



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ - UESC



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

LETICIA DE ALCÂNTARA VAZ

CARACTERIZAÇÃO DO HABITAT DA BALEIA JUBARTE (*MEGAPTERA NOVAEANGLIAE* BOROWSKI, 1871) EM ÁREA REPRODUTIVA DE ALTA DENSIDADE, SUL DO BANCO DOS ABROLHOS, BRASIL

**ILHÉUS – BAHIA – BRASIL
2015**

LETICIA DE ALCÂNTARA VAZ

CARACTERIZAÇÃO DO HABITAT DA BALEIA JUBARTE (*MEGAPTERA NOVAEANGLIAE* BOROWSKI, 1871) EM ÁREA REPRODUTIVA DE ALTA DENSIDADE, SUL DO BANCO DOS ABROLHOS, BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Área de concentração: Zoologia Aplicada

Orientador: Dr. Yvonnick Le Pendu

Co-orientador: Dr. Leonardo Liberali Wedekin

**ILHÉUS – BAHIA – BRASIL
2015**

LETICIA DE ALCÂNTARA VAZ

**CARACTERIZAÇÃO DO HABITAT DA BALEIA JUBARTE (*MEGAPTERA
NOVAEANGLIAE* BOROWSKI, 1871) EM ÁREA REPRODUTIVA DE ALTA
DENSIDADE, SUL DO BANCO DOS ABROLHOS, BRASIL**

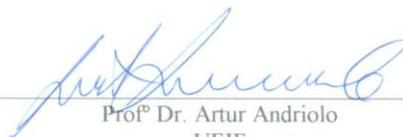
ILHÉUS – BAHIA, MARÇO DE 2015.



Prof^o Dr. Yvonnick Le Pendu
UESC/DCB
(Orientador)



Dr. Leonardo Liberali Wedekin
USP
(Co-orientador)



Prof^o Dr. Artur Andriolo
UFJF
(Examinador)



Prof^o Dr. Mario M. Roloff Jr.
UNESP
(Examinador)

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Ciências Biológicas e ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Estadual de Santa Cruz, pela oportunidade de realização do curso e apoio financeiro (Projeto PROPP/UESC 1396).

Ao professor Yvonnick pela recepção, orientação, ensinamentos compartilhados, disponibilidade sempre e todo apoio durante todo o desenvolvimento do trabalho.

Ao Leonardo pela orientação, ensinamentos e discussões, reuniões, análises, amizade e apoio para que tudo desse certo, desde o começo.

Ao Marcos Rossi Santos, pela confiança, parceria, reuniões e disponibilidade em participar e contribuir com o trabalho.

Aos membros da banca, por aceitarem examinar e contribuir com o trabalho.

Ao Instituto Baleia Jubarte pela parceria, concessão dos dados e disponibilidade para a realização do trabalho.

A todos os observadores que ajudaram na coleta dos dados; toda a equipe da embarcação Tomara pelo apoio nos cruzeiros; à Mariana Neves, Elitieri Neto, Clarêncio Baracho, Milton Marcondes e Kátia Groch pela ajuda em campo; ao Eduardo Camargo e Márcia Engel pela coordenação administrativa e institucional; à Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras) pelo patrocínio ao Instituto Baleia Jubarte; à equipe administrativa deste projeto na Petrobras (UN-ES): Luciana M. B. De Rossi, Maria Dalila Agostini e Sergio Fantini de Oliveira.

À empresa CTA Ambiental, pela parceria e concessão dos dados, e sua equipe: Felipe Tassarolo Velame, Felipe Tozzeti, Giovanna Cypriano Lage, Marcos Lopes, Alessandro Trazzi.

À FAPESB pela concessão da bolsa durante todo o período.

À Cetacean Society International pelo apoio financeiro.

Ao meu companheiro André, por me acompanhar em mais uma jornada e ser meu grande incentivador.

Aos meus pais e familiares, por me incentivarem e permitirem que eu chegasse até aqui.

Aos docentes, colegas de profissão e amigos por cada conhecimento dividido e adquirido durante todo esse processo.

CARACTERIZAÇÃO DO HABITAT DA BALEIA JUBARTE (*MEGAPTERA NOVAEANGLIAE* BOROWSKI, 1871) EM ÁREA REPRODUTIVA DE ALTA DENSIDADE, SUL DO BANCO DOS ABROLHOS, BRASIL

RESUMO

A baleia jubarte (*Megaptera novaeangliae*) realiza migrações anuais entre áreas de alimentação, em regiões frias, e reprodução, em regiões tropicais. A distribuição dos animais em sua área de reprodução na costa brasileira é heterogênea, apresentando-se em maior concentração no Banco dos Abrolhos e, em menor concentração, ao longo da costa leste e nordeste do Brasil. Estudos abordando o uso do habitat pelos cetáceos são desenvolvidos para que se conheçam seus habitats críticos, como as áreas de reprodução e alimentação de grandes baleias. Entretanto, a maioria dos estudos de utilização de habitat é feita no nível populacional, enquanto diferenças de entre grupos sociais podem existir e moldar os padrões do uso de habitat de uma espécie. A preferência do habitat em áreas reprodutivas, onde não há o fator presa em questão, pode ser direcionada pelo comportamento reprodutivo e organização social. O presente estudo pretende investigar se diferentes tipos de grupo de baleia jubarte utilizam o habitat de maneira diferente, caracterizando a ocorrência dos grupos e sua associação a características ambientais como profundidade, declividade do fundo, distância da costa, transparência e temperatura da água, na região sul do Banco dos Abrolhos, principal área reprodutiva do Brasil. Os dados dos grupos foram coletados em cruzeiros embarcados (2008 a 2013) em um amplo gradiente de profundidade (10 a 1500 metros). Foram analisados 61 Grupos competitivos (GC) e 84 Grupos com filhote (Fi) em 121 horas e 33 minutos de observação e 8.470 milhas náuticas percorridas, ao longo de quatro linhas de transecção com 40 milhas de comprimento cada (2008 a 2011). Para a coleta de dados dos machos cantores (CT), uma malha sistemática de pontos de escuta foi amostrada por hidrofone nos cruzeiros (2012 e 2013). Foram determinados 16 pontos de escuta nos mesmos transectos dos quais foram gerados 267 arquivos de sons, onde foram detectados cantos em 121 das gravações. A contagem de cantores foi determinada por análise aural e visual dos espectrogramas. Utilizou-se um Sistema de Informações Geográficas contendo um modelo batimétrico da área para caracterizar os habitats. As análises foram feitas através do teste não-paramétrico *Kruskal-wallis*, para grupos com filhote e grupos competitivos, e de Modelos Lineares Generalizados (GLMs) com distribuição Poisson de erros, para os dados de machos cantores. Uma segregação espacial forte entre os diferentes tipos de grupo não foi observada, uma vez que todos os grupos sociais apresentaram preferência significativa por regiões rasas. Porém, enquanto as fêmeas com filhote ocorreram exclusivamente nessas regiões, grupos competitivos e machos cantores apresentaram grande amplitude nos dados, ocorrendo também nas áreas mais profundas. Essa maior tolerância na variação do uso do habitat apresentada por esses grupos pode estar associada às diferentes eficiências nas estratégias reprodutivas dos machos e nos possíveis padrões de escolha dos parceiros pelas fêmeas. Provavelmente a preferência do habitat das fêmeas com filhote é determinante na escolha pelos outros grupos na região.

Palavras-chave: Balaenopteridae. Uso de habitat. Grupos sociais.

HABITAT CHARACTERIZATION OF HUMPBACK WHALE (*MEGAPTERA NOVAEANGLIAE* BOROWSKI, 1871) ON A HIGH DENSITY BREEDING GROUND, SOUTH OF ABROLHOS BANK, BRASIL

ABSTRACT

The humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) migrates annually between feeding grounds in cold regions, and breeding grounds in tropical regions. The distribution of animals in their breeding ground on the Brazilian coast is heterogeneous, with higher concentration in the Abrolhos Bank and lower concentrations along the east and northeastern coast of Brazil. Studies on habitat use by cetaceans are developed to know their critical habitats, such as breeding and feeding grounds of whales. However, while most studies of habitat use are made at a population level, differences between social groups can exist. These differences can shape habitat use patterns of a given species. The habitat preference on breeding areas, where there is no prey in question, can be directed by reproductive behavior and social organization. This study aims to investigate if different types of humpback whale group use the habitat differently, characterizing the occurrence of groups and their association with environmental features such as depth, bottom slope, shore distance, transparency and water temperature in south of the Abrolhos Bank, Brazil's main reproductive area. To accomplish that goal we tested the hypothesis that different social groups use habitat in different ways. Groups data were collected on cruises (2008-2013) over a large depth gradient (10-1500 m). We analyzed 61 competitive groups (CG) and 84 groups with calf (Fi) in 121 hours and 33 minutes of observation and 8,470 nautical miles traveled, over four transect lines with 40 miles long each (2008-2011). To collect male singers data (CT), a systematic grid of hearing points was sampled by hydrophone on cruises (2012 and 2013). Were determined 16 hearing points in the same transects of which 267 sound files were generated. Amongst those sound files we detected songs in 121 recordings. The aural and visual analysis of spectrograms determined singers counting. We used a Geographic Information System containing the region's bathymetric model to characterize habitats. We performed the analyzes using the non-parametric Kruskal-Wallis test for groups with calf and competitive groups, and Generalized Linear Models (GLMs) with Poisson distribution errors, for male singers data. There was no strong spatial segregation between different types of group, with all social groups showing significant preference for shallow regions. However, while females with calf occurred exclusively in those regions, competitive groups and male singers locations varied widely in the data. They also occurred in the deeper areas. This larger tolerance on the variation of habitat use presented by those groups may be associated with different efficiencies in reproductive strategies of males and achievable patterns of choice of partners by females. Probably the habitat preference of females with calf is decisive in the choice by the other groups in the region.

Key-words: Balaenopteridae. Habitat use. Social groups.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
ESCOLHA DO HABITAT ENTRE GRUPOS SOCIAIS DE BALEIA JUBARTE (<i>Megaptera novaeangliae</i>) EM ÁREA DE REPRODUÇÃO, SUL DO BANCO DOS ABROLHOS, BRASIL	9
Resumo	9
Introdução	10
Materiais e Métodos	13
Resultados	20
Discussão e conclusões	28
Agradecimentos	35
Literatura Citada	36
3 CONCLUSÕES GERAIS	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO GERAL

A baleia jubarte (*Megaptera novaeangliae* BOROWSKI, 1781) é um mamífero marinho que pertence à Ordem Cetartiodactyla, à Infraordem Cetacea e à Parvordem Mysticeti, que compreende as baleias com barbatanas (RICE, 2009). Sua principal característica morfológica são as grandes nadadeiras peitorais (WOODWARD; WINN; FISH, 2006) que podem medir um terço do comprimento total do animal, que mede até 16 metros quando adulto (CLAPHAM; MEAD, 1999). Outra característica da espécie é seu padrão de pigmentação na região ventral da nadadeira caudal, que varia entre toda branca até totalmente preta. Essa pigmentação é única e funciona como uma impressão digital, possibilitando a identificação individual (CLAPHAM, 2009). Como todo misticeto, a baleia jubarte possui um crânio simétrico com dois orifícios respiratórios no topo e maxila coberta por barbatanas. É considerada filtradora, engolfando grande quantidade de água e alimento e mantendo apenas o alimento preso em suas barbatanas. As pregas ventrais possibilitam que a baleia jubarte e todas as outras espécies da Família Balaenopteridae consigam aumentar significativamente o tamanho de sua cavidade bucal ao se alimentar, sendo a principal característica dessa família (JEFFERSON; WEBBER; PITMAN, 2008) (Figura 1).



Figura 1 – Baleia jubarte em mergulho, apresentando as nadadeiras peitorais, pregas ventrais e expondo a pigmentação da nadadeira caudal. (Foto: Enrico Marcovaldi/Instituto Baleia jubarte)

As jubartes ocorrem em todos os oceanos (CLAPHAM; MEAD, 1999). Realizam migrações anuais entre as áreas de alimentação, em regiões de águas frias, e de reprodução, em regiões tropicais (KELLOGG, 1929), com exceção de uma única população que é residente no Mar da Arábia e não realiza migrações (estoque X – MIKALEV, 1997). A espécie foi intensamente caçada por diversos anos. Apenas no último século, mais de 213.000 jubartes foram abatidas no Hemisfério Sul (CLAPHAM, 2009), sendo mais de 45.000 abatidas ilegalmente pela União Soviética (YABLOKOV et al., 1998). No Brasil, a caça à espécie se iniciou em 1602 e foi intensa em diversas partes do país, principalmente na região Nordeste (LODI, 1994). Em 1966, a Comissão Internacional Baleeira (*International Whaling Commission - IWC*) determinou uma moratória mundial para a proibição da caça comercial de baleias jubarte e, com a sanção da Lei Federal nº 7.643 de 1987, foi proibido o molestamento de qualquer cetáceo em águas jurisdicionais brasileiras. Desde então, estudos populacionais de longo prazo demonstram que as populações estão se recuperando a cada ano (STEVICK et al., 2003; WARD et al., 2011).

