocal, reação de susto incluindo desviar repentinamente ou mergulhar rapidamente, movimento persistente de se distanciar da fonte do estímulo) quando a cerca de 100 metros de fonte sonora emitindo um som repentino e alto (*i.e.*, o momento que se liga o motor de uma embarcação, aproximação de navios, giro da hélice durante curvas ou marcha ré - cavitação). A maioria dos regulamentos e/ ou legislação para o turismo de observação de cetáceos no mundo, sugere como área de atenção, um raio de 300 metros ao redor do grupo de baleia, onde deve-se diminuir a velocidade da embarcação e, normalmente, a aproximação deve ser de no máximo de 100 metros do grupo. No caso da legislação brasileira, a Portaria nº 117 de 26 dezembro de 1996 - alterada pela Portaria nº 24, de 8 de fevereiro de 2002, a respeito do turismo de observação de cetáceos, determina que as embarcações não podem se aproximar a menos de 100 metros do grupo de baleias, porém não considera nenhuma zona de atenção antes da distância mínima. Com atenção aos pontos expostos, o objetivo do presente estudo é avaliar a

resposta de grupos fêmea e filhote à presença de embarcação em categorias de distância, considerando-se os limites 100 metros e 300 metros. Três categorias de distância entre a embarcação e o grupo foram analisadas: presença de embarcação a mais de 300 metros, embarcação entre 100-300 metros e finalmente embarcações mais próximas do que 100 metros.

O comportamento de fêmeas e filhotes de baleia jubarte foi estudado ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, uma área de grande concentração de embarcações de turismo, com o intuito de avaliar a necessidade de aprimorar a legislação brasileira.

## Materiais e Métodos

### *Área de estudo*

O Banco dos Abrolhos ( $16^{\circ}40'S$  a  $19^{\circ}30'S$ ;  $37^{\circ}25'W$  a  $39^{\circ}45'W$ ) está em uma extensão da plataforma continental, na costa leste do Brasil. O banco é caracterizado por águas quentes (temperatura média no inverno =  $24^{\circ}C$ ) e rasas (profundidade média de aproximadamente 20 metros) e é composto por um extensivo sistema de recifes de corais. Estas características são tipicamente associadas a locais de reprodução de baleias jubarte em outras partes do mundo (e.g., WHITEHEAD & MOORE, 1982; CLAPHAM, 1996). A base de observação em terra ( $17^{\circ}57'44"S$ ;  $38^{\circ}42'22"W$ ), chamada nesse estudo de ponto fixo (PF), encontra-se a 37,8 metros acima do nível do mar na porção oeste da Ilha de Santa Bárbara, no Arquipélago dos Abrolhos. A área de estudo englobou um raio de 9,3 km ao redor do ponto fixo (figura 1; fotos anexo 2), entretanto a fim de reduzir o erro no posicionamento das baleias (WÜRSIG *et al.*, 1991; ver anexo 1), apenas as interações de baleia com embarcações que ocorreram num raio de 3,5 km do ponto fixo foram consideradas nesse estudo.

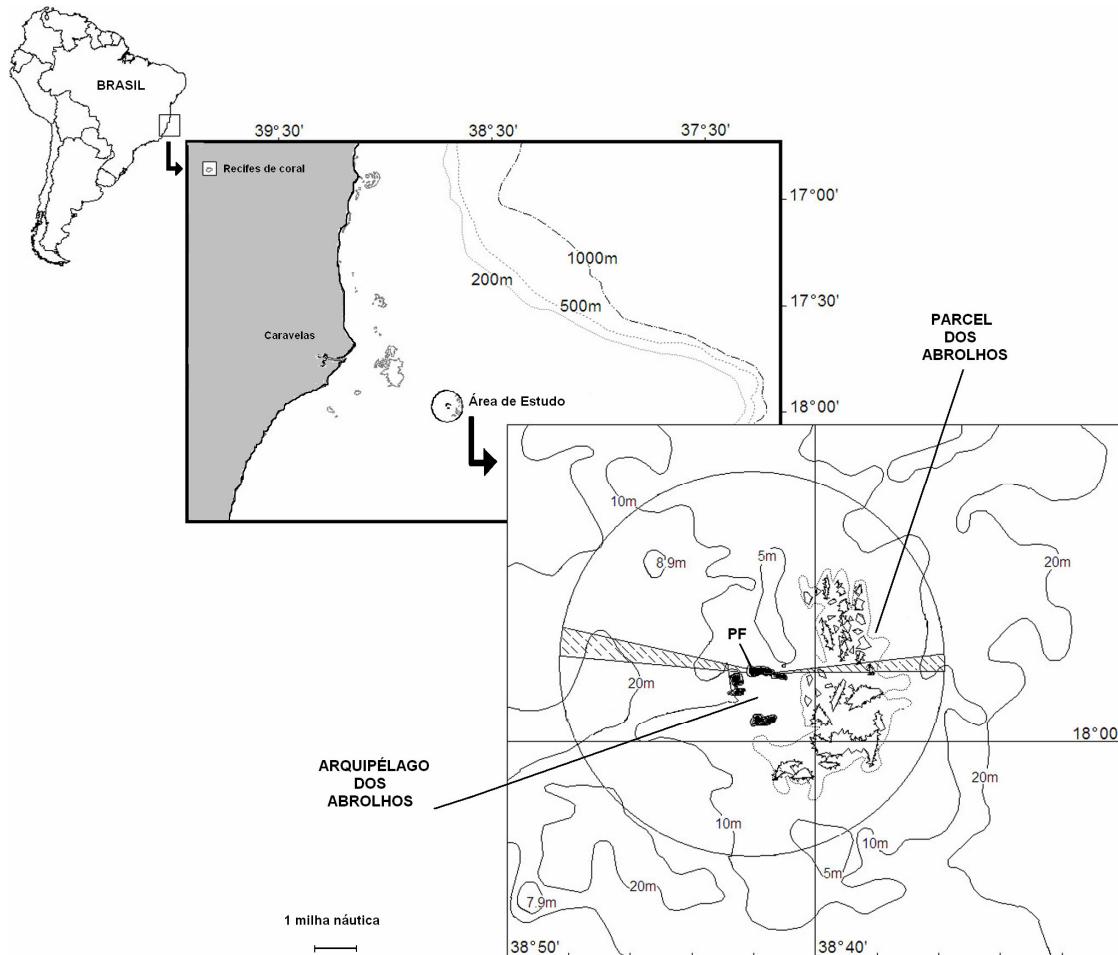


Figura 1. Localização do ponto fixo (PF) na Ilha de Santa Bárbara, uma das 5 ilhas do Arquipélago dos Abrolhos na costa leste do Brasil e a área de estudo que engloba um raio de 9,3 km do PF. (Setores hachurados: áreas fora de visibilidade do PF, encobertas pelas ilhas, uma a leste e outra a oeste).

### *Observações*

Diariamente, dependendo das condições climáticas, eram realizadas varreduras de 1 hora de duração. Após a varredura, um grupo de baleias jubarte era escolhido (geralmente o mais próximo) para estudo comportamental através de observação de grupo focal e animal focal (MANN, 1999), os quais envolvem a obtenção de dados comportamentais de uma baleia (ou grupo) contendo um máximo de dois adultos e um filhote, como recomendado por ALTMANN (1974) para a obtenção de dados confiáveis. A amostragem prosseguia até o grupo se afastar da área de estudo, ou até as condições de visibilidade (chuva, ou vento superior a 20 nós, ou reflexo do sol, nebulosidade) atrapalharem a qualidade da observação. As observações

da aproximação de embarcações a grupos fêmea e filhote foram obtidas oportunisticamente (*i.e.*, quando uma embarcação de turismo aproximava-se de um grupo que já estava sendo observado ou quando o barco de pesquisa do Instituto Baleia Jubarte se encontrava nas adjacências e se aproximava do grupo). O estudo foi realizado entre 1998 e 2003, durante os meses de julho a novembro. Para observação dos grupos de baleias foram utilizados binóculos Tasco 7x50 e um teodolito digital Sokkia DT5 com poder de aumento de 30x. Através do teodolito posiciona-se as baleias por meio de trigonometria simples (ver anexo 1). Este método, desenvolvido por R. S. Payne, permite que o movimento de baleias e embarcações seja registrado em detalhe (TYACK, 1981).

A equipe era composta de três pessoas, o operador de teodolito, que era o observador principal, o observador de binóculo e o operador de computador. O observador principal era quem ditava todos os comportamentos realizados pelas baleias para o operador de computador, o qual registrava os dados em tempo real no computador *Powerbook Macintosh* usando o programa *Aardvark* (MILLS, 1996) designado para estudo de cetáceos a partir de ponto fixo de observação (*e.g.*, FRANKEL *et al.*, 1995; FRANKEL & CLARK, 1998). O observador principal também era responsável por dar o comando vocal para que o operador de computador registrasse as leituras do teodolito (posição) quando a baleia ou embarcação estivesse sob a mira do teodolito. Era registrado o maior número de posições da embarcação quanto fosse possível, sem, no entanto, comprometer a observação das baleias. Os posicionamentos das baleias eram registrados em média a cada 1,5 minutos de observação. O observador de binóculo servia como um *back-up*, uma vez que o binóculo tem um campo de visão maior que o teodolito, esse observador alertava o principal sobre a aproximação de embarcações, de outros grupos de baleias nas proximidades e ditava qualquer evento comportamental que o observador principal perdesse.

A variação da maré foi registrada de hora em hora no *Aardvark* para correção da altura do ponto fixo em relação ao nível do mar. Com o programa *Aardvark* foi possível estimar a velocidade média e direção do deslocamento em cada categoria de distância.

### *Definições*

Filhote foi definido como um animal que se mantém bem próximo à uma baleia adulta, com tamanho estimado menor que 50% do comprimento do indivíduo acompanhante (CHITTLEBOROUGH, 1965) e presumivelmente nascido durante a temporada em questão. Uma baleia foi considerada uma fêmea quando possuía um filhote ao seu lado.

Um grupo de baleias foi definido como um indivíduo solitário ou a associação de indivíduos que estejam a uma distância de até 100 metros um do outro, movendo-se, geralmente, na mesma direção e de maneira coordenada (*e.g.*, MOBLEY & HERMAN, 1985).

Os eventos e estados comportamentais considerados no estudo estão listados e descritos na tabela 1.

Tabela 1. Variáveis e abreviações dos eventos e estados comportamentais analisados para avaliar o comportamento de fêmeas e filhotes na presença de embarcação em três categorias de distância e na ausência de embarcação.

Variáveis	Definições
Linearidade*	calculada pela divisão da distância entre a primeira e a última posição da baleia pela distância percorrida acumulada entre todas as posições registradas
Velocidade média*	distância total percorrida dividida pelo tempo total da observação
Intervalo respiratório*	tempo decorrido entre borrifos
Borriço* (B)	Expiração da baleia – mistura de ar quente sob pressão com gotículas de emulsão oleosa possível de ser avistada há muitos quilômetros
Sem borriço* (NB)	animal sobe a superfície sem realizar borriço
Exposição da nadadeira caudal em mergulho (ECM)	Exposição da nadadeira caudal expondo a parte ventral quando o animal submerge
Ativo	Variável criada que inclui saltos, batida de nadadeira peitoral, batida de nadadeira e pedúnculo caudal, golpe da nadadeira caudal, salto de nadadeira causal e batida de cabeça
Rolando**	Filhote rola em torno do seu eixo, pode incluir exposição da nadadeira peitoral, movimento mostrando a parte ventral do corpo, exposição de metade da nadadeira caudal e ventre para cima
Colo**	quando o filhote sobe sobre o rosto da fêmea enquanto ela está em repouso e quase todo o corpo do filhote pode ser visto fora da água
Exposição de cabeça** (ECB)	exposição da cabeça acima da superfície num ângulo menor que 60°
Espiar** (SP)	exposição da cabeça verticalmente acima da superfície da água (ângulo de 90°)
Exposição caudal* (EC)	Estado comportamental: nadadeira caudal mantém-se acima da superfície por um determinado período – ver MORETE <i>et al.</i> , 2003b
Natação (NA)	Estado comportamental: deslocamento numa direção definida quando a baleia mostra parte do dorso algumas vezes intercalado por mergulho
Repouso (RE)	Estado comportamental: baleia boiada na superfície sem movimento aparente
Milling** (MI)	Estado comportamental: como a natação, porém sem direção definida, dentro de uma pequena área – para filhotes inclui quando ele nada ao redor da fêmea

\* variáveis calculadas apenas para fêmeas, \*\* e apenas para filhotes.