Atualmente são conhecidas 14 subpopulações, ou estoques, de baleias jubarte. Destas, sete se reproduzem e se alimentam no Hemisfério Sul (estoques A a G) (IUCN, 2013; IWC, 2005). As baleias jubarte do estoque reprodutivo A (IWC, 1998), estimadas em 6.404 indivíduos em 2005 (ANDRIOLO et al., 2010), passam o inverno e a primavera nas costas leste e nordeste do litoral brasileiro (MARTINS et al., 2001; ROSSI-SANTOS et al., 2008; ZERBINI et al., 2004) e se alimentam nas águas ao redor das ilhas *South Georgia* e *South Sandwich*, no Mar de Scotia, durante o verão e outono (ENGEL; MARTIN, 2009; STEVICK et al., 2006; ZERBINI et al., 2006). No Brasil sua principal área de reprodução localiza-se no Banco dos Abrolhos, situado entre o extremo sul da Bahia e o norte do Espírito Santo (ANDRIOLO et al., 2006; MARTINS et al., 2001; MARTINS et al., 2013). Após anos de estudo na região do Banco, foi evidenciada a ocorrência de duas áreas de maior densidade da espécie. Uma delas é localizada próxima ao Arquipélago dos Abrolhos e Banco Popa Verde e a outra no sul do Banco dos Abrolhos, ao largo da foz do Rio Doce (MARTINS et al., 2013) (Figura 2). A área norte do Banco dos Abrolhos é bem estudada (MARTINS et al., 2001; WEDEKIN et al., 2010), enquanto a região sul é pouco conhecida porém igualmente importante em termos de densidade (DUTRA et al., 2012).

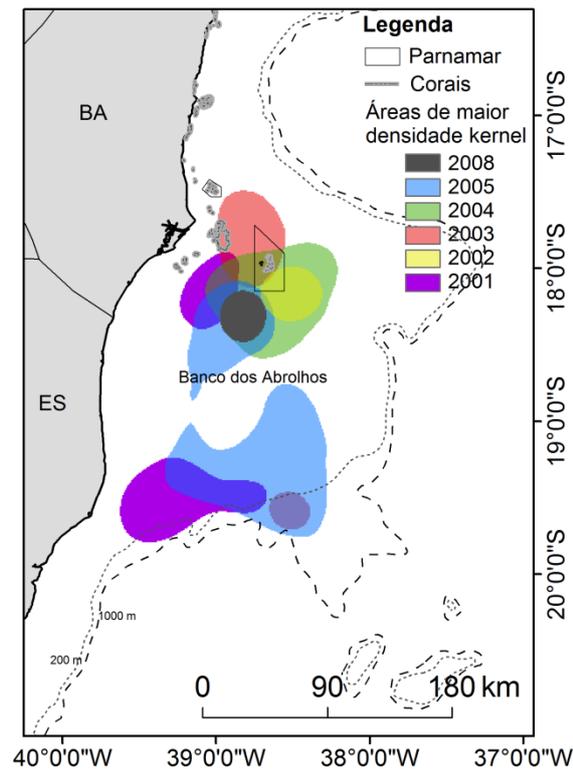
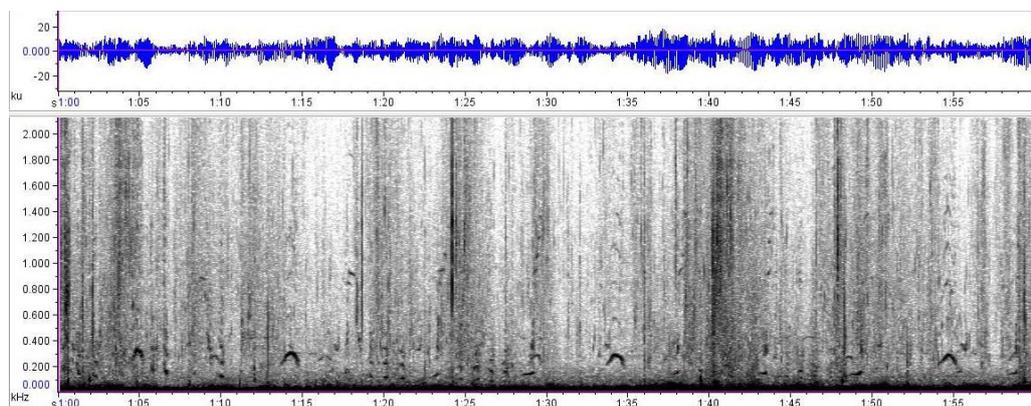


Figura 2 – Variação temporal na distribuição das áreas com altos valores de densidade kernel de baleia jubarte entre 2001 e 2008. Cores indicam as áreas de concentração da espécie no pico da temporada reprodutiva na região do Banco dos Abrolhos (DUTRA et al., 2012). PARNAMAR: Parque Nacional Marinho de Abrolhos.

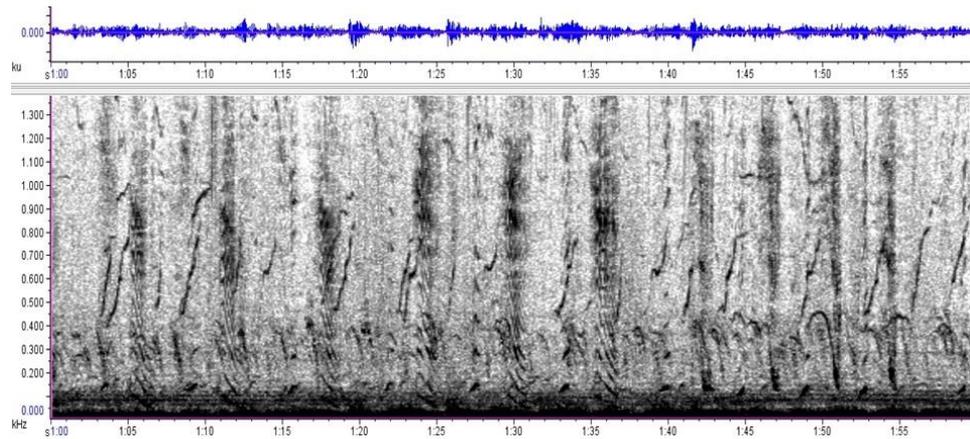
Os habitats críticos dos cetáceos precisam ser devidamente identificados para subsidiar o manejo e conservação desses animais (SCHICK; URBAN, 2000), como por exemplo, as áreas de alimentação e reprodução das baleias jubarte. Uma das ferramentas fundamentais para que se conheçam esses habitats críticos é o estudo de uso do habitat (ELWEN; BEST, 2004; ERSTS; ROSENBAUM, 2003), que compreende fatores espaciais e temporais divididos em ambientais, bióticos e antropogênicos (BORCARD et al., 1992). Os estudos de uso do habitat também são importantes ferramentas na criação de Unidades de Conservação (CAÑADAS et al., 2005) porém, em sua maioria, são feitos no nível populacional enquanto diferenças entre grupos sociais podem existir e moldar os padrões na utilização do habitat de uma espécie. Assim, o presente estudo pretende investigar se diferentes tipos de grupo de baleia jubarte utilizam o habitat de maneira diferente, caracterizando a ocorrência dos grupos e sua associação a características ambientais como profundidade, declividade do fundo, distância da costa, transparência e temperatura da água, na região sul do Banco dos Abrolhos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Em espécies de mamíferos com hábitos poligâmicos o sistema de acasalamento é determinado pela disponibilidade espacial e temporal de recursos, que interferem na distribuição de fêmeas receptivas, e por variações na disponibilidade destes recursos entre diferentes grupos da mesma espécie (CLUTTON-BROCK, 1989). Os tamanhos de grupo e os comportamentos sociais dos animais são fortemente influenciados por fatores como pressão predatória, distribuição de recursos (BOESCH, 1991), oportunidades de corte e parceiros potenciais (CLAPHAM, 1996). Para a baleia jubarte, foi sugerido um sistema de acasalamento chamado de *lek* flutuante. Esse sistema difere de um sistema tradicional de *lek* pela falta de defesa de um espaço propriamente dito, mas com características típicas desse sistema como (a) machos que não apresentam cuidado parental, (b) o fato dos machos não controlarem os recursos, uma vez que em áreas reprodutivas não existem recursos essenciais para as fêmeas, e (c) comportamentos exibicionistas de machos agrupados através de demonstrações sonoras e comportamentais (CLAPHAM, 1996; HERMAN; TAVOLGA, 1980). As demonstrações sonoras no caso das jubartes seriam os cantos, sons longos e complexos emitidos pelos machos dessa espécie (PAYNE; MCVAY, 1971). Esses cantos são emitidos principalmente no inverno e primavera, em áreas de reprodução e migração (DAWBIN; EYRE, 1991; NORRIS; MCDONALD; BARLOW, 1999), sendo raros no verão em regiões de alimentação (MATTILA; GUINEE; MAYO, 1987; MCSWEENEY et al., 1989). O canto possui uma estrutura com uma série de sons (unidades), repetida ao longo do tempo em padrões (frases), com cada frase repetida diversas vezes para compor um "tema" (PAYNE; MCVAY, 1971) (Figura 3 a e b).



(a)



(b)

Figura 3 – a) Exemplo de um espectrograma demonstrando a estrutura do canto de um indivíduo na região sul do Banco dos Abrolhos, 2012. b) Exemplo de um espectrograma demonstrando a estrutura do canto de pelo menos três indivíduos na região sul do Banco dos Abrolhos, 2013.

A função do canto é amplamente discutida e pode ser associada à atração das fêmeas (TYACK, 1981), aviso a outros machos (HELWEG et al., 1992), mecanismo fisiológico para sincronismo do estro de fêmeas com o pico de abundância de machos maduros (BAKER; HERMAN, 1984), sonar para a localização de fêmeas (FRAZER; MERCADO, 2000), navegação ou orientação (CLAPHAM; MATTILA, 1990), associado a comportamentos cooperativos (DARLING; JONES; NICKLIN, 2006), dentre outras. Além do canto, os machos da espécie apresentam outros dois comportamentos principais, considerados também como estratégias reprodutivas: a participação em grupos competitivos (Figura 4) e o acompanhamento de fêmeas com filhotes, o chamado escorte (Figura 5) (CERCHIO, 2003; CLAPHAM, 2000). Essas estratégias reprodutivas ocorrem de maneira variada nas áreas de reprodução. Os cantos são observados em indivíduos solitários ou ainda em agregações de animais, associados ou não a fêmeas, com ou sem filhotes (DARLING; BÉRUBÉ, 2001; MEDRANO et al., 1994; ROSSI-SANTOS, 2012). Os grupos competitivos podem variar no número de indivíduos e na presença ou não de uma fêmea nuclear (CLAPHAM et al., 1992; TYACK; WHITEHEAD, 1983). E o acompanhamento da fêmea pode ser visto por um único escorte ou por mais de um animal, que podem apresentar comportamentos competitivos ativos entre eles (escorte principal e secundário) ou permanecerem nas regiões periféricas sem interagir (CERCHIO, 2003). Apesar de existirem esses escortes que investem em fêmeas acompanhadas de suas crias (SMITH et al., 2008), acredita-se que os machos investem mais energia na competição por fêmeas de maior potencial reprodutivo preferencialmente sem filhotes (CRAIG; HERMAN; PACK, 2002). Em relação às fêmeas das jubartes, sabe-se que elas podem copular com mais de um macho e com machos diferentes em temporadas

reprodutivas diferentes e, em alguns casos, repelem agressivamente machos indesejados (MESNICK; RALLS, 2009). Entretanto o sistema de acasalamento da espécie ainda é controverso e pouco conhecido, uma vez que não há registro da observação de todo o processo de acasalamento desses animais (HERMAN; TAVOLGA, 1980; TRILLMICH, 2009) e que não se sabe ao certo a efetividade de cada estratégia nem o sucesso reprodutivo do indivíduo (CERCHIO, 2003).



Figura 4 – Grupo competitivo de baleias jubarte (Foto: Arquivo Instituto Baleia Jubarte)



Figura 5 – Fêmea, filhote e escorte de baleia jubarte (Foto: Enrico Marcovaldi/Instituto Baleia Jubarte)

Estudar o uso de habitat por cetáceos também auxilia em um maior conhecimento de áreas críticas, como áreas de reprodução, e é discutido em diversos trabalhos. Esses estudos levantam a influência de inúmeras características ambientais como profundidade (DAVIS et al., 1998; GREGR; TRITES, 2001; NAUD et al., 2003; PARRA; SCHICK; CORKERON, 2006; STEPHANIS et al., 2008), distância da costa (PARRA; SCHICK; CORKERON, 2006),

temperatura da água (DALLA-ROSA; FORD; TRITES, 2012; GREGR; TRITES, 2001; PIROTTA et al., 2011), salinidade (DALLA-ROSA; FORD; TRITES, 2012; GREGR; TRITES, 2001), declividade do fundo (DAVIS et al., 1998; STEPHANIS et al., 2008), tipo de substrato (NAUD et al., 2003) entre outras. Além dessas, variáveis bióticas e antropogênicas podem influenciar nos padrões de uso do habitat dos animais. As variáveis bióticas incluem a distribuição de presa, competição e predação. As variáveis antropogênicas incluem fatores como poluição, pesca comercial e desenvolvimento de atividades petrolíferas (DAVIS et al., 1998). Algumas espécies alteram a forma com que utilizam o habitat ao longo do tempo, devido a perturbações oriundas de atividades humanas (ROWNTREE; PAYNE; SCHELL, 2001; WEDEKIN; DAURA-JORGE; SIMÕES-LOPES, 2010). A população das baleias jubarte que se reproduz na costa brasileira apresenta-se de forma heterogênea, ocorrendo em maior concentração no Banco dos Abrolhos (ANDRIOLO et al., 2006; DUTRA et al., 2012) e, em menores concentrações, ao longo da costa leste e nordeste do Brasil (ROSSI-SANTOS et al., 2008; ZERBINI et al., 2004; ANDRIOLO et al., 2010). Apesar de sua distribuição reprodutiva ser predominante em profundidades de até 500 m (ZERBINI et al., 2004), eventualmente são observadas ocorrências destes animais em áreas de maior profundidade em sua área de reprodução (ROSSI-SANTOS et al., 2008). Segundo Wedekin (2011), as variáveis físicas do habitat explicam grande parte da variação na distribuição da baleia jubarte na costa brasileira, demonstrando a importância destas características em moldar seu padrão de distribuição nas áreas de reprodução. Estudos verificaram variações no uso do habitat entre diferentes grupos sociais de jubartes dentro de uma mesma área reprodutiva, como fêmeas com filhote utilizando preferencialmente áreas mais rasas, ainda que alguns amostraram gradientes de profundidades pouco amplos e áreas de baixa densidade de animais (FÉLIX; HAASE, 2001; MARTINS et al., 2001; ROSSI-SANTOS, 2008; ZERBINI et al., 2004). Já estudos detalhando o uso do habitat dos machos cantores não foram encontrados na literatura disponível, os estudos relacionados a esses indivíduos costumam analisar a estrutura do canto e suas funções (MERCADO; HERMAN; PACK, 2003; PAYNE; MCVAY, 1971), interações entre populações (DARLING; SOUSA-LIMA, 2005) ou apenas a associação desses indivíduos com outros tipos de grupo, como fêmeas com filhotes, outros machos e grupos competitivos (ROSSI-SANTOS, 2012).

Para as baleias jubarte ainda são necessários mais estudos para responder questões relacionadas à utilização do habitat especificamente em áreas de reprodução (OVIEDO; SOLÍS, 2008; WEDEKIN, 2011). Para o caso específico da espécie, carecem estudos que amostram grandes gradientes de habitats, como a profundidade e distância da costa, bem

como amostragens mais abrangentes temporalmente, ao longo de todos os meses do ano. A região sul do Banco dos Abrolhos, apesar da sua alta densidade de baleias, consequente importância para a reprodução da espécie e ampla variação no habitat, é pouco estudada, devido às dificuldades de amostragem na região pela falta de portos protegidos.

DIFERENÇAS NO USO DO HABITAT ENTRE GRUPOS SOCIAIS DE BALEIA JUBARTE (*Megaptera novaeangliae*) EM ÁREA REPRODUTIVA, SUL DO BANCO DOS ABROLHOS, BRASIL

RESUMO

O uso diferencial do habitat em áreas reprodutivas da baleia jubarte (*Megaptera novaeangliae*), pode ser direcionada pelo comportamento reprodutivo e organização social. Nosso objetivo foi investigar se a ocorrência de diferentes grupos sociais, no Sul do Banco dos Abrolhos, está relacionada com características ambientais. Para caracterizar os habitats utilizamos um Sistema de Informações Geográficas com o modelo batimétrico da área de estudo. Os dados dos grupos foram coletados em cruzeiros embarcados (2008-2013) em uma região de alta densidade de jubartes e com um gradiente amplo de profundidade (10 a 1500 metros). Para determinar o número de machos cantores amostramos uma malha sistemática de pontos de escuta e realizamos análises aurais e visuais dos espectrogramas. Todos os grupos apresentaram uma preferência significativa por regiões rasas da área de estudo. Porém, enquanto grupos com filhote utilizaram exclusivamente essas áreas, grupos competitivos e machos cantores apresentaram maior tolerância nas variações do habitat, ocorrendo também nas regiões mais profundas da área de estudo. Essa variação pode estar associada às possíveis diferenças no sucesso das estratégias reprodutivas adotadas pelos machos ou ainda à escolha dos parceiros pelas fêmeas receptivas, que provavelmente interferem significativamente na preferência do habitat dos outros grupos nas áreas de reprodução.

Palavras-chave: balaenopteridae, preferência de habitat, estrutura social

INTRODUÇÃO

O sistema de acasalamento das baleias jubarte é muito discutido e ainda existem muitas controvérsias (Herman & Tavorga 1980, Clapham 1996, Craig *et al.* 2002). Os comportamentos considerados como estratégias reprodutivas ocorrem de forma variada entre os machos (Clapham 2000). Não se sabe ao certo qual seria a melhor estratégia a ser utilizada, se existe diferença no sucesso reprodutivo entre elas ou ainda se os indivíduos se especializam em uma estratégia específica que desempenhem melhor, independente de sua eficiência reprodutiva perante as outras. Além disso, não há registro de observação do processo da corte até o momento final da cópula entre esses animais. Sabe-se que em áreas reprodutivas de baleias jubarte não existe a preocupação com os recursos alimentares, fazendo com que a distribuição da espécie seja associada apenas às condições de reprodução e cria do filhote pela fêmea (Darling 1983, Baker & Herman 1984).

Os cantos emitidos pelos machos da espécie são longos e complexos sons (Payne & McVay 1971) que ocorrem principalmente no inverno e primavera, em áreas de reprodução e migração (Dawbin & Eyre 1991, Norris *et al.* 1999), sendo raros no verão em regiões de alimentação (Mattila *et al.* 1987, McSweeney *et al.* 1989). Sua função é bem discutida e fortemente associada à reprodução desses animais (Tyack 1981, Baker & Herman 1984, Clapham & Mattila 1990, Helweg *et al.* 1992, Frazer & Mercado 2000, Darling *et al.* 2006). Além deste, os outros dois comportamentos considerados estratégias reprodutivas que estão associados ao sistema de acasalamento da espécie são a participação em grupos competitivos e o acompanhamento de fêmeas com filhotes, o chamado escorte (Clapham 2000, Cerchio 2003).

As baleias jubarte (*Megaptera novaeangliae* Borowski 1781) do estoque reprodutivo A (IWC 2005), estimadas em 6.404 indivíduos em 2005 (Andriolo *et al.* 2010), passam o inverno e a

primavera nas costas leste e nordeste do litoral brasileiro para se reproduzir (Martins *et al.* 2001, Zerbini *et al.* 2004, Rossi-Santos *et al.* 2008), se alimentando nas águas ao redor das ilhas *South Georgia* e *South Sandwich*, no Mar de Scotia (Stevick *et al.* 2006, Zerbini *et al.* 2006, Engel & Martin 2009). A distribuição de baleias jubarte na área de reprodução da costa brasileira apresenta-se com grande heterogeneidade (Andriolo *et al.* 2010, Dutra *et al.* 2012), que pode ser explicada em boa parte pelas características físicas do habitat em questão (Wedekin 2011). A região do Banco dos Abrolhos (16°40' a 19°30'S; 37°25' a 39°45'W) é considerada a principal área de reprodução da espécie na costa brasileira (Martins *et al.* 2001, Martins *et al.* 2013, Andriolo *et al.* 2010). Apesar da distribuição reprodutiva da espécie se concentrar em regiões de até 500 m (Zerbini *et al.* 2004), também são observadas ocorrências destes animais em áreas de maior profundidade (Rossi-Santos *et al.* 2008).

Para entender o uso do habitat dos mamíferos marinhos são necessárias informações sobre seus padrões de movimentação e sobre sua distribuição espacial e temporal nas atividades de alimentação e reprodução (Bjorge 2002). Essas informações permitem identificar seus habitats críticos como áreas reprodutivas e de alimentação (Gregr & Trites 2001, Oviedo & Solís 2008, Wedekin 2011), principalmente em regiões com amplos gradientes de variáveis ambientais.

O uso de habitat por cetáceos é influenciado por diversas características ambientais como temperatura, salinidade, declividade do fundo, tipo de substrato, profundidade (Davis *et al.* 1998, Naud *et al.* 2003, Parra *et al.* 2006, Stephanis *et al.* 2008), além de variáveis bióticas e antropogênicas (Davis *et al.* 1998). Modelos de distribuição de espécies são ferramentas úteis nesse tipo de estudo e possuem dois focos principais como (a) identificar fatores chaves do ambiente que afetam a distribuição da espécie e (b) predizer distribuições em novos cenários, assumindo que as variáveis incluídas no modelo são fatores relevantes (Cassini 2013).

Apesar das variáveis físicas explicarem boa parte da distribuição das baleias jubarte na costa brasileira, não foram investigadas diferenças de preferência entre grupos sociais da espécie na região, algo que já foi observado dentro de outras áreas reprodutivas (Félix & Haase 2001). Estudos abordando o uso do habitat dos machos cantores não foram encontrados na literatura disponível. A maioria das pesquisas investiga a função do canto, interações entre populações ou a associação desses indivíduos com outros tipos de grupo, como fêmeas com filhotes (Payne & McVay 1971, Mercado *et al.* 2003, Darling & Sousa-Lima 2005, Rossi-Santos 2012). Estudos para entender como a espécie utiliza o habitat são necessários, principalmente em áreas de reprodução (Oviedo & Solís 2008).

A região sul do Banco dos Abrolhos, apesar da sua alta densidade de baleias e consequente importância para a reprodução da espécie (Andriolo *et al.* 2010), possui um amplo gradiente de profundidade e foi pouco estudada. Com isso, nosso principal objetivo foi investigar a hipótese de que grupos sociais de baleia jubarte (grupos com filhote - Fi, grupos competitivos - GC e machos cantores - CT) utilizam o habitat de maneira diferente, associando sua ocorrência às variáveis ambientais (distância da costa, profundidade, declividade do fundo, transparência e temperatura da água).

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo:

O Banco dos Abrolhos ($16^{\circ}40'$ a $19^{\circ}30'S$; $37^{\circ}25'$ a $39^{\circ}45'W$) é um alargamento da plataforma continental leste brasileira (Leão 1999). A área de estudo está localizada no sul do Banco dos Abrolhos, próximo à foz do rio Doce, litoral do Espírito Santo, em um raio de 20 milhas ao redor do ponto central da plataforma de gás PPER-01 ($19^{\circ}33'25''S - 39^{\circ}15'22''W$). A área engloba águas com profundidade inferior a 30 metros e, na porção sul, onde ultrapassa a borda da plataforma continental, atinge profundidades de aproximadamente 1.500 metros (Figura 1).