### Análises

Para avaliar o comportamento de grupos fêmea e filhote (FEFI) na presença de embarcação, três categorias de distância foram criadas: a presença de embarcação a menos de

100 metros (categoria 1), entre 100-300 metros (categoria 2) e mais que 300 metros<sup>6</sup> (categoria 3). Alguns grupos de baleias foram aproximados e reaproximados ou por embarcações de turismo ou de pesquisa dentro de uma mesma observação de grupo focal. Por exemplo, a embarcação entrava no raio de 300 metros da baleia, permanecia um certo tempo com o grupo, deixava o raio de 300 metros e depois aproximava novamente. Nesses casos apenas um período de amostragem em cada categoria foi considerado para as análises. Em outras palavras, para cada grupo focal apenas um conjunto de dados de cada categoria de distância foi incluído. Devido ao cenário oportunista do presente estudo, nem todas as observações contiveram as três categorias de distância. Também, algumas observações de interações iniciaram-se quando a embarcação já se encontrava a menos de 300 metros do grupo de baleias e poucas observações de baleias foram realizadas na categoria 1. Isto era esperado uma vez que em águas brasileiras, embarcações de turismo teoricamente não podem aproximar a menos de 100 metros de uma baleia (lei 117/1996); de fato, todas as observações feitas na categoria 1 foram de embarcações de pesquisa. Esta lei também estipula que embarcações de turismo não podem permanecer mais de 30 minutos com um grupo, resultando em curtos períodos de observação nas categorias 1 e 2. Interações barco/baleia que duraram menos de 10 minutos em uma categoria de distância foram eliminadas. Quinze observações de grupo focal de fêmea e filhote que não foram aproximados por embarcações foram selecionadas ao acaso para servir como controle, sendo que estes dados entraram nas análises como pertencendo à categoria 0. Os barcos que se aproximaram das baleias neste estudo foram lanchas rápidas, *trawlers* e escunas.

As variáveis analisadas para fêmeas e filhotes (FEFI) estão listadas na tabela 1. Para filhotes, intervalo respiratório não foi considerado por causa de um potencial erro na contagem de borrifos devido ao seu pequeno tamanho, o qual poderia ser facilmente não visto pelo observador se o filhote se encontrasse “atrás” da fêmea (em relação ao observador do teodolito), ou se o reflexo do sol ou se o vento estivessem fortes. Filhotes não realizam

---

<sup>6</sup> 300 metros antes da embarcação se aproximar do grupo e não depois que o barco parte.

exposição caudal parada (MORETE *et al.*, 2003b), e por isso este estado não foi incluído. O estado comportamental *milling* não foi considerado para as fêmeas porque o programa *Aardvark* calcula, de maneira indireta, um índice de *milling* (linearidade), entretanto filhotes foram freqüentemente observados em natação ao redor da fêmea, desta maneira decidiu-se usar *milling* para descrever esse comportamento. Para cada evento comportamental foi calculada uma taxa de ocorrência, dividindo-se o número de ocorrências pelo tempo total da amostragem na respectiva categoria de distância. Também foi calculada a proporção do tempo gasto pela baleia em cada estado comportamental.

Os dados das três categorias de distância para os comportamentos da fêmea e filhote (separadamente) foram comparados com os dados da categoria 0, utilizando-se o teste não-paramétrico de *Mann-Whitney* para duas amostras independentes. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o programa STATISTICA 6.0 (STATSOFT, INC., 2001).

## Resultados

Devido à natureza oportunística da coleta de dados, um desenho amostral balanceado não foi viável. Excluindo outras categorias de grupos de baleia jubarte, além dos de fêmea e filhote, excluindo grupos afastados além de 3,5 km do ponto fixo, excluindo os períodos de amostragem onde as embarcações reaproximaram-se do mesmo grupo e finalmente excluindo as observações de indivíduos conhecidos que já tinham sido observados antes, foram analisadas 23 observações focais de grupos fêmea e filhote, somando 17,2 horas de amostragem de baleias na presença de embarcações, dentre estes, 1,6 h na categoria 1; 4,26 horas na categoria 2 e 11,33 horas na categoria 3. Um total de 22,1 horas de observações de grupos fêmea e filhote foi usado como controle (categoria 1) nas análises. Em todas as 23 interações entre baleia e embarcação, nunca esteve presente mais de uma embarcação.

Os valores médios das taxas de ocorrência dos eventos comportamentais e das proporções dos estados comportamentais estão listados na tabela 2. A comparação de todas as

variáveis para fêmeas entre a categoria 0 e categoria 3 não apresentaram diferença estatística (tabela 3). Entre categoria 0 e categoria 1 resultou em uma única diferença significativa, a velocidade média amostral na presença de embarcações dentro de 100 metros foi duas vezes maior (3,98 km/h) quando comparado com o controle (1,99 km/h). Entre a categoria 0 ( $n = 15$ ) e categoria 2 ( $n = 14$ ) o teste de *Mann-Whitney* resultou em diferença significativa para as variáveis: linearidade, velocidade média, intervalo respiratório e o estado repouso (tabela 3). Quando comparado com a ausência de embarcações, as fêmeas tenderam a se deslocar de uma maneira mais retilínea e mais rapidamente enquanto as embarcações se encontravam a uma distância entre 100-300 metros (categoria 2). Também, o intervalo respiratório das fêmeas foi menor na presença de barcos (entre 100-300 metros) aumentando assim a taxa respiratória, apesar que esta não foi estatisticamente diferente da condição controle. A proporção de tempo em estado repouso diminuiu em 54%.

Para filhotes, a comparação de todas as variáveis entre categoria 0 e categoria 3 também resultou em nenhuma diferença estatística; entretanto houve diferenças entre a categoria 0 e a categoria 1 e entre a categoria 0 e 2 (tabela 3). Na presença de barcos a 300 metros do filhote (ambas as categorias 1 e 2) a freqüência do evento rolando na superfície diminuiu. Quando barcos estavam presentes entre 100–300 metros (categoria 2), os filhotes exibiram menos eventos ativos, menos exposição caudal em mergulho e reduziram o tempo em repouso em cerca de 64%. Quando os barcos estavam mais próximos que 100 metros, os filhotes aumentaram a velocidade de natação e diminuíram o tempo em *milling*. Apesar do evento colo não ter sido estatisticamente diferente entre a categoria 0 e categoria 1, é importante ressaltar que o evento não foi realizado por filhote quando barcos estavam num raio de 100 metros do grupo (tabela 2).

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão (DP) das taxas de ocorrências de eventos comportamentais e proporção de tempo em estados comportamentais em grupos de fêmea com filhote na ausência de barcos (Cat 0) e na presença de barcos nas 3 categorias de distância: categoria 1 (Cat 1), categoria 2 (Cat 2) e categoria 3 (Cat 3).

	Cat 0 (sem barco)		Cat 1 (0-100m)		Cat 2 (100-300m)		Cat 3 (+300m)	
	N = 15		N = 6		N = 14		N = 14	
	média	DP	média	DP	média	DP	média	DP
<b>FÊMEA</b>								
Linearidade	0,66	0,23	0,80	0,20	0,83	0,17	0,63	0,26
Velocidade Média	1,99	1,65	3,98	2,71	4,19	2,84	2,38	1,40
Intervalo B (min)	1,70	0,68	1,54	0,31	1,21	0,63	1,47	0,68
b/h	38,59	11,85	30,83	10,94	49,84	21,63	42,11	13,78
nb/h	7,24	5,17	14,13	21,21	13,69	13,21	8,28	9,47
ecm/h	0,53	0,88	0,00	0,00	9,06	15,88	1,30	2,00
ativo/h	0,89	1,52	0,71	1,74	0,95	1,95	0,30	0,54
EC médio (min)	7,25	0,38	4,58	1,84	8,16	3,92	7,00	3,42
% tempo EC	61,09	0,27	51,77	21,37	40,53	19,07	45,83	21,08
% tempo NAT	64,83	35,60	57,45	49,39	70,14	35,44	47,42	36,40
% tempo RE	27,02	27,77	16,67	22,21	12,49	21,29	32,94	30,67
<b>FILHOTE</b>								
ecm/h	1,06	2,10	0,71	1,74	0,00	0,00	0,53	1,21
rolando/h	7,72	13,44	0,71	1,74	3,65	12,54	9,15	13,47
ativo/h	8,15	19,10	4,27	10,45	0,15	0,55	4,16	8,19
colo/h	0,76	1,44	0,00	0,00	0,68	1,80	1,08	1,86
ecb/h	1,45	3,23	0,71	1,74	0,76	2,24	2,17	4,83
espiar/h	0,09	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	1,41
% Natação	53,04	36,43	54,40	50,87	70,13	35,44	42,39	35,46
% Repouso	15,20	19,58	40,33	45,46	5,50	14,07	18,41	18,34
% Milling	31,76	32,81	5,26	12,89	24,37	28,64	39,20	27,70

Tabela 3. Valores do teste de *Mann-Whitney* (U) e respectivos valores de *P* das taxas de ocorrência de eventos comportamentais e proporção de tempo em estados comportamentais em grupos de fêmea e filhote de baleia jubarte na ausência de barcos (Cat 0) e na presença de barcos nas 3 categorias de distância: categoria 1 (Cat 1), categoria 2 (Cat 2) e categoria 3 (Cat 3). Valores de *P* considerados significantes estão em negrito.

Variáveis	Cat 0 and Cat 1		Cat 0 and Cat 2		Cat 0 and Cat 3	
	U	<i>P</i>	U	<i>P</i>	U	<i>P</i>
<b>FÊMEA</b>						
Linearidade	30	0,242	55	<b>0,029</b>	99	0,793
Velocidade Média	20	<b>0,051</b>	57	<b>0,036</b>	84	0,359
Intervalo B (min)	43	0,876	50	<b>0,016</b>	78	0,238
b/h	25	0,119	76	0,206	92	0,57
nb/h	32	0,31	82	0,315	91	0,54
ecm/h	27	0,078	84	0,305	97,5	0,707
ativo/h	36,5	0,43	92,5	0,506	88	0,381
EC médio (min)	0	0,083	4	0,505	5	0,738
% tempo EC	2	0,563	2	0,182	4	0,504
% tempo NAT	44	0,937	84	0,354	73	0,161
% tempo RE	31	0,272	59	<b>0,04</b>	87,5	0,444
<b>FILHOTE</b>						
ecm/h	31,5	0,24	49	<b>&lt;0,01</b>	76,5	0,15
rolando/h	16,5	<b>0,02</b>	41	<b>&lt;0,01</b>	104	0,96
ativo/h	29	0,18	47	<b>&lt;0,01</b>	94	0,61
colo/h	27	0,08	82	0,20	102,5	0,90
ecb/h	33	0,29	75	0,11	95	0,62
espiar/h	36	0,25	84	0,08	100	0,76
% Natação	43,5	0,91	75,5	0,19	86,5	0,42
% Repouso	37,5	0,55	62,5	<b>0,05</b>	81	0,29
% Milling	16,5	<b>0,02</b>	85,5	0,38	82	0,31

## Discussão

Observações a partir de ponto fixo em terra tem sido uma técnica usada mundialmente para estudar comportamento de cetáceos, especialmente quando o objetivo é avaliar as respostas dos animais às atividades humanas (e.g., BAUER, 1986; FRANKEL *et al.*, 1995; FRANKEL & CLARK, 1998; HECKEL, 2001; WILLIAN *et al.*, 2002; SCHEIDAT *et al.*, 2004). Isto porque esse tipo de pesquisa tem a vantagem de ser não-invasivo, quando comparado a pesquisa realizada a partir barcos de pesquisa, condição que pode influenciar a resposta a ser medida.