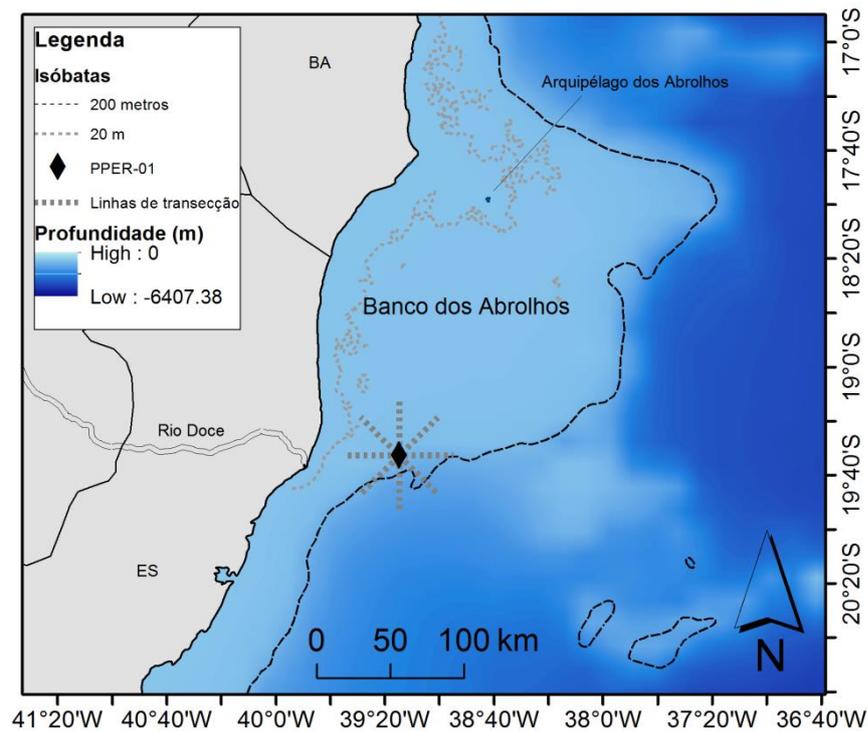


Figura 1 – Banco dos Abrolhos e, ao Sul, área de estudo e as quatro linhas de transecção demonstradas em traçado cinza, centradas na plataforma de gás PPER-01.

Coleta de dados:

Os dados utilizados nas análises dos GC e Fi foram coletados nos anos de 2008 a 2011, durante cruzeiros de pesquisa realizados a partir da embarcação de pesquisa Tomara, um *trawler* com 15,5 metros de comprimento, navegando a velocidade de cruzeiro de cerca de 7 nós. Determinaram-se quatro linhas de transecção, cada uma com 40 milhas de comprimento de uma extremidade a outra, que foram percorridas em cada cruzeiro, sendo finalizadas geralmente em quatro dias de esforço. Foram registrados os esforços de amostragem (horas de observação e milhas náuticas percorridas) e as condições meteorológicas. O esforço era suspenso em condições adversas (chuva, mar maior do que Beaufort 4 ou ventos acima de 18 nós).

As observações foram realizadas a partir do deck superior da embarcação por três observadores posicionados a bombordo, proa e boreste. A busca dos grupos foi realizada a olho nu e com o auxílio de binóculos. Localizando um grupo de cetáceos nas proximidades, o barco abandonava a linha de transecção para aproximação visando à identificação da espécie, coleta da posição geográfica, determinação da composição do grupo e registro fotográfico, retornando posteriormente à linha de transecção. Caso o grupo detectado fosse observado muito longe da linha de transecção (além de duas milhas), o mesmo era registrado sem que o barco interrompesse a transecção. Quando um grupo de jubartes era detectado, era acompanhado por no máximo trinta minutos. As composições de grupo foram classificadas de acordo com o número de indivíduos e a presença de filhotes. Considerou-se Grupo com filhote (Fi) os grupos que continham um animal nadando próximo a um adulto e com comprimento inferior a 50% dele (Chittleborough 1965). Foram classificados como Grupo Competitivo (GC) os grupos compostos de no mínimo três baleias adultas, onde havia disputa entre machos pelo acesso sexual a uma fêmea (Tyack & Whitehead 1983). Estes grupos caracterizam-se por apresentarem comportamentos vigorosos como saltos, batidas de cabeça e

de cauda, investidas e natação rápida, ocorrendo mudanças frequentes de direção e muita atividade próxima da superfície (Clapham *et al.* 1993).

Dados acústicos:

Os dados acústicos para as análises dos machos cantores foram coletados nos anos de 2012 e 2013, ao longo dos mesmos transectos. Foram determinados 16 pontos de escuta para a colocação do hidrofone (HTI 90 MIN - High-Tech, Inc., Long Beach, MS) a cada 10 milhas a partir o início da linha de transecção, nas extremidades dos diâmetros. O hidrofone era colocado a uma profundidade de 3 metros e conectado a um gravador digital TASCAM DR-05, com resposta de frequência até 96 kHz. A temperatura foi determinada por sonda multiparâmetros Hanna e a transparência da água com o disco de Secchi, ambas coletadas em campo no momento da colocação do hidrofone. Eram feitas gravações de 3 minutos, independente da presença ou não de cetáceos e com o motor desligado, resultando em arquivos sem compressão, no formato WAV. Apesar de não abranger o canto completo, o tempo de gravação foi suficiente para alcançar o objetivo principal do estudo, detectar a presença do canto e quantidade de cantores.

Análises espaciais:

As análises espaciais foram realizadas usando o programa ArcMAP (ESRI), versão 10, e sua extensão *Spatial Analyst*. Uma malha batimétrica da área de estudo foi construída através dos dados da base ETOPO 1 (Amante & Eakins 2009). Os dados batimétricos foram interpolados pelo método de “distância inversa ponderada” (IDW – *Inverse Distance Weighted*) (Watson & Philip 1985) para gerar uma superfície em formato *raster* da área de estudo. A partir desse Sistema de Informações Geográficas elaborado especialmente para a área de estudo, foram extraídas informações como distância da costa e índice de declividade do fundo sobre os habitats marinhos amostrados. O índice de declividade do fundo foi medido como percentual

de aumento da profundidade, dada através da fórmula: Índice de declividade = altura / distância *100.

Para as análises relacionadas aos machos cantores (CT), foram determinadas as mesmas características ambientais das posições geográficas dos pontos de escuta: profundidade, distância da costa e índice de declividade do fundo, além de incluídas as variáveis temperatura e transparência da água, mês e ano.

Análises dos dados:

Foram plotados diagramas de dispersão para verificação de correlação entre todas as variáveis ambientais (colinearidade). Além disso, o índice de correlação linear de Pearson foi usado. Este índice varia de -1 (correlação total negativa) a +1 (correlação total positiva). Uma “correlação moderada” foi considerada aquela com valores de índice entre +0,4 e +0,7 e -0,4 e -0,7. Valores de índice acima +0,7 e abaixo de -0,7 foram considerados como “correlação alta”. Variáveis ambientais que apresentaram grau alto de correlação não foram incluídas no mesmo modelo. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software livre R (R Development Core Team 2013).

Grupos competitivos e grupos com filhote

Para as análises comparativas entre os grupos competitivos (GC) e grupos com filhote (Fi) foram gerados 160 pontos aleatórios (Rand) na área de estudo através do programa *Geospatial Modelling Environment* (GME) (Beyer 2013) e, para os mesmos, extraídas as mesmas variáveis ambientais dos pontos amostrados (profundidade, distância da costa e índice de declividade do fundo). Os pontos aleatórios correspondem ao que está disponível na área de estudo para os animais, ou seja, um cenário de ausência de preferência de habitat. Qualquer desvio do que estava disponível foi considerado como preferência, que pode se manifestar

como maior uso do que o esperado ao acaso, ou menor uso, que indica que o animal está evitando uma determinada classe de habitat (Garshelis 2000).

Para as análises comparativas dos valores das diferentes variáveis ambientais utilizados por grupos competitivos e grupos com filhotes, e caracterização da disponibilidade na área de estudo (pontos aleatórios), foi realizado o teste não-paramétrico de *Kruskal-Wallis*. Este teste irá indicar se existe diferença significativa geral entre os grupos testados. Caso o teste de *Kruskal-Wallis* tenha dado significativo, os grupos foram então comparados dois-a-dois com o teste de Mann-Whitney. O valor de *p* desta comparação *post-hoc* foi corrigido por meio do ajuste de Bonferroni (Sokal & Rohlf 1995).

Machos cantores

O número de machos cantores (CT) foi determinado em cada arquivo gravado, através da análise acústica e análise visual dos espectrogramas das gravações gerados no programa *Raven PRO* versão 1.3. O canto da baleia jubarte possui unidades menores repetidas (frases) que são organizadas em estruturas maiores (temas) que ocorrem em sequência (Payne & McVay 1971) e são facilmente reconhecidos, com um ciclo de duração média de 6 a 35 minutos (Winn & Winn 1978). Sua frequência varia amplamente na região em um espectro de frequência entre 20 e 24.000 Hertz (Rossi-Santos 2012). Os arquivos foram analisados por dois pesquisadores treinados. Os arquivos utilizados foram os que apresentaram a melhor taxa de ruído para o sinal, ou seja, os sinais de interesse estavam em primeiro plano na gravação. Os cantos eram individualizados para distinção do número de animais, analisando cautelosamente arquivos de boa qualidade sonora onde era possível detectar cantos de indivíduos diferentes emitidos ao mesmo tempo na gravação e caracterizados por estar em trechos diferentes do canto da população para o ano corrente, em um volume que possibilitava a detecção com clareza, entre outras características típicas do canto da espécie. Eram capazes

de se identificar se mais de um cantor estava presente na gravação quando diferentes temas de músicas eram sobrepostos, geralmente com diferentes potências de sinal de diferenciação entre cantores. As gravações foram categorizadas em “0” para nenhum cantor, “1” para um cantor, “2” para dois cantores e “3+” para três ou mais cantores.

As contagens dos machos cantores em cada ponto de escuta foram modeladas através de Modelos Lineares Generalizados (GLMs) (Zuur *et al.* 2007) com distribuição de erros *Poisson*. Diferente dos modelos lineares simples, os modelos lineares generalizados permitem que a variável resposta apresente uma distribuição não normal. Este tipo de modelo possui basicamente dois componentes: a variável resposta, que deve ser da família de distribuição exponencial (no caso a *Poisson*), e uma função de ligação (*link*), que descreve como a variável resposta e a combinação linear das variáveis preditoras estão relacionadas (Faraway 2006). Por possuir boas propriedades e conveniência matemática, a função logit foi escolhida para a presente análise e os parâmetros do modelo foram estimados pelo método de máxima verossimilhança (McCullagh & Nelder 1989). As premissas dos Modelos Lineares Generalizados são: a) erros residuais seguem a distribuição de Poisson; b) relação linear entre a variável resposta e variáveis explanatórias; c) independência entre as observações, e d) homogeneidade das variâncias (homocedasticidade). Para validar o melhor modelo com relação à aderência das premissas foram realizadas plotagens diagnósticas conforme Zuur *et al.* (2007).

Utilizamos como variável resposta o número de machos cantores dos pontos amostrados. Ainda que não seja possível precisar a posição geográfica do animal, consideramos que as características do ponto de escuta representem as características ambientais dos arredores. Foram construídos 17 modelos contendo diferentes combinações de variáveis explanatórias que explicam a variação na contagem dos cantores. Como variáveis explanatórias foram utilizadas mês, ano, profundidade, classes de distância da costa, índices de declividade do

fundo, transparência e temperatura da água. O mês foi incluído como variável explanatória, pois o número de cantores pode variar ao longo da temporada reprodutiva, assim como outros grupos sociais (ver Martins *et al.* 2001). O ano, pelo fato de poder existir diferenças na distribuição dos animais ao longo dos anos (Dutra *et al.* 2012). A profundidade, distância da costa, declividade do fundo, transparência e temperatura da água foram incluídas por já terem sido consideradas variáveis significativas na escolha do habitat de outros grupos sociais de baleias jubarte e outros cetáceos (Ersts & Rosenbaum 2003, Rossi-Santos *et al.* 2008, Wedekin *et al.* 2010, Dalla-Rosa *et al.* 2012). Para modelar a variação temporal na contagem de cantores o mês foi incluído como variável contínua (tendência de crescimento ou decréscimo ao longo do ano), categórica (variação mês a mês) ou quadrática (um pico de cantores na temporada). Os diferentes modelos foram comparados e escolhidos dentro de uma abordagem de seleção de modelos (Burnham & Anderson 2002). Dentro desta abordagem, procurou-se o modelo que melhor se ajustou aos dados com o menor número de parâmetros, utilizando o princípio da parcimônia. O Critério de Informação de Akaike (AIC) foi calculado para cada modelo e o modelo escolhido, o melhor dentre os candidatos, foi aquele com o menor valor de AIC. O AIC leva em conta o ajuste do modelo e seu valor é penalizado quanto maior o número de parâmetros. A comparação entre o melhor modelo e os demais é feita através do Delta AIC, a diferença relativa entre os modelos, obtido pelo valor de AIC de um modelo menos o valor de AIC do melhor modelo selecionado. Quando o Delta AIC é menor ou igual a 2, o modelo é incluído. O peso do AIC de um modelo indica a probabilidade daquele ser um bom modelo suportado pelos dados (Burnham & Anderson 2002). Dentro desta lógica analítica, que vem se firmando como paradigma em análises ecológicas, cada modelo corresponde a uma hipótese sobre o sistema sendo estudado. O modelo escolhido, desta forma, indica a hipótese com maior suporte pelos dados coletados.

RESULTADOS

Grupos competitivos e grupos com filhote

Nos anos de 2008 a 2011, durante os cruzeiros de pesquisa realizados na área de estudo, foram avistados 61 grupos competitivos (GC) e 84 grupos com filhote (Fi). Foram obtidas 121 horas e 33 minutos de observação de jubartes em 8.520,2 milhas náuticas percorridas (Tabela 1). Um total de 145 grupos foram analisados e comparados a 160 pontos aleatórios (Rand).

Tabela 1 – Esforço amostral dos cruzeiros de pesquisa na região Sul do Banco dos Abrolhos (2008 – 2011).

Ano	Cruzeiros	Dias	Esforço amostral (milhas náuticas)	Esforço amostral (horas)
2008	26	79	3.807,8	571,8
2009	12	33	1.804,0	255,3
2010	13	36	1.811,6	282,3
2011	11	25	1.096,8	168,9
Total	62	173	8.520,2	1.278,3

As três categorias (GC, Fi e Rand) foram exploradas em função das variáveis ambientais profundidade, índice de declividade do fundo e distância da costa. Foi observada uma correlação moderada (0,4 – 0,7) entre as variáveis distância da costa e profundidade e profundidade e declividade do fundo (Figura 2). Não foram encontradas altas correlações.

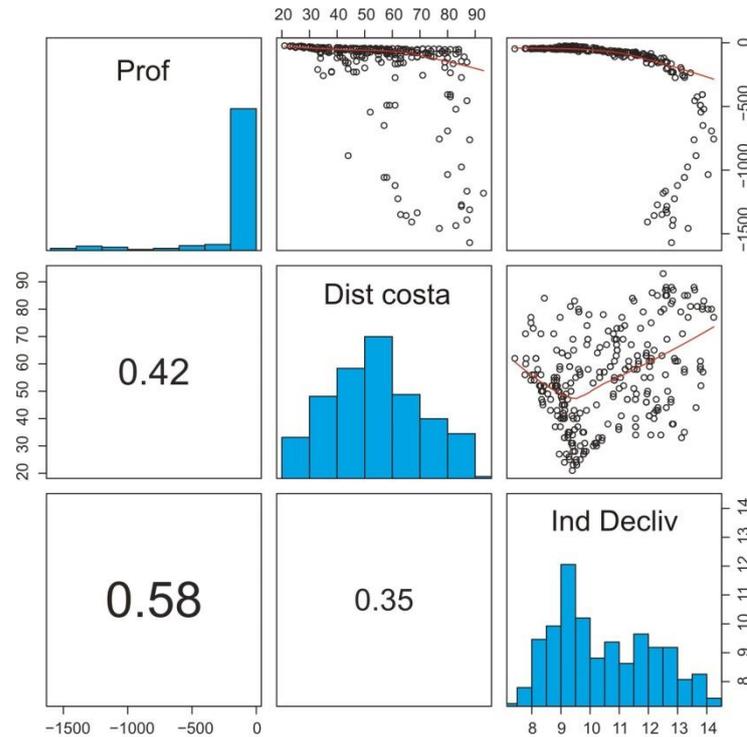


Figura 2 – Painele de correlação entre as variáveis ambientais profundidade (Prof), distância da costa (Dist costa) e declividade do fundo (Ind Decliv), associadas aos grupos com filhote e grupos competitivos de baleia jubarte (2008 – 2011) e pontos aleatórios: diagrama de dispersão com linha de suavização, histogramas e índices de correlação de Pearson.

Os Fi se concentraram em uma faixa mais estreita de profundidade em relação aos GC (Figura 3 a e b), com média de 60,95 metros (desvio padrão DP = 25,12; amplitude = 28,77 – 154,11 m), já os GC demonstraram uma maior tolerância às variações de profundidade apresentando maior amplitude, com média de 135,99 m (DP = 247,44; amplitude = 33,19 – 1.407,86 m), ainda assim se concentraram em regiões mais rasas (Figura 4). As profundidades variaram significativamente entre os diferentes grupos e os pontos aleatórios (*Kruskal-wallis*: $X^2 = 9,70$; GL = 2; $p = 0,008$). A comparação *post-hoc* mostrou que as profundidades de Fi e GC ($p = 0,021$) e Fi e pontos aleatórios ($p = 0,015$) foram estatisticamente significantes.

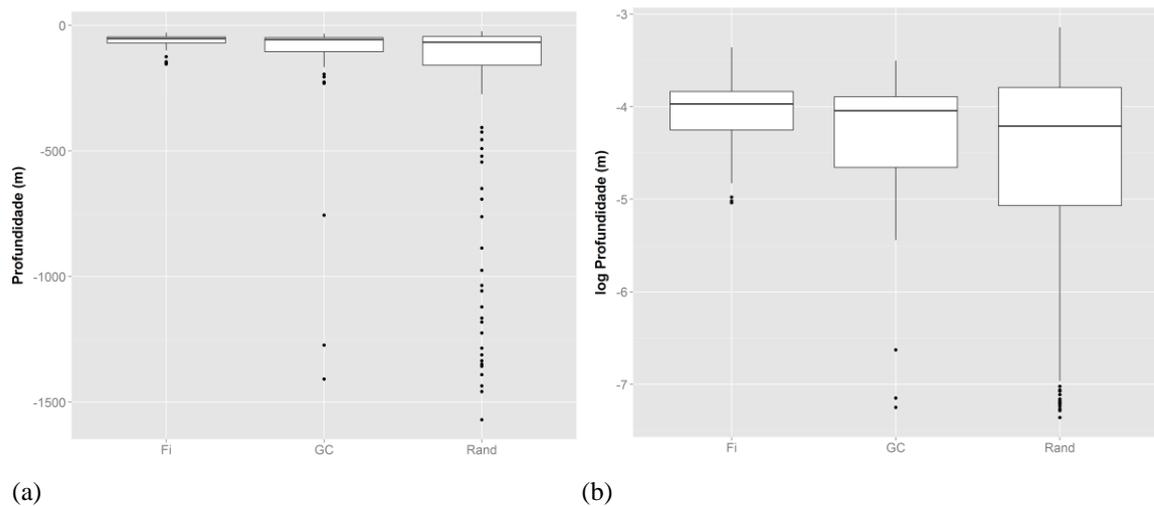


Figura 3 – Variação das profundidades entre as diferentes categorias sociais de baleia jubarte, grupos com filhote (Fi) e grupos competitivos (GC), e os pontos gerados aleatoriamente (Rand), 2008 – 2011 (a), e variação na escala logarítmica (b).

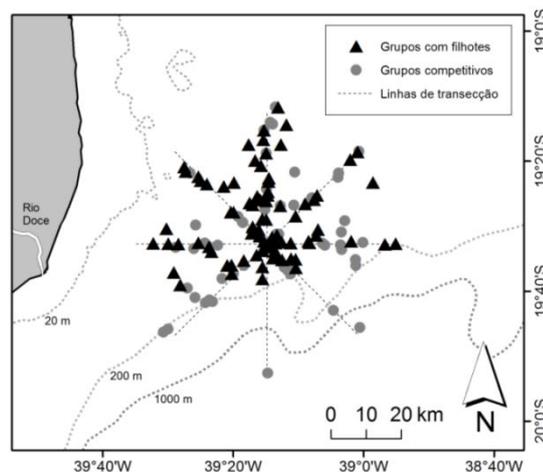


Figura 4 – Distribuição dos grupos com filhotes e grupos competitivos de baleia jubarte na área de estudo, 2008 – 2011.

Quanto à declividade do fundo os grupos apresentaram um padrão semelhante em relação à profundidade. Os Fi ocuparam regiões de menor índice de declividade, média de 43.018 (DP = 62.266; amplitude = 2.892 – 311.274), enquanto os GC apresentaram uma distribuição mais ampla, média de 107.546 (DP = 218.194; amplitude = 2.892 – 1.527.402), ainda que concentrados em áreas mais planas (Figura 5 a e b). O índice de declividade também variou significativamente entre os grupos e os pontos aleatórios (*Kruskal-wallis*: $X^2 = 15,53$; GL = 2; $p < 0,001$). A comparação *post-hoc* mostrou diferença estatisticamente significativa somente entre Fi e pontos aleatórios ($p < 0,001$).

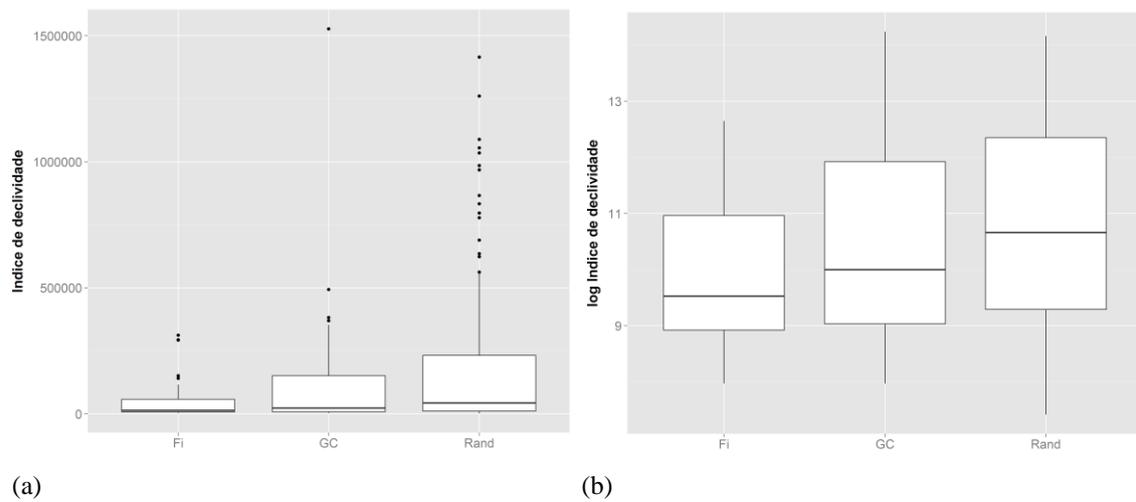


Figura 5 – Variação dos índices de declividade do fundo entre as diferentes categorias sociais de baleia jubarte, grupos com filhote (Fi) e grupos competitivos (GC), e os pontos gerados aleatoriamente (Rand), 2008 – 2011 (a), e na escala logarítmica (b).

A distribuição de distâncias em relação à costa foi similar entre os grupos, apresentando pouca variação. Apesar de visualmente os Fi se concentrarem em uma faixa mais estreita de distâncias (Figura 6), não houve diferença significativa para esta variável (*Kruskal-wallis*: $X^2 = 1,18$; $GL = 2$; $p = 0,555$).

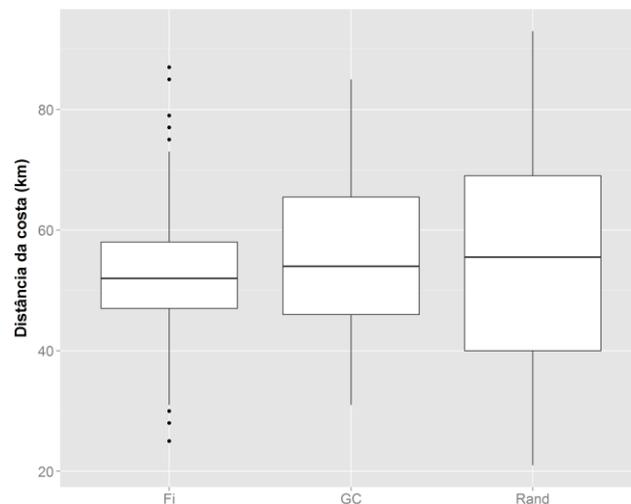


Figura 6 – Variação das distâncias da costa (km) entre as diferentes categorias sociais de baleia jubarte, grupos com filhote (Fi) e grupos competitivos (GC), e os pontos gerados aleatoriamente (Rand), 2008 – 2011.

Machos cantores

Dos dados acústicos coletados nos anos de 2012 e 2013 foram gerados 267 arquivos de sons, dos quais foram detectados cantos em 121 dos arquivos (~45%). Em relação às variáveis ambientais foi observada uma correlação moderada (0,4 – 0,7) entre as variáveis temperatura e transparência, profundidade e índice de declividade e entre a distância da costa e transparência. Não foi observada uma alta correlação entre nenhuma das variáveis (Figura 7).