Muitos estudos mostraram que as reações dos cetáceos a barcos de turismo podem ocorrer a distâncias maiores que 300 metros (distância estipulada para esse estudo). BAUER (1986) verificou que vários comportamentos parecem ser afetados pela presença de barco dentro de 500 metros e/ ou entre 500 e 1000 metros. BAKER & HERMAN (1989) observaram que o comportamento de baleias jubarte nas áreas de alimentação no Alasca podiam ser afetados por barcos distantes até 4 km, mas a maioria das alterações seriam causadas por barcos distantes até 400 metros.

Devido aos regulamentos e legislações referentes ao turismo de observação de cetáceos ao redor do mundo, em especial a legislação brasileira, que estipula 100 metros como distância máxima de aproximação a grupos de baleias, este estudo foi focado na presença de barcos além de 300 metros, entre 300-100 metros e dentro de um raio de 100 metros de um grupo de baleias.

CORKERON (1995) verificou diferenças significativas em alguns comportamentos realizados por baleias jubarte expostas a embarcações a 300 metros. Os resultados aqui apresentados mostraram maiores diferenças no comportamento de fêmea com filhote na presença de barcos entre 300-100 metros, quando comparados a situação controle (sem barco). Grupos fêmea e filhote aumentaram a velocidade média de deslocamento e apresentaram um padrão de natação mais retilínea. A fêmea diminuiu os intervalos entre borrifos. O aumento de velocidade na presença de barcos também foi verificado em outros estudos de baleias jubarte (*e.g.*, BAUER, 1986; AU & GREEN, 2000; SCHEIDAT *et al.*, 2004). BAUER (1986) e BAKER *et al.* (1982) viram que quanto mais próximo o barco, menor o intervalo respiratório médio e BAKER (1988) também verificou que dentro de um raio de 400 metros, as baleias responderam com diminuição dos intervalos respiratórios. Observou-se que fêmeas e filhotes reduziram o tempo em repouso. Além disso, filhotes reduziram significativamente atividades acima da superfície (exposição caudal em mergulho, rolando na superfície e outros eventos mais ativos).

Os resultados apontaram para mudanças significativas no comportamento da fêmea e do filhote na presença de barcos e pode-se pensar nelas como efeitos negativos. Devido ao alto custo da lactação (LOCKYER, 1981) e da falta de alimentação durante o inverno, fêmeas teoricamente passariam mais tempo em repouso, poupando suas reservas energéticas. Por outro lado, filhotes podem se beneficiar com a realização de comportamentos mais ativos como forma de brincadeira (THOMAS & TABER, 1984; BISI, 2006), para desenvolvimento de coordenação motora. Enquanto fêmeas repousavam, freqüentemente os filhotes eram observados nadando em círculos (*milling*) no entorno da mãe, rolando na superfície, intercalando com períodos de mergulhos, o que se acredita estar relacionado com o momento de amamentação (BISI, 2006). Com a aproximação do barco, houve uma redução desses comportamentos importantes para fêmea e filhote (repouso e amamentação) provavelmente como resposta ao procedimento de aproximação do barco. Normalmente após o mestre da embarcação ter avistado o grupo de baleia pela primeira vez e até a aproximação final, o barco altera a velocidade e direção várias vezes e repetidamente para se manter perseguinto o grupo até a distância de 100 metros. WATKINS (1986) discute que as baleias respondem negativamente a sons repentinos e altos de fontes próximas, como o som da partida do motor e do giro das hélices durante curvas bruscas ou marcha ré, porém o som de um motor ligado operando numa taxa constante geralmente não causa reação (WATKINS, 1986). De fato, apesar do barco de turismo manter na maior parte do tempo a distância de 100 metros estipulada pela legislação brasileira, eles alteram a rotação do motor enquanto o grupo está submerso, eles cruzam o caminho das baleias, aumentam e diminuem a velocidade constantemente e então provavelmente geram os sons descritos por WATKINS (1986).

Seria esperado que grupos fêmea e filhote reagissem ainda mais fortemente a presença de embarcações dentro do raio de 100 metros de distância do que a embarcações a 100–300 metros. A única mudança comportamental significativa para a fêmea foi o aumento da velocidade natação, filhotes apresentaram menor proporção de tempo em *milling* e menor taxa de ocorrência de rolando na superfície, nenhuma outra alteração foi estatisticamente

detectada. A não ocorrência do comportamento colo pelo filhote enquanto os barcos estavam a menos de 100 metros merece atenção e pode-se dizer que a limitação do tamanho amostral na categoria 1 pode ter interferido nos resultados. Possivelmente, a falta de diferenças significativas deve-se a erros estatísticos tipo II. Vale mencionar que, todos os seis casos de barcos presentes dentro do raio de 100 metros de uma fêmea com filhote analisados neste estudo, eram embarcações relacionadas à pesquisa, as quais aproximam-se a menos que 100 metros para realizar o trabalho, porém evitam mudanças bruscas de direção e velocidade ou deixam o motor em neutro na maior parte do tempo, reduzindo consideravelmente o nível sonoro (AU & GREEN, 2000).

O comportamento das baleias com barcos posicionados além dos 300 metros não foi diferente do das baleias do grupo controle (categoria 0). Supondo que os barcos naveguem a uma velocidade média de 15 km/h, demoraria cerca de 4 minutos para percorrer uma distância de 1 km, então o tempo em que as baleias ficaram expostas ao barco, neste estudo, foi muito menor que o tempo total de observação focal. O tempo médio das observações focais da categoria 3 foi 48,6 minutos, podendo diluir qualquer mudança comportamental que poderia ter ocorrido quando barcos estavam presentes além dos 300 metros, como observado em alguns estudos (*e.g.*, BAUER, 1986; BAKER & HERMAN, 1989; GREEN & GREEN, 1990). Mesmo assim, acreditamos que ao menos visualmente não é possível atribuir uma certa reação de uma baleia jubarte à presença de um barco que não esteja perto, porque outros fatores não relacionados a ele e fora da visão e controle dos observadores podem influenciar no comportamento delas.

Reações de curto prazo a barcos de turismo são bem documentadas na literatura e mais uma vez foi observada aqui, entretanto a questão fundamental de quais serão os efeitos de longo prazo desse turismo, ainda precisa ser respondida. O comportamento normal de fêmeas e seus filhotes foi alterado na presença de embarcação e isso pode interferir em suas demandas energéticas. Repetidas mudanças de curto prazo como estas, podem levar a um efeito cumulativo, podendo impedir que os animais realizem suas atividades cotidianas

normais. A ocorrência de um algum dano a um segmento particular, ou a um número significativo de indivíduos na população acarreta riscos à sua conservação (LIEN, 2001). O turismo de observação de cetáceos está se expandindo na costa do Brasil (CIPOLOTTI *et al.*, 2005), em regiões dentro e fora de áreas protegidas. Apesar de não se ter informação da porcentagem da população de baleias que pode estar sendo afetada, sabe-se que estas interações ocorrem em grande parte da sua distribuição e certamente nem todas as pessoas conduzindo esse turismo têm conhecimento e consciência da legislação brasileira.

Se as alterações comportamentais de curto prazo descritas aqui vêm acompanhadas de um efeito de longo prazo, no sentido das baleias passarem a evitar a região do Arquipélago como uma área de reprodução, ainda não foi verificada. Estimativas de abundância na região mostram que a população está aumentando (FREITAS *et al.*, 2004; ANDRIOLI *et al.*, 2006). Um estudo de sete anos (1998 a 2004) realizado na área ao redor do ponto fixo de observação em Abrolhos mostrou que as avistagens de baleias por varredura aumentaram, especialmente entre 2002 a 2004 (capítulo 2 desta tese).

Entretanto, em espécies animal que têm vida longa e reprodução lenta, os efeitos causados pela diminuição da proporção de tempo em estado comportamental repouso no *fitness* e no sucesso reprodutivo, e por consequência, no tamanho populacional, pode levar tempo para ser detectado (WILSON *et al.*, 1999; THOMPSON *et al.*, 2000) e pode não ser observado até que, de fato, ocorra (TYACK *et al.*, 2004).

Tendo isso em vista, é recomendado que na legislação brasileira e em locais onde os regulamentos do turismo de observação de baleia não mencionam, deve-se estabelecer uma zona de cuidado de 300 metros ao redor de um grupo de baleia. Dentro desta área, as embarcações devem reduzir a velocidade e evitar mudanças repentinas tanto na direção, quanto na velocidade de deslocamento (*i.e.*, nível de som). A legislação brasileira que regulamenta esse turismo deve ser respeitada pelas embarcações que desenvolvem essa atividade e para isso, um trabalho extensivo de educação ambiental nas comunidades locais deve ser constantemente realizado, assim como treinamento da tripulação dos barcos e uma

efetiva fiscalização, visando o cumprimento da legislação, deve ser feita pelas autoridades brasileiras competentes.

## Agradecimentos

Este estudo teve apoio financeiro e logístico do Instituto Baleia Jubarte, IFAW - *International Fund for Animal Welfare*, Petrobrás, Arim Componentes para Fogão Ltda e Parque Nacional Marinho dos Abrolhos/IBAMA. Agradecemos ainda à Marinha do Brasil (Rádio Farol de Abrolhos) pelo apoio logístico. Agradecemos aos estagiários do Instituto Baleia Jubarte, pois sem eles não teria sido possível a obtenção dos dados. Um agradecimento especial à Cristiane Cavalcanti de Albuquerque Martins e Cláudia Brigagão Petta pelo auxílio no campo como observadores principais, para Milton Marcondes e MsC. Renata S. Sousa-Lima pelos ótimos comentários e melhoria desse trabalho.

## Referências bibliográficas

- ALTMANN, J. Observational study of behavior: sampling methods. **Behavior**, v. 49, p. 227-267, 1974.
- ANDRIOLI, A.; KINAS, P. G.; ENGEL, M. H.; MARTINS, C. C. A. Monitoring humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) population in the Brazilian breeding ground, 2002 to 2005. **International Whaling Commission 58<sup>th</sup> Meeting**, v. SC/58/SH15, 12 p, 2006. [disponível em [www.iwcoffice.org](http://www.iwcoffice.org)].
- AU, W.W.L.; GREEN, M. Acoustic interaction of humpback whales and whale-watching boats. **Marine Environmental research**, v. 49, p. 469-481, 2000.
- BAKER, S. 1988. Behavioral responses of humpback whales to vessels in Glacier Bay. **Proceedings of the Workshop to Review and Evaluate Whale Watching Programs and Management Needs**, Center for Marine Conservation, Washington, DC, November 1988. 16pp.
- BAKER, C.S.; HERMAN, L.M. Behavioral responses of summering humpback whales to vessel traffic: experimental and opportunistic observations. **Final report to the National Park Service Alaska Regional Office**, Tech. Rep. No. NPS-NR-TRS-89-01, Anchorage, Alaska. 50pp. 1989. [Available from Glacier Bay National Park, PO Box 140, Gustavus, Alaska 99826].

BAKER, S.C.; HERMAN, L.M.; BAYS, B.G.; STIFEL W.F. The impact of vessel traffic on the behavior of humpback whales in the Southeast Alaska. **Final report for the National Marine Mammal laboratory**, Seattle, Washington (contract number 81-ABC-00114), 39 pp, 1982.