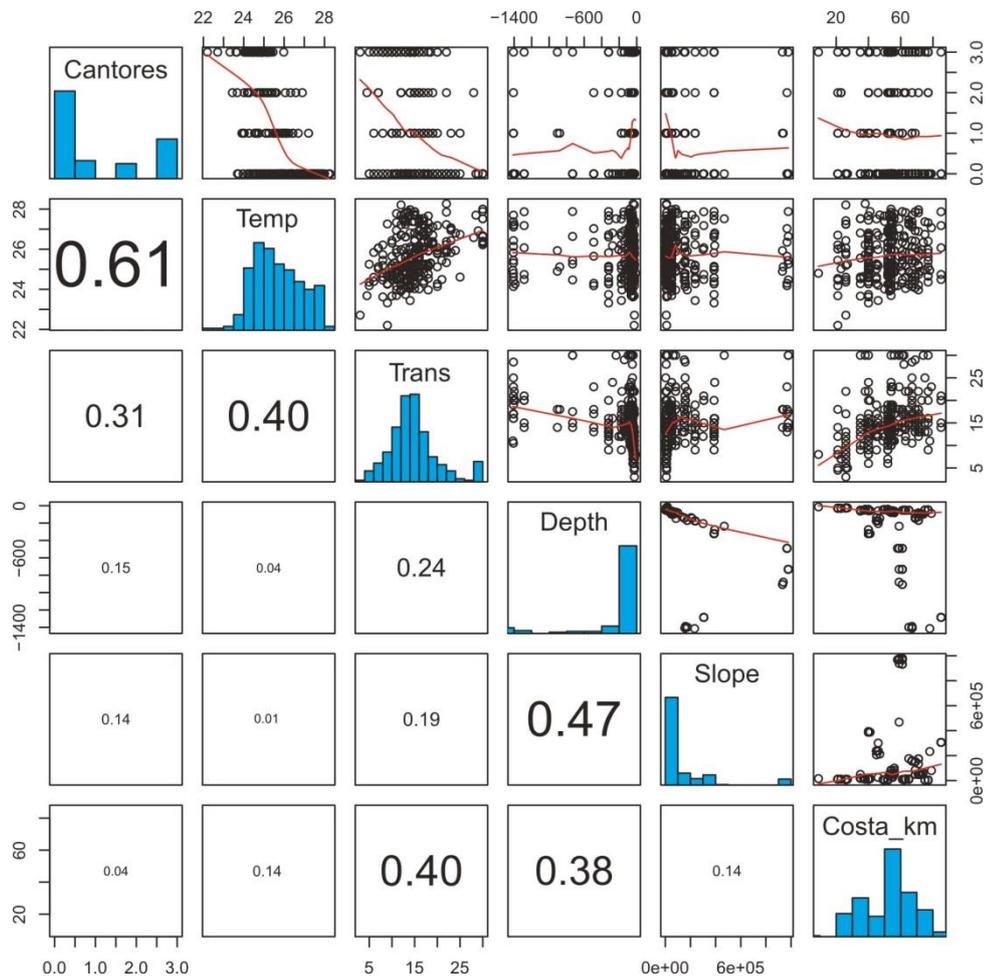


Figura 7 – Painel de correlação entre as variáveis ambientais temperatura (Temp), transparência (Trans), profundidade (Prof), declividade do fundo (Ind Decliv) e distância da costa (Dist costa), associadas a contagem de machos cantores de baleia jubarte (2012 – 2013): diagrama de dispersão com linha de suavização, histogramas e índices de correlação de Pearson.

Das gravações dos pontos de escuta amostrados nas quais foram detectados canto houve maior número de arquivos com 3 ou mais cantores gravados (Figura 8). Os CTs ocorreram em maior número em regiões rasas, porém também foram observados em regiões mais profundas,

apresentando grande amplitude nos dados (Figura 9), com média de 131,25 m (DP = 260,20; amplitude = 13,68 – 1.407,86 m).

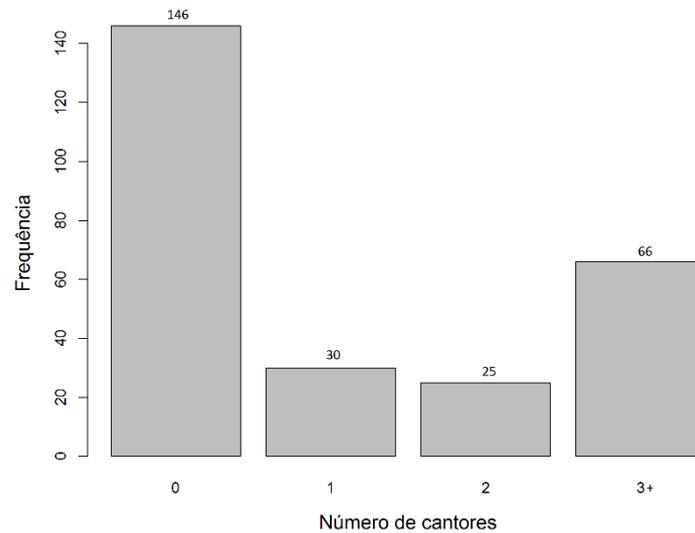


Figura 8 – Frequência de machos cantores nas amostragens realizadas em 16 pontos de escuta distribuídos na área de estudo, 2012 – 2013.

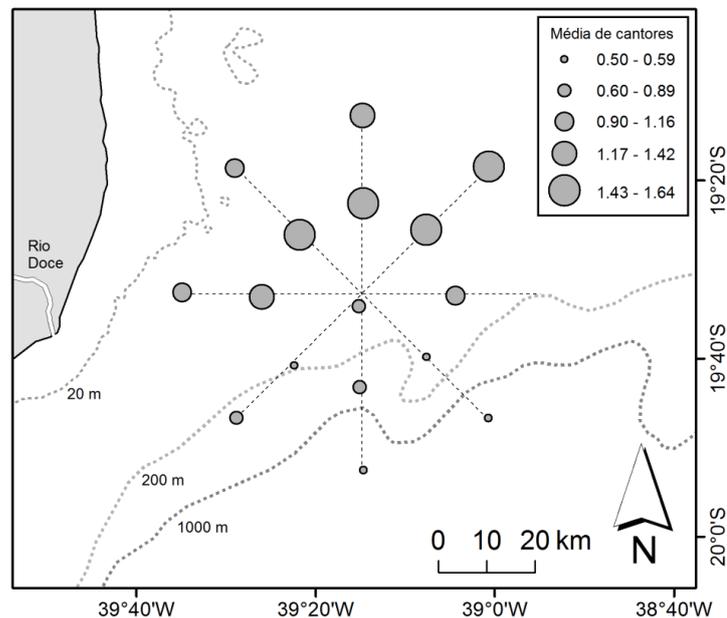


Figura 9 – Média de machos cantores de baleia jubarte nos 16 pontos de escuta amostrados na área de estudo, 2012 – 2013.

Na comparação dos 17 GLMs construídos, através do AIC, verificaram-se três modelos suportados pelos dados (Tabela 2). O melhor modelo selecionado (AIC = 520,4) foi o que incluiu a variável mês como função quadrática e a profundidade. O segundo melhor modelo

(Delta AIC = 1,23) considerou as mesmas variáveis e incluiu a variável ano como categórica no modelo. O terceiro melhor modelo (Delta AIC = 1,39) considerou o índice de declividade e o mês como função quadrática. Apesar de ter sido observada uma correlação moderada entre a contagem de cantores e a temperatura, o modelo incluindo essa variável não teve suporte pelo AIC.

Tabela 2 – Tabela de comparação dos Modelos Lineares Generalizados (GLMs) com distribuição *Poisson* de erros construídos com as contagens de machos cantores da baleia jubarte em função das variáveis ambientais nos anos de 2012 e 2013. Notação: PROF (profundidade), DECLIV (índice de declividade do fundo), COSTA (distância da costa), TEMP (temperatura), TRANS (transparência), Log Ver (valor de log da verossimilhança), AIC (Critério de informação de Akaike), MÊS (CAT) (mês como categoria).

Modelo	Graus de Liberdade	Log Ver	AIC	Delta AIC	Peso AIC
MÊS + MÊS ² + PROF	4	-256,109	520,4	0,00	0,337
MÊS + MÊS ² + PROF + ANO	5	-255,687	521,6	1,23	0,182
MÊS + MÊS ² + DECLIV	4	-256,805	521,8	1,39	0,168
MÊS + MÊS ² + PROF + TEMP	5	-256,091	522,4	2,04	0,102
MÊS + MÊS ² + DECLIV + ANO	5	-256,234	522,7	2,33	0,105
MÊS + MÊS ² + PROF + TRANS + ANO	6	-255,654	523,6	3,26	0,066
MÊS + MÊS ² + DECLIV + TEMP	5	-256,773	523,8	3,40	0,052
MÊS + MÊS ² + DECLIV + COSTA	5	-256,802	523,8	3,46	0,060
MÊS + MÊS ² + TRANS + DECLIV + ANO	6	-256,190	524,7	4,33	0,039
MÊS + MÊS ² + DECLIV + COSTA + ANO	6	-256,233	524,8	4,42	0,037
MÊS + MÊS ²	3	-261,386	528,9	8,49	0,005
MÊS + MÊS ² + COSTA	4	-261,309	530,8	10,40	0,002
MÊS + MÊS ² + TEMP	4	-261,384	530,9	10,55	0,001
MÊS (CAT)	11	-257,992	539,0	18,65	0,000
MÊS	2	-377,700	759,4	239,07	0,000
PROF + TRANS	3	-378,793	763,7	243,30	0,000
PROF	2	-396,846	797,7	277,37	0,000

A figura 10 representa os efeitos das profundidades na contagem dos cantores preditos pelo GLM, observando-se um aumento no número de cantores com a diminuição da profundidade. Em relação à variação da contagem dos cantores ao longo dos meses, foi evidenciado um pico de concentração de cantores no mês de setembro (Figura 11).

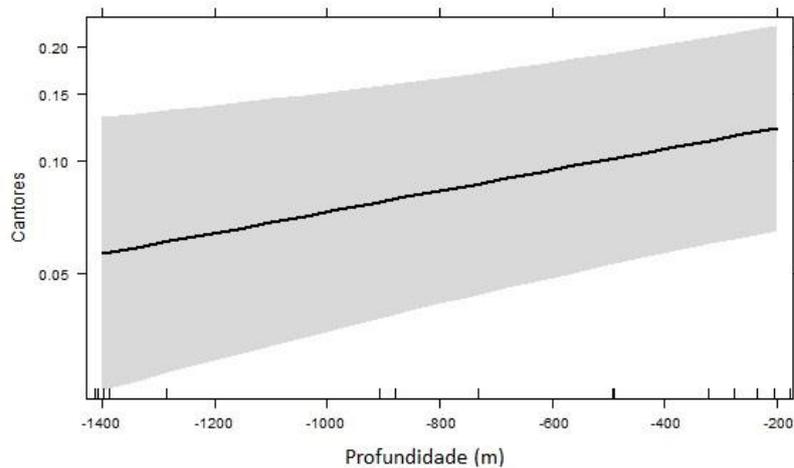


Figura 10 – Efeito predito da profundidade na contagem dos machos cantores de baleia jubarte pelo melhor modelo escolhido (número de cantores em função da profundidade e função quadrática do mês). A linha preta mostra a relação linear entre o número de cantores e a profundidade. A área cinza corresponde ao intervalo de 95% de confiança.

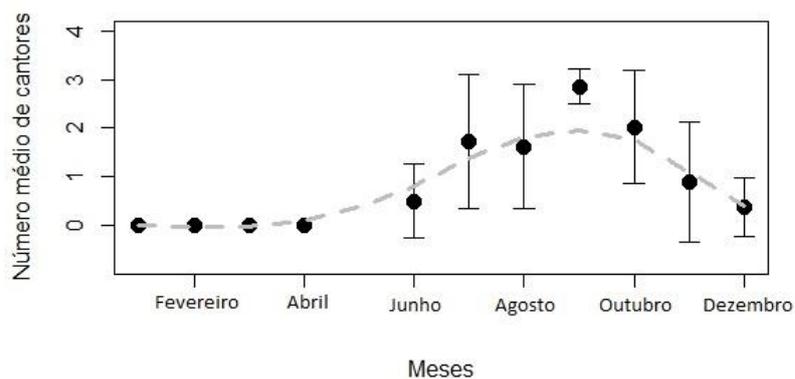


Figura 11 – Número médio de machos cantores de baleia jubarte nos pontos de escuta amostrados e sua variação ao longo dos meses de janeiro a dezembro, 2012 – 2013. Barras pretas em torno da média correspondem a mais e menos um desvio padrão. Linha cinza tracejada corresponde ao ajuste de uma função quadrática aos dados. Não foram realizadas observações no mês de maio.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Áreas de reprodução da baleia jubarte são conhecidas por oferecer regiões rasas e tropicais e condições de temperatura mais amena do que as áreas de alimentação (Kellogg 1929). Na área de estudo, que abrange profundidades de 13 a mais de 1400 metros com ocorrência de jubartes, as fêmeas com filhotes são mais seletivas utilizando exclusivamente as áreas mais rasas, o que já foi observado para outras espécies mistictetos (Jones & Swartz 1984, Keller *et al.* 2006), e menos íngremes. Já os grupos competitivos e os machos cantores ocorreram em áreas de diferentes profundidades. Ainda assim, os grupos com machos também se concentram nas mesmas regiões rasas, isso pode estar associado à busca pelas fêmeas receptivas que podem entrar em estro na mesma temporada em que pariram, o que acontece com alguns indivíduos na região (IBJ, dados não publicados). Regiões rasas, mais abrigadas de ventos e tempestades e com temperaturas mais amenas são consideradas áreas de vantagens reprodutivas também para baleias cinzenta (Buhr and Leatherwood 1986) e baleias franca (Keller *et al.* 2006), que escolhem essas regiões para a criação dos filhotes assim como as baleias jubartes.

Diferente de outras espécies de baleias, que podem apresentar comportamentos reprodutivos ao longo das migrações e em outras estações (Jones & Swartz 2009, Kenney 2009), a corte e o acasalamento das jubartes ocorrem exclusivamente na área reprodutiva durante a temporada. Pelo fato dos animais não costumarem se alimentar nessas áreas, o que prevalece para o sucesso da espécie são as estratégias reprodutivas dos machos e criação do filhote e escolha do parceiro pela fêmea. Apesar de acreditar-se que os machos investirem mais energia em fêmeas preferencialmente sem filhotes (Craig *et al.* 2002), um cenário diferente foi observado nessa região, uma vez que pouco mais da metade dos grupos com filhote eram acompanhados de pelo menos um escorte adulto. Provavelmente essa seja uma estratégia vantajosa para os machos na área reprodutiva da costa brasileira. Ainda que o sistema de acasalamento das

baleias jubarte seja muito discutido e controverso (Herman & Tavolga 1980, Clapham 2000, Craig *et al.* 2002, Smith *et al.* 2008), sabe-se que em espécies poligâmicas este sistema é determinado pela disponibilidade espacial e temporal de recursos, que interferem na distribuição das fêmeas receptivas (Clutton-Brock 1989). Além de serem conhecidas algumas das características do seu sistema de acasalamento. As estratégias reprodutivas dos machos (canto, escorte e grupo competitivo) (Clapham 2000), variam em ocorrência e intensidade dentro e entre as áreas de reprodução (Cerchio 2003). Dentre as variações nessas estratégias, observa-se que (a) o canto pode ocorrer em indivíduos solitários ou ainda em agregações de mais animais, associados ou não a fêmeas, com ou sem filhotes (Medrano *et al.* 1994, Darling & Bérubé 2001, Rossi-santos 2012), (b) grupos competitivos variam no tamanho e na presença ou não de uma fêmea nuclear e de filhotes (Tyack & Whitehead 1983, Clapham *et al.* 1992) e ainda que (c) podem ser vistos mais de um escorte, acompanhando uma fêmea com filhote, apresentando comportamentos competitivos ativos ou aqueles que apenas permanecem nas regiões periféricas sem interagir (Cerchio 2003). Spitz *et al.* 2002 sugerem que as estratégias sejam adotadas de acordo com o tamanho dos indivíduos, onde indivíduos maiores tendem a ser cantores ou escortes principais em grupos competitivos, e que estes teriam mais sucesso na competição entre os machos desses grupos. Acredita-se também que alguns machos escolhem áreas de menor densidade para que a competição seja menor, provavelmente por não serem bons competidores nas áreas de maior densidade de animais (Clapham 2000).

O método de escolha do parceiro reprodutivo pelas fêmeas é pouco conhecido. Sabe-se que algumas fêmeas podem copular com machos diferentes em uma mesma temporada reprodutiva e em temporadas subsequentes (Clapham & Palsboll 1997) e que algumas podem entrar em estro pós-parto (após o nascimento do filhote) e acasalar na mesma temporada em que pariram. Outras repelem agressivamente machos indesejados (Mesnick & Ralls 2009),

podem escolher machos maiores para acasalar (Pack *et al.* 2009) ou ainda exercer alguma influência na escolha do escorte em um grupo competitivo (Glockner-Ferrari & Ferrari 1985). Sugere-se também que as interações entre machos e fêmeas são influenciadas pelas mudanças sazonais na receptividade das fêmeas, suas escolhas e possíveis benefícios de um macho escorte (Jones *et al.* 2009).

Apesar de muitas questões ainda sem respostas, as baleias jubarte são claramente poligâmicas/promíscuas (Clapham 2000). Clapham (1996) sugeriu para a espécie que o sistema de acasalamento fosse chamado de *lek* flutuante, sendo diferente de um sistema tradicional de *lek* pela ausência de defesa de um espaço propriamente dito, mas com características típicas desse sistema como: a ausência de cuidado parental pelos machos, os comportamentos exibicionistas de machos agrupados através de demonstrações sonoras (canto) e comportamentais (grupos competitivos) e o fato dos machos não controlarem os recursos.

O comportamento social é uma variável importante na seleção e uso do habitat dos animais (Reed & Dobson 1993, Dobson & Poole 1998, Ersts & Rosenbaum 2003). As diferenças de como machos e fêmeas selecionam e utilizam os habitats também vão interferir no sistema de acasalamento da espécie. Em alguns casos, por exemplo, o habitat escolhido pelas fêmeas é considerado pelos machos como habitat de maior qualidade, o que vai interferir nos mecanismos de competição e dominância entre eles (Emlen & Oring 1977).

Os tamanhos de grupo e os comportamentos sociais da espécie também são relacionados a fatores como oportunidades de corte e parceiros potenciais (Clapham 1996). De um modo geral, grupos competitivos costumam ocorrer em águas intermediárias até as mais profundas nas regiões de reprodução. São grupos de tamanhos variados e podem possuir ou não uma fêmea central no grupo (Clapham *et al.* 1992). Por apresentam comportamentos competitivos vigorosos (Clapham *et al.* 1993) provavelmente áreas profundas facilitem sua

manobrabilidade, o que no nosso estudo pode indicar que estes grupos tenham escolhido as áreas rasas para seguir a preferência das fêmeas.

A variável distância da costa não foi importante na escolha do habitat pelos grupos. Mesmo em diferentes análises, a variável não foi significativa para a ocorrência de grupos com filhote, machos cantores nem para grupos competitivos, diferente do observado para a Baía de Antongil, em Madagascar (Ersts & Rosenbaum 2003). Essa situação diferente provavelmente se deve pela diferença na amplitude oceânica da área de estudo, uma vez que a Baía de Antogil é uma região de pouca variação de distâncias em relação à costa, tratando-se de uma baía abrigada, enquanto a área Sul do Banco dos Abrolhos abrange regiões de águas abertas. A profundidade foi a variável de maior efeito na contagem dos machos cantores, o canto foi detectado em áreas de 13 até mais de 1400 metros. Essa variação do uso do habitat pelos cantores pode estar associada às possíveis diferentes funções do canto que, além de estar associado diretamente às fêmeas (Tyack 1981, Baker & Herman 1984, Frazer & Mercado 2000), em áreas rasas, pode estar relacionado também a um ordenamento social entre os machos (Helweg *et al.* 1992, Darling & Bérubé 2001), navegação ou orientação (Clapham & Mattila 1990) e ainda a comportamentos cooperativos (Darling *et al.* 2006), que podem ocorrer em profundidades variadas. Apesar dessa ampla variação de profundidades na ocorrência dos cantores, as maiores agregações desses animais ocorreram nas áreas mais rasas, provavelmente pela eficiência da propagação do canto sem a perda de propriedades acústicas dos sinais (Au & Hastings 2008) e também pela possibilidade de seguir a preferência das fêmeas com filhote. Já foi observada na costa leste da Austrália a associação significativa de cantores em regiões rasas onde se concentram as fêmeas com filhotes, provavelmente para investir nessas fêmeas, que acabam atraindo mais machos para essas regiões (Smith *et al.* 2008). Aqui sugere-se que ocorra uma situação similar em nossa área de estudo.

Além da profundidade, outras variáveis foram selecionadas nos outros modelos que sustentaram os dados de cantores analisados, como a declividade, o ano como variável categórica e o mês como função quadrática. A profundidade e declividade não foram incluídas em um mesmo modelo devido à correlação entre as duas variáveis. A declividade foi selecionada no terceiro melhor modelo, o que sustenta a hipótese de que a inclinação do fundo oceânico é determinante nas agregações de cantores, favorecendo uma maior competição em áreas de menor declive, onde o canto pode ser melhor propagado devido a falta de barreiras (Au & Hastings 2008). Apesar de ter sido observada uma correlação moderada entre a contagem de cantores e a temperatura, essa variável ambiental não foi selecionada nos melhores modelos, provavelmente pelo fato do mês ter explicado melhor a diferença sazonal na contagem. Estudos específicos sobre o uso de habitat pelos cantores não foram encontrados na literatura, o que dificultou comparações e discussões sobre as hipóteses. As outras variáveis analisadas, como transparência e temperatura da água, não foram importantes na presença e no número dos cantores.

O mês como função quadrática foi selecionado nos três melhores modelos, o que demonstrou que há um pico na concentração de cantores. No segundo modelo, o ano selecionado como variável categórica indica que pode haver diferenças importantes entre uma temporada e a do ano seguinte. Nossos dados demonstram que a “temporada” de canto na região ocorre de junho a dezembro, estendendo o que se conhece como temporada reprodutiva da espécie (julho a novembro). Uma maior atividade de canto pode ser observada entre julho e outubro e o pico de concentração de cantores ocorre no mês de setembro. Martins *et al.* 2001 e Morete *et al.* 2003 observaram um pico na abundância de jubartes na região de Abrolhos também no mês de setembro, o que pode explicar uma maior competição entre os cantores nesse período. No estudo de Martins *et al.* 2001 esse pico de abundância variou em algumas semanas de diferença ao longo dos anos do estudo (1995 – 1998). Além disso, observaram que os grupos

competitivos (com e sem filhote) ocorreram da metade para o fim de agosto. Já fêmeas com filhote (acompanhadas ou não de um escorte) apresentam maior concentração da metade para o fim de setembro. Já no estudo de Morete *et al.* 2003 a variação anual no pico da abundância dos animais não foi significativa, ocorrendo predominantemente em setembro. Nas áreas reprodutivas do México, no Pacífico, uma relação diferente foi observada. A atividade de canto diminui e os comportamentos competitivos aumentam significativamente conforme a abundância dos animais aumenta (Smith Aguilar & Medrano González 2007). Sabe-se também que classes de diferentes idades reprodutivas ocupam as áreas reprodutivas em momentos diferentes (Craig & Herman 2000), os juvenis são os primeiros a chegar às áreas de reprodução, às vezes acompanhados das fêmeas sem filhotes, seguidos pelos machos e fêmeas com filhotes. Já a ordem de saída é inversa, os primeiros que chegaram são os últimos a deixar a área reprodutiva, provavelmente pelo investimento reprodutivo até o final da temporada (Craig *et al.* 2003), o que pode interferir na sazonalidade dos diferentes grupos em uma área reprodutiva.

Entender os padrões de distribuição espacial dos animais fornece subsídios para compreender melhor como as baleias jubarte interagem nas áreas reprodutivas, e suas consequências para o seu sistema de acasalamento, e para aprofundar as investigações sobre as estratégias utilizadas e o sucesso reprodutivo da espécie. Além disso, permite promover um ordenamento adequado das atividades humanas e facilitar as ações de conservação para a espécie (Hooker *et al.* 1999, Hortal *et al.* 2004), principalmente em regiões onde ocorre exploração de petróleo e tráfego intenso de embarcações, como a área em questão.

Os dados apresentados permitem concluir, para a área de estudo, que a preferência do habitat das fêmeas com filhote é determinante na escolha pelos outros grupos sociais, contendo machos. A profundidade foi a variável ambiental mais importante na determinação dessa preferência, ainda que os machos desenvolvam suas estratégias reprodutivas em

profundidades variadas, os maiores esforços se concentraram nas regiões rasas em que essas fêmeas se encontram. Além disso, pudemos verificar que ocorre um aumento competitivo entre os machos cantores no pico da temporada reprodutiva. Nosso estudo traz uma primeira abordagem da ocorrência e agregação de cantores associadas às variáveis físicas do habitat, algo que não foi encontrado na literatura disponível.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os colaboradores desse manuscrito e às instituições parceiras, o Instituto Baleia Jubarte e a empresa CTA Ambiental, pela concessão dos dados e parceria, e a Universidade Estadual de Santa Cruz (Projeto PROPP/UESC 1396), a Cetacean Society International, a Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio financeiro.