BAUER, G.B. 1986. The behavior of humpback whales in Hawaii and modification on behavior induced by human activity. 314pp. 1986. PhD thesis. University of Hawaii, Honolulu. 1986.

BAUER, G.B.; MOBLEY, J.R.; HERMAN, L.M. Responses of wintering humpback whales to vessel traffic. **Journal of Acoustic Society of America**, v. 94, n. 3, p.1848, 1993.

BISI, T. L. **Comportamento de filhotes de baleia jubarte, *Megaptera novaeangliae*, na região ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Bahia (Brasil)**. 2006. ix+90p. Dissertação (mestrado em Ecologia). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006

CHITTLEBOROUGH, R.G. Dynamics of two population of the humpback whale *Megaptera nodosa* (Bonaterre). **Australian Journal of Marine Freshwater Research**, v. 16, p. 33-128, 1965.

CIPOLOTTI, S.R.C.; MORETE, M.E; BASTO, B.L.; ENGEL, M.H.; MARCOVALDI, E. Increasing of whale watching activities on Humpback whales in Brazil: implications, monitoring and research. **International Whaling Commission 57<sup>th</sup> Meeting** 15p, 2005. [disponível em [www.iwcoffice.org](http://www.iwcoffice.org)].

CLAPHAM P.J.; MATILLA, D.K.; PALSBOLL P.E. High-latitude-area composition of humpback whales competitive groups in Samana Bay: further evidence for panmixis in the North Atlantic population. **Canadian Journal of Zoology**, v. 71, p. 1065-1066, 1993.

CLAPHAM, P.J. The social and reproductive biology of Humpback Whales: an ecological perspective. **Mammal Review**, v. 26, n. 1, p. 27-49, 1996.

CORKERON, P. J. Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Hervey Bay, Queensland: behavior and responses to whale-watching vessels. **Canadian Journal of Zoology**, v. 73, p. 1290-1299, 1995.

FRANKEL, A. S.; CLARK, C.W. Results of low-frequency playback of M- sequence noise to humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in Hawai'i. **Canadian Journal of Zoology**, v. 76, p. 521-535, 1998.

FRANKEL A. S.; CLARK, C.W.; HERMAN, L.M.; GABRIELE, C.M. Spatial distribution habitat utilization, and social interaction of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, off Hawaii, determined using acoustic and visual techniques. **Canadian Journal of Zoology**, v. 73, p.1134-1146, 1995.

FREITAS, A. C.; KINAS, P. G.; MARTINS, C. C. A.; ENGEL, M. H. Abundance of humpback whales on the Abrolhos Bank wintering ground Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 6, n. 3, p. 225-230, 2004.

GLOCKNER-FERRARI, D. A.; FERRARI, M. J. Individual identification, behavior, reproduction and distribution of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in Hawaii. **National Technical Information service Report**, v. MMC-83/06, 1985.

GLOCKNER-FERRARI, D.A.: FERRARI, M.J. Reproduction on the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) in Hawaiian waters, 1975-1988: the life history, reproductive rates and behavior of known individuals identified through surface and underwater photography. **Report of the International Whaling commission**, special issue v. 12, p. 161-169, 1990.

GREEN, M.; GREEN, R.G. Short-term impact of vessel traffic on the Hawaiian humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). **Paper presented at the Annual Meeting of the Animal Behavior Society**, Buffalo, NY, 1990 (unpublished). [Available at [www.oceanmammalinst.com/w90.htm](http://www.oceanmammalinst.com/w90.htm)].

HECKEL, G.D. **The influence of whalewatching on the behaviour of gray whales (*Eschrichtius robustus*) in Todos Santos Bay, Baja California, and surrounding waters: Management plan proposal.** PhD thesis. 102p. 2001. Universidad Autónoma de Baja California Facultad de Ciencias Marinas. 2001

HOYT, E. The worldwide value and extent of whale watching. **Report to Whale and Dolphin Conservation Society, Bath, UK.** (unpublished). 1995. 36 pp. [Available from the Whale and Dolphin Conservation Society, Bath, UK.].

LIEN, J. The conservation basis for the regulation of whale watching in Canada by the Department of Fisheries and Oceans: a precautionary approach. **Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 2363: vi + 38p, 2001.

LOCKYER, C.H. 1981. Growth and energy budgets of large baleen whales from the Southern Hemisphere. **Mammals in the seas - FAO Fisheries series**, v. 5, n. 3, p. 379-487, 1981.

MANN, J. Behavioral sampling methods for cetaceans: a review and critique. **Marine Mammal Science**, v.15, n. 1, 102-122, 1999.

MARTINS, C.C.A. **O uso do Sistema de Informações Geográficas como ferramenta na identificação de áreas prioritárias para a conservação da baleia jubarte, *Megaptera***

***novaehangliae*, em seu habitat reprodutivo na Costa Leste do Brasil.** 2004.119p. Dissertação (mestrado). Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil, 2004.

MARTINS, C. C. A.; MORETE, M. E.; ENGEL, M. H.; FREITAS, A. C.; SECCHI, E. R.; KINAS, P.G. Aspects of habitat use patterns of humpback whales in the Abrolhos Bank, Brazil, breeding ground. **Memoirs of the Queensland Museum**, v. 47, n. 2, p. 563-570, 2001.

MILLS, H. 1996. *Aardvark*. Cornell: Cornell University.

MOBLEY, J. R.; HERMAN, L. M. Transience of social affiliations among humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the Hawaiian wintering grounds. **Canadian Journal of Zoology**, v. 63, p. 762-772, 1985.

MORETE, M. E.; PACE III, R.M.; MARTINS, C. C. A.; FREITAS, A. C.; ENGEL, M. H. Indexing seasonal abundance of humpback whales around Abrolhos Archipelago, Bahia, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 2, n. 1, p. 21-28, 2003a.

MORETE, M. E.; FREITAS, A.C.; ENGEL, M. H.; PACE III, R.M.; CLAPHAM, P. J. A novel behavior observed in humpback whales in wintering grounds at Abrolhos Bank (Brazil). **Marine Mammal Science**, v. 19, n. 4, p. 694-707, 2003b.

MORETE, M.E.; BISI, T.L.; ROSSO, S. Temporal pattern of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) group structure around Abrolhos Archipelago breeding region, Bahia, Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 87, p. 87-92, 2007.

PIZZORNO, J. L. A.; LAILSON-BRITO, J. L.; DORNELES, P. R.; AZEVEDO, A. F.; GURGEL, I. M. G. N. Review of strandings and additional information on humpback whales, *Megaptera novaeangliae* in Rio de Janeiro, Southeastern Brazilian coast (1981-1997). **Reports of the International Whaling Commission**, v. 48, p. 443-446, 1998.

SALDEN, D. R. Humpback whale encounter rates offshore of Maui, Hawaii. **Journal of Wildlife Management**, v. 52, n. 2, 301-304, 1988.

SCHEIDAT, M.; CASTRO, C.; GONZALEZ, J.; WILLIANS, R. Behavioral responses of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) to whalewatching boats near Isla de la Plata, Machalilla National Park, Ecuador. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 6, p. 63-68, 2004.

STATSOFT, INC. 2001. **STATISTICA: data analysis software system**, version 6. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

THOMAS, P. O.; TABER, S. M. Mother-infant interaction and behavioral development in southern right whales, (*Eubalaena australis*). **Behavior**, v. 88, p. 42-60, 1984.

THOMPSON, P.M.; WILSON, B.; GRELLIER, K.; HAMMOND, P. Combining power analysis and population viability analysis to compare traditional and precautionary approaches to conservation of coastal cetaceans. **Conservation Biology**, v. 14, p. 1253-1263, 2000.

TYACK, P. Interactions between singing hawaiian humpback whales and conspecifics nearby. **Behavior Ecology and Sociobiology**, v. 8, p. 105-116, 1981.

TYACK, P.; GORDON, J.; THOMPSON, D.. Controlled exposure experiments to determine the effects os noise on marine mammals. **Marine Technology Society Journal**, v. 37, n. 4, p. 41-53, 2004.

WATKINS, A.W. Whale reactions to human activities in cape Cod Waters. **Marine Mammal Science**, v. 2, n. 4, p. 251-262, 1986.

WHITEHEAD, H.; MOORE, M. J. Distribution and movements of West Indian humpback whales in winter. **Canadian Journal of Zoology**, v. 60, p. 2203-2211, 1982.

WILLIAMS, R.; TRITES, A.; BAIN, D.E. Behavioural responses of killer whales (*Orcinus orca*) to whale- watching boats: opportunistic observations and experimental approaches. **Journal of Zoology. London**, v. 256, p. 255-270, 2002.

WILSON, B.; HAMMOND, P.S.; THOMPSON, P.M. Estimating size and assessing trends on a coastal bottlenose dolphin population. **Ecological Applications**, v. 9, p. 288-300, 1999.

WÜRSIG, B.; CIPRIANO, F.; WÜRSIG, M. Dolphin movement patterns: information from radio and theodolite tracking studies. In: K. PRYOR; NORRIS K.S. (Eds). **Dolphin Societies**. Berkeley: University of California Press, 1991. p. 79-111.

ZERBINI, A.N.; ANDRIOLI, A.; DA ROCHA, J.M.; SIMÕES-LOPES, P.C.; SICILIANO, S.; PIZZORNO, J.L.A.; WAITE, J.M.; DEMASTER, D.P; VANBLARICOM, G.R. Distribution and abundance of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, off Northeastern Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 6, n. 1, p. 101-107, 2004.

## **Capítulo 6**

### **Discussão Geral**

---

A população de baleias jubarte que usa as águas brasileiras como área de reprodução e cria está crescendo (ver: KINAS & BETHLEM, 1998; FREITAS *et al.*, 2004; ANDRIOLI *et al.*, 2006) e aumentando sua área de ocorrência (LODI, 1994; PIZZORNO *et al.*, 1998; MARTINS, 2004).

Na região do Arquipélago dos Abrolhos, esse padrão geral pôde ser observado ao longo de sete anos, entre 1998 e 2004. Neste período, houve um aumento gradual do influxo de baleias jubarte adultas sem entretanto, haver um aumento concomitante nas avistagens de filhotes até o ano de 2003.

Mesmo assim, esta região ao redor do arquipélago, quando comparada a outras regiões do mundo, ainda é caracterizada por uma altíssima freqüência de grupos com filhotes, requerendo manejo adequado, pois grupos de fêmea com filhote são vulneráveis à presença humana (*e.g.*, LIEN, 2001; SCHEIDAT *et al.*, 2004).

Estudos comportamentais de longo prazo na região, além de serem a chave para o entendimento da estrutura social de cetáceos (MANN, 2000), são importantes para investigação das consequências de atividades antrópicas (BEDJER *et al.*, 2006). Abrolhos, além de ser destino de embarcações de turismo, está próximo a rotas de barcaças e navios, atividades que podem causar impactos de curto (*e.g.*, BAUER 1986) e longo prazo à população (*e.g.*, GLOCKNER-FERRARI & FERRARI, 1985; BEDJER *et al.*, 2006).

Verificou-se neste estudo que existe uma dinâmica temporal intra-temporada: baleias gradualmente chegam, se concentram e partem da região dos Abrolhos e isto envolve aspectos dos padrões migratórios da espécie, de mudanças no *status* social dos indivíduos e de características das estratégias de acasalamento (*e.g.*, DAWBIN, 1966; CRAIG *et al.*, 2002). A medida que a temporada progride, a freqüência das diferentes categorias de grupo de baleias jubarte se alteram, de grupos sem filhotes para grupos com filhotes, assim como os

comportamentos, os quais, dentro de cada categoria de grupo, parecem adequar-se ao estágio de desenvolvimento do filhote (para aqueles grupos com filhote) e refletem o que parece estar relacionado a busca por acasalamentos e interações sociais.

Ao longo das 7 temporadas estudadas, não houve mudanças na estruturação de grupos de baleias jubarte, nem houve alterações comportamentais marcantes. Pelo menos em médio prazo (em 7 anos), ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, as baleias jubarte mantiveram um padrão geral de organização estável, porém isso não quer dizer que o cenário não mereça cuidados: em espécies animais com longa expectativa de vida e lenta reprodução, as alterações em nível populacional podem levar muitos anos para serem detectadas (e.g., TYACK *et al.*, 2004). Com isso, não se pode afirmar que as baleias de Abrolhos não estejam sofrendo consequências do turismo de observação de cetáceos e de outras atividades antrópicas.

A presença de barcos num raio de 100-300 metros de grupos fêmea e filhote causaram alterações comportamentais importantes nesses animais (mães diminuíram o tempo em repouso e filhotes diminuíram o que parece ser amamentação). Se repetidas freqüentemente, estas alterações têm o potencial de levar a um efeito de longo prazo, tornando-se um risco à população, como já verificado para outras espécies de cetáceos (e.g., BEDJER *et al.*, 2006). Também, é curioso que somente no ano de 2004 ocorreu um aumento no número de filhotes avistados na área de estudo; entre 1998 e 2003, o número de avistagens de filhotes não acompanhou o aumento das avistagens dos adultos, como se algum fator estivesse influenciando na proporção adulto:filhote. Mudanças das proporções de categorias de grupo não foram verificadas ao longo dos anos, logo não podem ser a causa desse aumento de proporção de adultos; então pode-se pensar que, ou fêmeas com filhotes estariam ocupando outras áreas, ou ainda que a taxa reprodutiva das baleias jubarte na região estivesse decaindo. Porém antes de maiores especulações e preocupações, é necessário saber se o observado durante a temporada 2004 em relação ao aumento das avistagens de filhotes está se mantendo ao longo dos anos, ou se foi um ano atípico.

Como reflexo deste questionamento sugere-se que a região ao redor do Arquipélago dos Abrolhos seja monitorada periodicamente segundo uma metodologia padronizada de modo a maximizar a representatividade amostral e ao mesmo tempo viabilizar comparações. Através da continuidade de um programa deste tipo, se chegaria à escala de longo prazo na investigação dos padrões (ou alterações deles) com que as baleias jubarte utilizam a área e como vêm respondendo às pressões antrópicas.

Um estudo sobre a estrutura populacional incluindo a taxa reprodutiva de fêmeas deve ser realizado na região, mas para isso o reconhecimento dos indivíduos se faz necessário. Um trabalho unindo metodologia de observação focal a partir de ponto fixo e identificação por meio de fotografia ou genética, seria muito interessante. Como sugerido por CLAPHAM (2000), animais de diferentes sexos, idades, condições reprodutivas e *status* social devem ser observados por longos períodos para se determinar seus padrões diários de deslocamento, comportamento e associações com outros indivíduos. A partir daí seria possível responder a questões fundamentais sobre como acontecem as interações dos indivíduos, como o comportamento da fêmea difere do macho, do juvenil difere do adulto, qual é o verdadeiro papel do escorte junto a pares fêmea e filhote, e quem são os indivíduos em grupos TRIO (estes podem ser considerados grupos de corte e acasalamento?).

Como se vê, muito sobre a organização social desses animais pode ser esclarecido, com perspectivas de se implantar um adequado plano de manejo da área.

Num plano um pouco mais específico, uma pesquisa capaz de ajudar a elucidar a função do estado comportamental exposição caudal seria correlacionar temperaturas da água e ar ao longo da temporada com a freqüência de ocorrência deste estado - como foi visto, à medida que a temporada progride, aumenta a freqüência com que grupos realizam exposição caudal.

Um estudo interessante que poderia ser realizado, seria comparar os índices de abundância gerados a partir do ponto fixo, com as estimativas realizadas a partir de cruzeiro

de pesquisa e sobrevôo aéreo, já que se verificou que, de uma certa maneira, o padrão observado ao redor dos Abrolhos reflete o Banco dos Abrolhos.

Existem indícios de que as regiões da Geórgia do Sul e das Ilhas Sanduíche do Sul sejam as áreas de alimentação dessa população (ZERBINI *et al.*, 2006). Se isso se confirmar, estudos correlacionando eventos ecológicos nas áreas de veraneio podem ajudar a elucidar a dinâmica de flutuação de abundância de baleias jubarte observada em Abrolhos.

E finalmente, num direcionamento mais administrativo, sugere-se que a legislação brasileira, no caso a portaria nº 117 de 26 dezembro de 1996 - alterada pela Portaria nº 24, de 8 de fevereiro de 2002, seja novamente alterada, criando-se uma zona de atenção num raio de 100-300 metros em torno do grupo de baleia em foco, onde a velocidade da embarcação deve ser reduzida e constante, evitando mudanças repentinhas e bruscas de rumo.

## Referências bibliográficas

ANDRIOLI, A.; KINAS, P. G.; ENGEL, M. H.; MARTINS, C. C. A. Monitoring humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) population in the Brazilian breeding ground, 2002 to 2005. **International Whaling Commission 58<sup>th</sup> Meeting**, v. SC/58/SH15, 12 p, 2006. [disponível em [www.iwcoffice.org](http://www.iwcoffice.org)].

BAUER, G. B. **The behavior of humpback whales in Hawaii and modifications on behavior induced by human activity**. 314p. PhD Thesis – University of Hawaii, Honolulu, 1986.

BEDJER, L.; SAUMEL, A.; WHITEHEAD, H.; GALES, N.; M, J.; CONNOR, R.; HEITHAUS, M.; WATSON-CAPPS, J.; FLAHERTY, C.; KRÜTZEN, M. Decline in relative abundance of bottlenose dolphins exposed to long-term disturbance. **Conservation Biology**, v. 20, n. 6, p.1791-1798, 2006.

CLAPHAM, P. J. The humpback whale: Seasonal Feeding and Breeding in Baleen Whales. In: MANN, J.; CONNOR, R. C.; TYACK, P. T.; WHITEHEAD, H. (Eds.) **Cetaceans Societies: Field Studies of dolphins and whales**. Chicago: The University of Chicago Press, 2000. cap. 7, p. 173-198.

CRAIG, A. S.; HERMAN, L. M.; PACK, A. A. Male mate choice and male-male competition coexist in the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). **Canadian Journal of Zoology**, v. 80, p. 745-755, 2002.

DAWBIN, W. H. The seasonal migratory cycle of humpback whale. In: NORRIS, K. S. (Ed.) **Whales, dolphins, and porpoises**. Berkeley: University of California Press, 1966. cap. 9, p. 145-170.

FREITAS, A. C.; KINAS, P. G.; MARTINS, C. C. A.; ENGEL, M. H. Abundance of humpback whales on the Abrolhos Bank wintering ground Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 6, n. 3, p. 225-230, 2004.

GLOCKNER-FERRARI, D. A.; FERRARI, M. J. Individual identification, behavior, reproduction and distribution of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in Hawaii. **National Technical Information Service Report**, v. MMC-83/06, 1985.

KINAS, P.G.; BETHLEM, C.B.P. Empirical Bayes Abundance Estimation of a close Population Using Mark- Recapture Data, with Application to Humpback Whales, *Megaptera novaeangliae*, in Abrolhos, Brazil. **Report International Whale Commission**. v. 48, p. 447-450, 1998.

LIEN, J. The conservation basis for the regulation of whale watching in Canada by the Department of Fisheries and Oceans: a precautionary approach. **Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences** 2363: vi + 38pp, 2001.

LODI, L. Ocorrências de baleias-jubarte, *Megaptera novaeangliae*, no Arquipélago de Fernando de Noronha, incluindo um resumo de registros de capturas no Nordeste do Brasil. **Biotemas**, v. 7, p. 116-123, 1994.

MANN, J. Unraveling the Dynamics of Social life: Long-term studies and Observational Methods. In: MANN, J.; CONNOR, R. C.; TYACK, P. T.; WHITEHEAD, H. (Eds.) **Cetaceans Societies: Field Studies of dolphins and whales**. Chicago: The University of Chicago Press, 2000, cap. 2, p. 45-64.

MARTINS, C.C.A. **O uso do Sistema de Informações Geográficas como ferramenta na identificação de áreas prioritárias para a conservação da baleia jubarte, *Megaptera novaeangliae*, em seu habitat reprodutivo na Costa Leste do Brasil**. 2004.119p. Dissertação (mestrado). Universidade de Brasilia, Brasilia, DF, Brasil. 119pp.

PIZZORNO, J. L. A.; LAILSON-BRITO, J. L.; DORNELES, P. R.; AZEVEDO, A. F.; GURGEL, I. M. G. N. Review of strandings and additional information on humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in Rio de Janeiro, Southeastern Brazilian coast (1981-1997). **Reports of the International whaling Commission**, v. 48, p. 443-446, 1998.

SCHEIDAT, M.; CASTRO, C.; GONZALEZ, J.; WILLIANS, R. Behavioral responses of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) to whalewatching boats near Isla de la Plata, Machalilla National Park, Ecuador. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 6, p. 63-68, 2004.

TYACK, P.; GORDON, J.; THOMPSON, D. Controlled exposure experiments to determine the effects of noise on marine mammals. **Marine Technology Society Journal**, v. 37, n.4, p. 41-53, 2004.

ZERBINI, A. N.; ANDRIOLLO, A.; HEIDE-JØRGENSEN, M. P.; PIZZORNO, J. L.; MAIA, Y. G.; VANBLARICOM, G. R.; DEMASTER, D. P.; SIMÕES-LOPES, P. C.; MOREIRA, S.; BETHLEM, C. Satellite monitored movements of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Southwest Atlantic Ocean. **Marine Ecology Progress Series**, v. 313, p. 295-304, 2006.

## **Anexo Avulso**

## Anexo 1

### **Observação de ponto fixo e o uso do teodolito como ferramenta para estudos comportamentais de cetáceos. Um olhar crítico.**

---

#### **Considerações sobre observações realizadas a partir de ponto fixo em terra.**

Observações a partir de ponto fixo em terra possibilitam que se tenha uma ampla visão e o posicionamento espacial de cetáceos, permitindo uma melhor observação dos grupos. Além disso, observar baleias de um ponto remoto é importante por não interferir no seu comportamento natural (*e.g.*, WÜRSIG *et al.*, 1991), porém essa técnica apresenta alguns fatos que devem ser verificados. Um deles é a dificuldade em reconhecer as baleias individualmente a partir do ponto de observação, o que pode causar dependência dos dados. Num estudo realizado com baleia jubarte no Havaí, SMULTEA (1994) usando metodologia de varreduras (4 ao dia), considerou seus dados independentes após eliminar as observações referentes a indivíduos reconhecidos. FRANKEL & CLARK (2002) concluíram que seus dados de varreduras eram independentes, pois as varreduras eram espaçadas por um período de pelo menos 1 hora. BAKER *et al.* (1982) atestam que apesar de ser provável que alguns indivíduos tenham sido observados mais de uma vez, o grande número de animais na área e a grande movimentação dos indivíduos torna provável que uma re-amostragem não superestime de maneira significante.

E, segundo SALDEN (1988) se os métodos para avistamento das baleias permanecem os mesmos e se a visibilidade também é razoavelmente constante, comparações entre anos são válidas.

#### **O uso de teodolitos**

Teodolito é um equipamento usado em topografia (ver fotos anexo 2). Ele fornece dois ângulos de um alvo, um vertical (angulação entre o teodolito e o alvo) e outro horizontal

(angulação que marca o azimute) em graus ( $^{\circ}$ ), minutos ( $'$ ) e segundos ( $''$ ). Teodolitos em pontos fixos de observação em terra têm sido utilizados com sucesso desde a década de 1970 no estudo de várias espécies de cetáceos, em vários locais do mundo (TYACK, 1981; BAKER *et al.*, 1982; SUMICH, 1983; BAUER, 1986; JEFFERSON, 1987; WÜRSIG *et al.*, 1991; KRUSE, 1991; SMITH, 1993; SMULTEA, 1994; BEST *et al.*, 1995; MOBLEY *et al.*, 1988; FRANKEL & CLARK 1998; BEDJER *et al.*, 1999; FRANKEL & CLARK, 2000; JOHNSTON, 2002; FRANKEL & CLARK 2002; HECKEL, 2001; HARZEN, 2002; WILLIANS *et al.*, 2002; COX *et al.*, 2003; MORETE *et al.*, 2003). A vantagem do uso de teodolitos é a possibilidade de observação dos animais sem a interferência do observador, obtendo-se dados relativamente precisos de suas posições, padrões de movimentação, velocidade de deslocamento, distribuição espacial e interações de baleias, além de ser uma técnica relativamente barata (WÜRSIG *et al.*, 1991). Entretanto a maioria dos estudos comportamentais de baleia jubarte foi realizado a partir de embarcações (*e.g.*, GLOCKNER & VENUS, 1983; CORKERON, 1995), o que provavelmente interferiu no comportamento dos animais, já que é sabido que baleias reagem a presença de barcos (*e.g.*, BAUER *et al.*, 1986). Alguns estudos de baleia jubarte envolvendo observação de ponto fixo com o uso de teodolito foram realizados por FRANKEL *et al.* (1995), FRANKEL & CLARK (1998) e FRANKEL & CLARK (2000), que investigaram respostas de grupos de baleias a diferentes tipos de sons. TYACK (1981) estudou a relação entre coespecíficos e BAKER *et al.* (1982) e BAUER (1986) estudaram mais especificamente o impacto de embarcações e atividades humanas no comportamento das baleias jubarte.

Para o posicionamento da baleia ou grupo de baleia faz-se uma trigonometria simples: a distância da projeção da localização do ponto fixo ao nível da altura do mar até a baleia (X) é igual a altura do visor do teodolito em relação ao nível do mar (H) multiplicado pela tangente do ângulo vertical (figura 1). Existem alguns programas de computador usados com teodolito, *Cyclops*, *Pitágoras* e *Aardvark*. Entre eles o programa *Aardvark* (MILLS, 1996) registra dados em tempo real e traduz as leituras digitais do teodolito dos pontos de avistamento em coordenadas geográficas, levando em consideração a curvatura da Terra e a

altura do visor do teodolito em relação ao nível do mar (FRANKEL *et al.* 1995; FRANKEL & CLARK 1998). Segundo TYACK (1981) não é necessário usar correção para refração da luz. De fato, com exceção de um estudo realizado por BEST *et al.* (1995), nenhum dos estudos citados anteriormente nesse texto considerou este fator.

O uso do teodolito pode trazer muitos erros nos posicionamentos das baleias, devendo-se portanto ter cautela quando este método for utilizado.

A precisão no posicionamento diminui com a distância do ponto de observação ao alvo. Quanto mais distante estiver a baleia do ponto de observação, a precisão da leitura do ângulo vertical diminui, pois quanto mais longe, a mesma amplitude de ângulos vertical corresponde a uma área maior (figura 2). Esta falta de precisão pode ser desconsiderada se o ponto fixo for relativamente alto ou se a área amostral for relativamente pequena. WÜRSIG *et al.* (1991) dizem que para uma área de estudo de 5 km o ponto de observação deve ter pelo menos 20 metros de altura.

Apesar da distância e baixa altura do ponto de observação poderem implicar em erros, em alguns trabalhos parece que essa questão não foi considerada. COX *et al.* (2003), a partir de um ponto de observação de 3,8 metros amostraram um raio de 600 metros. BAKER *et al.* (1982) a partir de um ponto de observação de 17,2 metros amostraram uma área de 4 km de raio.

Também a imprecisão no estabelecimento da altura do observador (visor do teodolito) acima do nível do mar é problemática por se traduzir em um valor errado do cateto H (figura 1), erro esse proveniente da medição errada do perfil topográfico do local e da amplitude de maré (*i.e.*, WÜRSIG *et al.* 1991). Em alguns estudos onde foram usados teodolitos, a variação de maré não foi levada em consideração por ser considerada pequena. Como exemplo, TYACK (1981) não considerou uma variação de 30 cm na região de Maui, BAUER (1986) considerou a amplitude da maré pequena durante o tempo amostrado e não apresentou os valores e SUMICH (1983) nem mesmo mencionou a maré. Os pontos de observação destes estudos, entretanto, estavam a pelo menos 80 metros acima do nível do mar, altura relativamente elevada para, no

caso de amplitude de maré pequena, não ocasionar muitos erros de posicionamento. No estudo realizado por HECKEL (2001), a autora não cita a maré, porém cita WÜRSIG *et al.* (1991) dizendo que “um erro de 1 metro na altura do ponto de observação pode representar um erro de 15 metros no posicionamento do objeto que está a 1000 metros”. Essa extração não pode ser feita, pois dependendo da altura do ponto de observação esse erro varia.

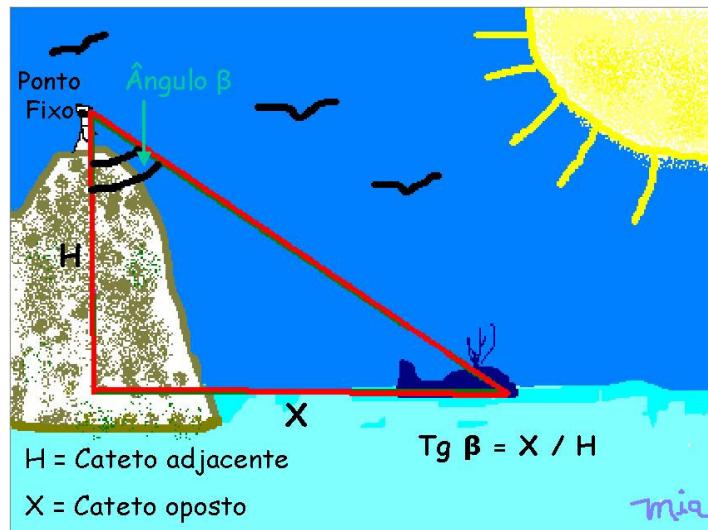


Figura 1: Para posicionamento do grupo de baleia usa-se trigonometria simples: sabendo a altura do ponto fixo ( $H$ ), o ângulo vertical ( $\beta$ ) e o horizontal, obtidos com o teodolito, obtêm-se o posicionamento do grupo.

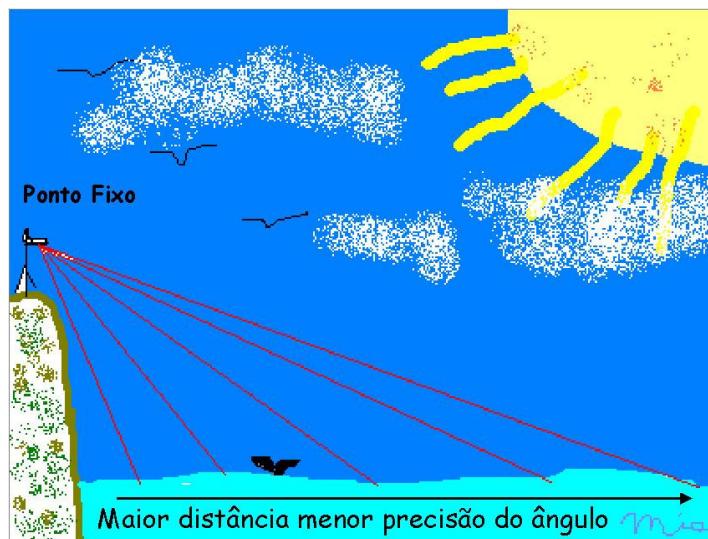


Figura 2. Quanto mais distante o alvo do ponto de observação, a precisão da leitura do ângulo vertical diminui, pois quanto mais longe, a mesma amplitude de ângulos vertical corresponde a uma área maior.

Por outro lado, a tábua de maré propriamente dita nem sempre é necessária para correção da altura do ponto fixo, alguns estudos mediram a oscilação da maré de outras formas, usando algum tipo de marcador ao nível do mar próximo ao ponto de observação. Por exemplo, DENARDO *et al.* (2001) usaram um poste com marcações horizontais, WILLIAMS *et al.* (2002) usaram uma pedra na costa com marcações de 10 em 10 cm, entretanto é necessário cautela, pois normalmente em locais na costa a ondulação pode mascarar a maré, gerando um valor errado.

Apesar da maioria dos autores não ter mencionado em seus estudos, outra fonte de erro na altura do visor do teodolito em relação ao nível do mar pode ser causada por ondulações. Segundo TYACK (1981) esta ondulação pode provocar um erro na altura do ponto fixo de  $\pm 50$  cm. WÜRSIG *et al.* (1991) dizem que erros gerados por outros fatores que não altura do ponto de observação (*i.e.*, condições atmosféricas e ondulação) são difíceis de ser corrigidos, entretanto segundo TYACK (1981), felizmente as posições consecutivas de baleias, ou relativas a interação entre baleias, ou barco/baleia, são os pontos importantes para os comportamentos a serem interpretados e estes erros de posições relativas são menores que um comprimento de baleia.

Outra fonte de erro é a acuidade visual do observador, especialmente nas observações a maior distância, porém diversos autores (TYACK 1981; BAKER *et al.* 1982; SUMICH 1983; BAUER 1986; JEFFERSON 1987; WÜRSIG *et al.* 1991; KRUSE 1991; SMULTEA 1994; BEST *et al.* 1995; MOBLEY *et al.* 1988; FRANKEL & CLARK 1998; BEDJER *et al.* 1999; FRANKEL & CLARK 2000; FRANKEL & CLARK 2002; HECKEL 2001; HARZEN 2002; WILLIANS *et al.* 2002) que realizaram pesquisas usando teodolito não consideraram importante ou nem mencionaram esse tipo de incerteza oriunda de diferentes observadores manipulando o teodolito. Somente FRANKEL *et al.* (1995) mencionaram que a precisão do equipamento também depende do manuseio do instrumento, porém não deram maiores detalhes.

Independente do observador, independente da altura do ponto de observação, existe ainda o erro intrínseco ao aparelho. Teodolitos mais antigos posicionavam os alvos com o

máximo de precisão de 20''. BAKER *et al.* (1982) realizaram ponto fixo a partir de uma altura de 17,2 metros, usando um aparelho com erro intrínseco de 20'' e descreveram: “erro intrínseco ao teodolito gera erro de 2 metros a 1km de distância; 8 metros a 2 km de distância e 32 metros a 4 km de distância”. Apesar disto, trabalharam numa área com raio de 4 km. BAUER (1986) usou teodolito com 10'' de precisão e o seu ponto fixo estava a 83 metros de altura. BAUER somente considerou como fonte de erro no posicionamento das baleias no seu estudo o erro intrínseco ao equipamento em si, que seria de 3 metros a uma distância de 2 km e 60 metros de erro a uma distância de 10 km. FRANKEL *et al.* (1995) apesar de terem realizado estudo a partir de um ponto de observação de 65,6 metros de altura, citaram BAUER (1986), dizendo que “o teodolito pode teoricamente mensurar a posição de um alvo com precisão de  $\pm$  1 metro a 1 km e  $\pm$  90 metros a 10 km de distância”. Novamente esse tipo de extração não pode ser feita, pois dependendo da altura do ponto de observação este erro varia.

O estudo realizado por WILLIANS *et al.* (2002) foi o único onde foi calculada a incerteza no posicionamento do teodolito. A uma distância de 3,7 km do ponto fixo a estimativa de tamanho de uma corda (com comprimento conhecido de 30 metros) foi calculada pelo teodolito em 28,93 metros, isso se traduz em um erro de cerca de 3,5% em termos de acurácia, resultado semelhante ao descrito por WÜRSIG *et al.* (1991).

A leitura de ângulo horizontal não acarreta em problemas para os posicionamentos (WÜRSIG *et al.*, 1991).

A acurácia das medições no posicionamento pode ser muito melhorada se dois teodolitos são usados, separados por uma distância conhecida, tomando os posicionamentos do alvo simultaneamente (WÜRSIG *et al.* 1991; HARZEN 2002), porém isto acarreta em esforço e gastos dobrados, sem mencionar que coordenação entre os dois observadores é difícil de ser alcançada (HARZEN, 2002).

## O ponto fixo de observação em Abrolhos

O Ponto fixo de observação do Arquipélago dos Abrolhos – PF (ver fotos no anexo 2) está situado na porção oeste da Ilha de Santa Bárbara e está a aproximadamente 37,8 metros acima do nível médio do mar. A área estipulada para esse estudo foi de 5 milhas náuticas (aproximadamente 9,3 km). Esta distância foi determinada durante observações de baleias jubarte realizadas ao longo da temporada reprodutiva de 1997, tendo sido considerada a maior possível para permitir que o observador obtivesse dados confiáveis, porém condições climáticas como vento forte (*i.e.*, maior que 20 nós), cobertura de nuvens, nebulosidade, chuva e reflexo do sol podem prejudicar a visibilidade dos animais dependendo do comportamento em que estão engajados. No presente estudo, dados obtidos durante varreduras com condições de visibilidade precárias foram eliminados, pois poderiam interferir nos resultados. A área de estudo entretanto, possuía dois setores encobertos por outras ilhas, as quais não permitiam a visualização de baleias em repouso (ou sem grande movimentação) que pudessem estar nessas regiões. Logo, pode-se ter sub-estimado o número de baleias em geral e também daquelas categorias de grupo que passam mais tempo em repouso, como fêmea com filhote e fêmea, filhote e escorte.

Devido à impossibilidade dos observadores medirem o tamanho dos indivíduos a partir do ponto de observação, baleias de 1 ano de idade e sub-adultas foram computadas neste estudo como adultos. Também, só foi possível saber o sexo dos indivíduos que acompanhavam filhotes, a baleia mais próxima dele foi considerada fêmea e a baleia acompanhante (escorte) considerado macho.

Neste estudo pode existir o problema de dependência dos dados, pois nem sempre é possível o reconhecimento individual das baleias do ponto fixo. Dentro de uma mesma varredura nunca o mesmo grupo foi re-amostrado, porém pode-se ter amostrado o mesmo indivíduo em grupos diferentes em outro período, outro dia, ou temporada. Também os dados referentes a baleias reconhecidas amostradas mais de uma vez foram eliminados. Dessa forma,

assim como em SMULTEA (1994) e FRANKEL & CLARK (2002) considerou-se os dados independentes.

A altura do visor do teodolito em relação ao nível do mar no ponto fixo de Abrolhos não representa problemas, pois a altura do ponto fixo foi medida com um instrumento topográfico chamado Estação-Total, que produz um erro máximo de leitura de 3 cm a uma distância de 10 km. A altura do PF foi medida a partir da Ilha Siriba e também da Ilha Redonda, locais que estão a menos de 500 metros de distância. Neste dia, no exato momento que a altura foi medida, foi checada a altura da maré em uma tábua de maré específica do Arquipélago dos Abrolhos (tábua de maré desenvolvida por Guilherme Lessa / UFBA), que fornece as variações a cada hora. Este valor de maré foi referenciado como 0 (zero) na altura do ponto fixo. As tábua de maré utilizadas nestes anos de estudo foram recalculadas a partir do referencial zero e foram usadas para correções horárias da altura do PF. Este valor de maré entra como variável no programa *Aardvark*, que automaticamente recalcula a altura do PF. Para posicionamentos entre horas cheias, o programa calcula a altura proporcionalmente aos minutos decorridos entre uma hora e a seguinte (apesar da maré não oscilar linearmente, o programa calcula dessa forma). Dentro de uma mesma observação de baleia, a variação da maré chegou até 1,78 metros. De uma hora para a seguinte durante as observações analisadas houve uma variação máxima de até 1,02 metros.

Ondulações podem causar diferença na altura do PF. Como mencionado por TYACK (1981) ondulação pode provocar um erro na altura do ponto de observação usado por ele de  $\pm$  50 cm. Por exemplo, no caso de Abrolhos, uma ondulação causando variação de 1 metro na altura do PF pode gerar, a uma distância de 540 metros, um erro de 15 cm no posicionamento do objeto, a uma distância de 3,5 km, pode provocar um erro de 90 metros (figura 3). Por ser praticamente impossível estimar exatamente a altura da ondulação a partir do PF, esse fator não pode ser corrigido, logo temos que assumir que dependendo da ondulação pode-se estar introduzindo erros de posicionamento.

Medições repetidas do mesmo alvo, a diferentes distâncias, por diferentes observadores realizadas em Abrolhos, mostraram que a máxima variação de posicionamento do retículo do teodolito no alvo inter e intra individual foi de  $20''$  (vinte segundos). Esta variação pode ser devido tanto às ondulações (descrito anteriormente) quanto às diferentes acuidades visuais dos observadores. A curtas distâncias do PF (540 metros) essa variação é mínima (0,8 metros), porém com o aumento da distância do alvo, essa variação de  $20''$  começa a representar um erro de posicionamento maior: a 3,5 km de distância essa variação acarreta um erro de  $\pm 33$  metros (figura 4).

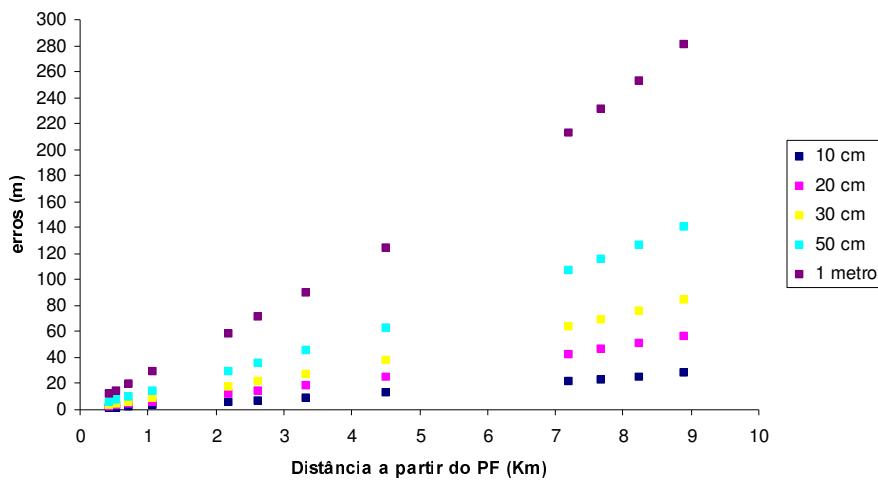


Figura 3: Erros provocados por variações na altura do visor do teodolito no ponto fixo de observação na Ilha de Santa Bárbara, Arquipélago dos Abrolhos.

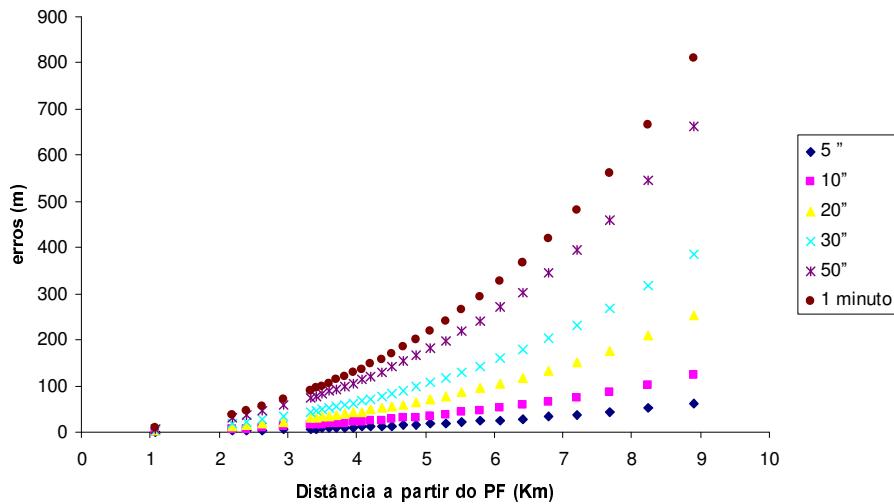


Figura 4: Erros gerados associados à leitura do ângulo vertical no posicionamento do alvo com o teodolito a partir do ponto fixo na Ilha de Santa Bárbara, Arquipélago dos Abrolhos, situado a 37,8 metros acima do nível do mar.

Em relação ao erro intrínseco do aparelho, o teodolito Sokkia DT5 usado neste estudo é relativamente moderno e tem precisão de 5''. A uma distância de 3,5 km do PF Abrolhos esta imprecisão acarreta um erro de 8 metros (figura 4).

WILLIANS *et al.* (2002) usaram uma corda para verificar a incerteza no posicionamento com teodolito. Em Abrolhos esse tipo de verificação fica inviável de ser realizado porque o PF está circundado por água e as porções de terra existentes são muito próximas. Então para verificar a incerteza foram feitas comparações entre as posições de uma embarcação obtidas com o teodolito a partir do PF e obtidas por um GPS (*global positional system*) que estava à bordo da embarcação. O primeiro fato que foi verificado, antes de serem realizadas as comparações das coordenadas, foi que existe uma diferença entre a coordenada geográfica do PF obtida com o GPS e a descrita nas cartas náuticas DHN 1320 e DHN 1310. Esta diferença entre as coordenadas é de 309 metros! Foi estipulado que para este trabalho, a coordenada geográfica do PF usada para geo-referenciar o teodolito no programa *Aardvark*, seria a coordenada obtida através da carta náutica, uma vez que esta é a referência utilizada a nível nacional, nos permitindo a plotagem dos dados em uma base cartográfica geo-referenciada. Mas, somente com objetivo de se comparar os posicionamentos da embarcação gerados com teodolito e com GPS, o PF foi referenciado com a coordenada dada pelo GPS. Os dados obtidos a partir destas duas fontes, teodolito e GPS, foram comparados (figura 5). Seria de se esperar que os erros fossem crescentes à medida que a distância do PF aumenta, porém apesar do erro de maneira geral aumentar, posições subsequentes variaram, o que pode ser devido a ondulação do mar no dia quando a comparação foi realizada ou ainda pode ser devido ao erro de posicionamento do GPS manual, que pode variar dependendo da disponibilidade de satélites e também do cenário político (MsC. Cristiane Albuquerque Martins, *comunicação pessoal*).

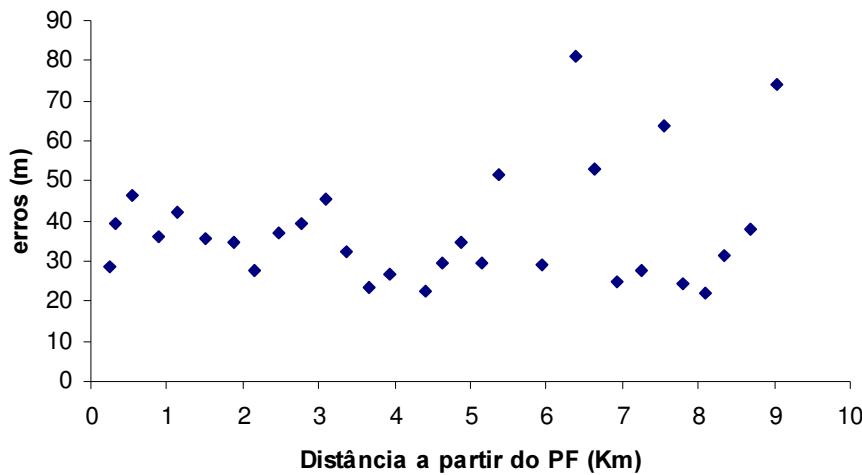


Figura 5. Erros no posicionamento de uma embarcação quando comparadas às leituras geradas pelo teodolito a partir do ponto fixo na Ilha de Santa Bárbara, Arquipélago dos Abrolhos e geradas com o uso do GPS da embarcação.

Em Abrolhos em todo o início de amostragem, o ângulo horizontal do teodolito foi referenciado num ponto pré-determinado imóvel do farol da Ilha de Santa Bárbara no rumo  $94^\circ 18' 28''$  ( $= 94^\circ 18,47'$ ), pois foi verificado através do programa de computador *Surfer*, que o farol está a este ângulo em relação ao norte verdadeiro (Figura 6).



Figura 6. Angulação a partir do norte verdadeiro do ponto fixo ao farol da Ilha de Santa Bárbara no Arquipélago dos Abrolhos (Valor do ângulo verdadeiro está em graus e minutos) - Figura feita por Luiz Antônio Pereira de Souza.

## Conclusão

Como se vê, alguns trabalhos científicos publicados que usaram teodolitos não mostraram muita preocupação com os erros que essa metodologia pode gerar. É preciso salientar que quando as alturas e marés dos pontos de observações diferem, os erros gerados

não podem ser comparados e muito menos usados como base em estudos distintos estes estão intimamente associados à altura de cada ponto de observação e devem ser calculados partindo-se da altura do próprio ponto fixo de observação. É preocupante, pois muitos desses estudos comportamentais servem de base para criação de normas para regulamentação de atividades antrópicas em áreas de ocorrência de cetáceos. Se, contudo, estas questões forem vistas com cautela, apesar de todas as incertezas que o método pode levar no posicionamento dos cetáceos, o teodolito ainda é o instrumento mais preciso para esse tipo de obtenção de dados.

Estimar a localização de cetáceos no mar pode ser extremamente difícil, particularmente em locais onde não haja pontos de referência. O conhecimento da localização e da velocidade destes animais é necessário para responder a várias questões ecológicas e comportamentais (BAILEY & LUSSEAU, 2004) e por esse motivo houve um aumento no uso do teodolito para estudos de cetáceos de uma forma não invasiva (BAILEY & LUSSEAU, 2004).

Como consequência, por cautela, apesar da área de estudo ter englobado 9,3 km, no presente estudo somente foram utilizados dados baseados em posicionamento (*i.e.*, velocidade média de deslocamento, linearidade e distância percorrida) de grupos de baleias amostrados dentro de um raio de 3,5 km do ponto fixo de observação sendo assim o N amostral das interações embarcações/baleias (capítulo 5) foi muito reduzido comprometendo a robustez das análises.

## **Referências bibliográficas**

BAILEY H.; LUSSEAU D. Increasing the precision of theodolite tracking: new computation technique to calculate the altitude of land-based observation sites. **Marine Mammal Science**, v. 20, p. 880-885, 2004.

BAKER, S.C.; HERMAN, L.M.; BAYS, B.G.; STIFEL W.F. The impact of vessel traffic on the behavior of humpback whales in the Southeast Alaska. **Final report for the National Marine Mammal laboratory**, Seattle, Washington (contract number 81-ABC-00114), 39 pp, 1982.

BAUER, G.B. **The behavior of humpback whales in Hawaii and modification on behavior induced by human activity**. 1986. 314pp. PhD thesis. University of Hawaii, 1986.

BEDJER, L.; DAWSON, S.M.; HARRAWAY, J.A. Responses by Hector's Dolphins to boat and swimmers in Porpoise Bay, New Zealand. **Marine Mammal Science**, v. 15, n. 3, p. 738-750, 1999.

BEST, B.P.; SEKIGUCHI, K.; FINDLAY K. P. A suspended migration of humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, on the west coast of South Africa. **Marine Ecology Progress Series**, v. 118, p.1-12, 1995.

CORKERON, P.J. Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Hervey Bay, Queensland: behavior and responses to whale-watching vessels. **Canadian Journal of Zoology**, v. 73, p.1290-1299, 1995.

COX, T.M.; READ, A.J.; SWANNER, D.; URIAN, K.; WAPLES, D. Behavioral responses of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, to gillnets and acoustic alarms. **Biological Conservation**, v. 115, n. 2, p. 203-212, 2003.

DENARDO, C.; DOUGHERTY, M.; HASTIE, G.; LEAPER, R.; WILSON,B.; THOMPSON, P. A new technique to measure spatial relationships within groups of free-ranging coastal cetaceans. **Journal of Applied Ecology**, v. 38, n. 4, p. 888-895, 2001.

FRANKEL A. S.; CLARK, C.W.; HERMAN, L.M.; GABRIELE, C.M. Spatial distribution habitat utilization, and social interaction of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, off Hawai'i, determined using acoustic and visual techniques. **Canadian Journal of Zoology**, v. 73, p.1134-1146, 1995.

FRANKEL, A. S.; CLARK, C.W. Results of low-frequency playback of M- sequence noise to humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in Hawai'i. **Canadian Journal of Zoology**, v. 76, p. 521-535, 1998.

FRANKEL, A.S.; CLARK C.W. Behavioral responses of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to full scale ATOC signals. **Journal Acoustical Society of America**, v. 108, n. 4, p. 1930-1937, 2000.

FRANKEL, A.; CLARK, C.W. ATOC and other factor affecting the distribution and abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off the north shore of Kauai. **Marine Mammal Science**, v. 18, n.3, p.644-662, 2002.

GLOCKNER, D. A.; VENUS, S. C. Identification, growth rate and behavior of Humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, cows and calves, in the waters off Maui, Hawaii, 1977-79. In: PAYNE, R. (Eds.) **Communication and Behavior of Whales**. Boulder: Western Press, 1983. cap. 7, pp. 223-258.

HARZEN, S.E. Use of an electronic theodolite in the study of movements of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Sado Estuary, Portugal. **Aquatic Mammals**, v. 28, n..3, p. 251-260, 2002.

HECKEL G. D. **The influence of whalewatching on the behaviour of gray whales (*Eschrichtius robustus*) in Todos Santos Bay, Baja California, and surrounding waters: Management plan proposal.** 2001. PhD thesis, 102pp. Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas. 2001.

JEFFERSON, T.A. A study of the behavior of Dall's porpoise (*Phocoenoides dalli*) in the Johnstone Strait, British Columbia. **Canadian Journal of Zoology**, v. 65, p. 736-744, 1987.

JOHNSTON, D. W. The effect of acoustic harassment devices on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Bay of Fundy, Canada. **Biological Conservation**, v. 108, n. 1, p. 113-118, 2002.

KRUSE S. The interactions between killer whales and boats in Johnstone Strait , B.C. In: PRYOR K.; NORRIS, K.S. (Eds). **Dolphin Societies, Discoveries and Puzzles**. University of California Press. 1991. 397pp.

MILLS, H. 1996. *Aardvark*. Cornell: Cornell University. Ithaca, N.Y.

MOBLEY J.R.; HERMAN L.M.; FRANKEL A.S. Responses of wintering humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to playback of recordings of winter and summer vocalizations and of synthetic sound. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 23, p. 211-223, 1988.

MORETE, M.E.; FREITAS, A.C.; ENGEL, M.H.; CLAPHAM, P.J.; PACE, R. A novel behavior observed in humpback whales on wintering grounds at Abrolhos Bank (Brazil). **Marine Mammal Science**, v. 19, n. 4, 694-707, 2003.

SALDEN, D.R. 1988. Humpback whale encounter rates offshore of Maui, Hawaii. **Journal of Wildlife Management**, v. 52, n. 2, 301-304, 1988.

SMITH, B.D. Status and conservation of the Ganges river dolphin *Platanista gangetica* in the Karnali River, Nepal. **Biology Conservation**, v. 66, n. 3, p. 159-169, 1993.

SMULTEA, M. A. Segregation by humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) cows with a calf in coastal habitat near the island of Hawaii. **Canadian Journal of Zoology**, v. 72, p. 805-811, 1994.

SUMICH, J.L 1983. Swimming velocities, breathing patterns, and estimated costs of locomotion in migrating gray whales, *Eschrichtius robustus*. **Canadian Journal of Zoology**, v. 61, p. 647-652, 1983.

TYACK, P. 1981. Interactions between singing Hawaiian humpback whales and conspecifics nearby. **Behavior Ecology and Sociobiology**, v. 8, p. 105-116, 1981.

WILLIAMS, R.; TRITES A.; BAIN, D. E. Behavioural responses of killer whales (*Orcinus orca*) to whale-watching boats: opportunistic observations and experimental approaches. **Journal of Zoology London**, v. 256: p. 255-270, 2002

WÜRSIG B.; CIPRIANO F.; WURSIG M. Information from radio and theodolite tracking studies. In: PRYOR K.; NORRIS, K.S. (Eds). **Dolphin Societies, Discoveries and Puzzles**. University of California Press. 1991. 397pp.

## ANEXO 2



Foto 1. Arquipélago dos Abrolhos, Bahia, Brasil. Setas indicam o ponto fixo e cada uma das 5 ilhas. Foto Marcelo Skaf.

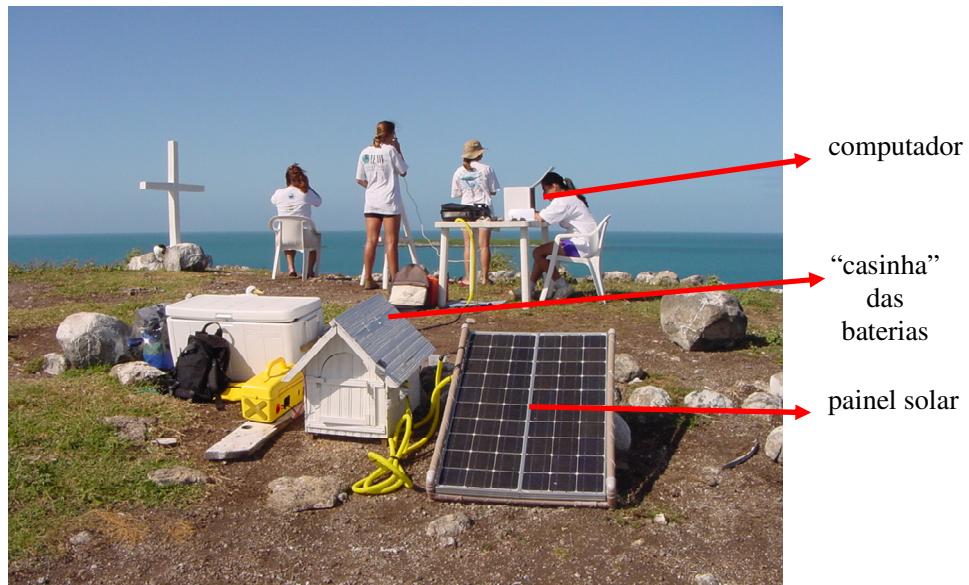


Foto 2. Ponto fixo, situado na porção oeste da Ilha de Santa Bárbara no Arquipélago dos Abrolhos, Bahia, Brasil. Equipamentos indicados por setas. Foto Cristiane de Albuquerque Martins.



Foto 3. Ponto fixo Abrolhos. Funções de cada pessoa e equipamentos indicados por seta. Foto Ana Freitas.



Foto 4. Teodolito e Maria Emilia Morete no Ponto Fixo Abrolhos. Foto Fernanda Rodrigues.

## **ANEXO 3**

### **Versão publicada do Capítulo 3:**

Temporal pattern of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) group structure

around Abrolhos Archipelago breeding region, Bahia, Brazil.

Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom,

v. 87, p. 87-92, 2007.

---