LITERATURA CITADA

- Amante, C. & B. W. Eakins. 2009. ETOPO11 Arc-Minute Global Relief Model: Procedures, Data Sources and Analysis. NOAA Technical Memorandum NESDIS NGDC-24. Disponível em: <<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html>>. Data de acesso: maio de 2013.
- Andriolo, A., P. G. Kinas, M. H. Engel, C. C. A. Martins & A. M. Rufino. 2010. Humpback whales within the Brazilian breeding ground: distribution and population size estimate. *Endangered Species Research* 11: 233 – 243.
- Au, W. W. L. & M. C. Hastings. 2008. Acoustic propagation. Pages 99 – 132 *in* R. T. Beyer & W. Hartmann, eds. *Principles of Marine Bioacoustics*. Springer, New York, NY.
- Baker, S. & L. M. Herman. 1984. Aggressive behaviour between humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) wintering in Hawaiian waters. *Canadian Journal of Zoology* 62: 1922 – 1937.
- Beyer, H. L. Geospatial Modelling Environment Software. Disponível em: <www.spatial ecology.com>. Data de acesso: maio, 2013.
- Bjorge, A. 2002. How persistent are marine mammal habitats in an ocean of variability? Habitat use, home range and site fidelity in marine mammals. Pages 63 – 91 *in* P. G. H. Evans & J. A. Raga, eds. *Marine Mammals: Biology and Conservation*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, NY.
- Buhr, R. D. & S. Leatherwood. 1986. Site fidelity in gray whales. *International Whaling Commission Report. Special Issue* 8: 56–69.
- Burnham, K. P. & D. R. Anderson. 2002. *Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach*. Springer-Verlag, NY.
- Cassini, M. H. 2013. Distribution ecology in conservation biology. Pages 101 – 104 *in* M. H. Cassini, ed. *Distribution ecology: from individual habitat use to species biogeographical range*. Springer-Berlin, NY.
- Cerchio, S. 2003. *Paternity, Polygyny and Alternative Mating Tactics in Humpback Whales (Megaptera novaeangliae)*. Tese de Doutorado. Universidade de Michigan, Michigan. 165p.
- Chittleborough, R. G. 1965. Dynamics of two populations of the humpback whale, *Megaptera novaeangliae* (Borowski). *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 16: 33 – 128.
- Clapham, P. J. 1996. The social and reproductive biology of humpback whales: an ecological perspective. *Mammal Review* 26: 27 – 49.

- Clapham, P. J. 2000. The humpback whale: seasonal feeding and breeding in a baleen whale. Pages 173 – 196 in J. Mann, R. C. Connor, P. L. Tyack & H. Whitehead, eds. *Cetacean Societies: field studies of dolphins and whales*. The University of Chicago Press, Chicago & London, USA.
- Clapham, P. J. & D. K. Mattila. 1990. Humpback whale songs as indicators of migration routes. *Marine Mammal Science* 6: 155 – 160.
- Clapham, P. J. & P. J. Palsboll. 1997. Molecular analysis of paternity shows promiscuous mating in female humpback whales (*Megaptera novaeangliae*, Borowski). *Proceedings: Biological Sciences* 264: 95 – 98.
- Clapham, P. J., P. J. Palsboll, D. K. Mattila & O. Vasquez. 1992. Composition and dynamics of humpback whale competitive groups in the West Indies. *Behaviour* 122: 182 – 194.
- Clapham, P. J., D. K. Mattila & P. J. Palsboll. 1993. High-latitude-area composition of humpback whale competitive groups in Samana Bay: further evidence for panmixis in the North Atlantic population. *Canadian Journal of Zoology* 71:1065 – 1066.
- Clutton-Brock, T. H. 1989. Mammalian mating systems. *Proceedings of the Royal Society of London B* 236: 339 – 372.
- Craig, A. S. & L. M. Herman. 2000. Habitat preferences of female humpback whales *Megaptera novaeangliae* in the Hawaiian Islands are associated with reproductive status. *Marine Ecology Progress Series* 193: 209 – 216.
- Craig, A. S., L. M. Herman & A. A. Pack. 2002. Male mate choice and male–male competition coexist in the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). *Canadian Journal of Zoology* 80: 745 – 755.
- Craig, A. S., L. M. Herman, C. M. Gabriele & A. A. Pack. 2003. Migratory timing of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the central north pacific varies with age, sex and reproductive status. *Behaviour* 140: 981 – 1001.
- Dalla Rosa, L., J. K. B. Ford, A. W. Trites. 2012. Distribution and relative abundance of humpback whales in relation to environmental variables in coastal British Columbia and adjacent waters. *Continental Shelf Research* 36: 89 – 104.
- Darling, J. D. 1983. Migrations, abundance and behavior of Hawaiian humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). Tese de doutorado. Universidade da Califórnia, Santa Cruz, CA. 89p.
- Darling, J. D. & M. Bérubé. 2001. Interactions of singing humpback whales with other males. *Marine Mammal Science* 17: 570 – 584.

- Darling, J. D. & R. S. Sousa-Lima. 2005. Songs indicate interaction between humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) populations in the western and eastern South Atlantic Ocean. *Marine Mammal Science* 21: 557 – 566.
- Darling, J. D., M. E. Jones & C. P. Nicklin. 2006. Humpback whale songs: do they organize males during the breeding season? *Behaviour* 143: 1051 – 1101.
- Davis, R. W., G. S. Fargion, N. May, *et al.* 1998. Physical habitat of cetaceans along the continental slope in the north-central and western Gulf of Mexico. *Marine Mammal Science* 14: 490 – 507.
- Dawbin, W. H. & E. J. Eyre. 1991. Humpback whale songs along the coast of western Australia and some comparison with east coast songs. *Memoirs of the Queensland Museum* 30: 249 – 254.
- Dobson, A. & J. Poole. 1998. Conspecific aggregation and conservation biology. Pages 193-208 *in* T. Caro, ed. *Behavioral ecology and conservation biology*. University Press, Oxford, NY.
- Dutra, G. F., R. L. Moura, M. H. Engel, C. C. A. Martins, L. L. Wedekin, M. C. Neves & A. Paese. 2012. SIG na linha de frente da conservação marinha: gestão para a conservação da região dos Abrolhos, BA. Pages 71 – 88 *in* A. Paese, A. Uezu, M. L. Lorini and A. Cunha, eds. *Conservação da Biodiversidade com SIG*. Oficina de Textos, São Paulo, SP.
- Emlen, S. T. & L. E. Oring. 1977. Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems. *Science* 197: 215–223.
- Engel, M. H. & A. R. Martin. 2009. Feeding grounds of the western South Atlantic humpback whale population. *Marine Mammal Science* 25: 964 – 969.
- Ersts, P. J. & H. C. Rosenbaum. 2003. Habitat preference reflects social organization of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on a wintering ground. *London Journal of Zoology* 260: 337 – 345.
- Faraway, J. J. 2006. *Extending the Linear Model with R: Generalized Linear, Mixed Effects and Nonparametric Regression Models*. Taylor and Francis Group, Boca Raton London, NY.
- Félix, F. & B. Haase. 2001. The humpback whale off The Coast of Ecuador, population parameters and behavior. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 36: 61 – 74.
- Frazer, L. N. & E. Mercado. 2000. A sonar model for the humpback whale song. *Journal of Oceanic Engineering Society* 25: 160 – 182.
- Garshelis, D. L. 2000. Delusions in habitat evaluation: measuring use, selection, and importance. Pages 111 – 164 *in* L. Boitani and T. K. Fuller, eds. *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. Columbia University Press, New York, NY.

Glockner-Ferrari, D. A. & M. J. Ferrari. 1985. Individual identification, behavior, reproduction, and distribution of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in Hawaii. Report to the Marine Mammal Commission NTIS PB85-200772: 1 – 36.

Gregr, E. J. & A. W. Trites. 2001. Predictions of critical habitat for five whale species in the waters of coastal British Columbia. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 58: 1265 – 1285.

Helweg, D. A., A. S. Frankel, J. R. Mobley Jr., *et al.* 1992. Humpback whale song: Our current understanding. Pages 459-483 in J. A. Thomas, R. A. Kastelein and A. Y. Supin, eds. Marine Mammal Sensory Systems. Plenum Press, New York, NY.

Herman, L. M. & W. N. Tavolga. 1980. The communication systems of cetaceans. Pages 149-209 in L. M. Herman, ed. Cetacean Behavior: Mechanisms and Functions. Wiley Interscience, New York, NY.

Hooker, S. K., H. Whitehead & S. Gowans. 1999. Marine protected area design and the spatial and temporal distribution of cetaceans in a submarine canyon. Conservation Biology 13: 592 – 602.

Hortal, J., P. Garcia-Pereira & E. Garcia-Barros. 2004. Butterfly species richness in mainland Portugal: predictive models of geographic distribution patterns. Ecography 27: 68 – 82.

IWC. 2005. Report of the Scientific Committee. Annex H - Report of the sub-committee on other southern hemisphere whale stocks. Journal of Cetacean Research and Management, 7 (Suppl.): 235 – 246.

Jones, M., J. D. Darling & C. P. Nicklin. 2009. Female reproductive status in humpback whales affects male-female interactions on the Hawaiian breeding grounds. In: 18th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, pp. 125 (Abstr.). Quebec.

Jones, M. L. & S. L. Swartz. 1984. Demography and phenology of gray whales and evaluation of whale-watching activities in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, Mexico. Pages 309 – 374 in M. L. Jones, S. L. Swartz & S. Leatherwood, eds. The Gray Whale. Academic Press, San Diego, USA.

Jones, M. L. & S. L. Swartz. 2009. Gray Whale *Eschrichtius robustus*. Pages 503 – 511 in W. F. Perrin, B. Würsig & J. G. M. Thewissen, eds. Encyclopedia of Marine Mammals. 2 ed. Academic Press, San Diego, USA.

Keller, C. A., L. I. Ward-Geiger, W. B. Brooks, C. K. Slay, C. R. Taylor & B. J. Zoodsma. 2006. North Atlantic right whale distribution in relation to sea surface temperature in the southeastern United States calving grounds. Marine Mammal Science, 22: 426 – 445.

Kellogg, R. 1929. What is known of the migration of some of the whalebone whales. Smithsonian Institution Annual Report 1928: 467 – 494.

Kenney, R. D. 2009. Right Whales *Eubalaena glacialis*, *E. japonica* and *E. australis*. Pages 962 – 972 in W. F. Perrin, B. Würsig & J. G. M. Thewissen, eds. Encyclopedia of Marine Mammals. 2 ed. Academic Press, San Diego, USA.

Leão, Z. M. A. N. 1999. Abrolhos - O complexo recifal mais extenso do Oceano Atlântico Sul. C. Schobbenhaus, D. A. Campos, E. T. Queiroz, M. Winge, M. Berbert-Born, eds. Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Disponível em: <<http://www.unb.br/ig/sigep/sitio090/sitio090.htm>>. Data de acesso: maio, 2013.

Martins, C. C. A., M. E. Morete, M. H. Engel, A. C. Freitas, E. R. Secchi & P. G. Kinas. 2001. Aspects of habitat use patterns of humpback whales in the Abrolhos Bank, Brazil, breeding ground. *Memoirs of the Queensland Museum* 47: 563 – 570.

Martins, C. C. A., A. Andriolo, M. H. Engel, P. G. Kinas & C. H. Saito. 2013. Identifying priority areas for humpback whale conservation at Eastern Brazilian Coast. *Ocean & Coastal Management* 75: 63 – 71.

Mattila, D. K., L. N. Guinee & C. A. Mayo. 1987. Humpback whale songs on a North Atlantic feeding ground. *Journal of Mammalogy* 68: 880 – 883.

McCullagh, P. & J. A. Nelder. 1989. *Generalized Linear Models*. Chapman and Hall, London, UK.

McSweeney, D., K. C. Chu, W. F. Dolphin & L. N. Guinee. 1989. North Pacific humpback whale songs: a comparison of southeast Alaskan feeding ground songs with Hawaiian wintering ground songs. *Marine Mammal Science* 5: 139 – 148.

Medrano, L., M. Salinas, I. Salas, P. Ladrón de Guevara, A. Aguayo, J. Jacobsen & C. S. Baker. 1994. Sex identification of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, on the wintering grounds of the Mexican Pacific Ocean. *Canadian Journal of Zoology* 72: 1771 – 1774.

Mercado, E., L. M. Herman & A. A. Pack. 2003. Stereotypical sound patterns in humpback whale songs: Usage and function. *Aquatic Mammals* 29: 37 – 52.

Mesnick, S. L., K. Ralls. 2009. Mating systems. Pages 712 – 718 in W. F. Perrin, B. Würsig & J. G. M. Thewissen, eds. Encyclopedia of Marine Mammals. 2 ed. Academic Press, San Diego, USA.

Morete, M. E., R. M. Pace III, C. C. A. Martins, A. C. Freitas & M. H. Engel. 2003. Indexing seasonal abundance of humpback whales around Abrolhos Archipelago, Bahia, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 2: 21 – 28.

Naud, M. J., B. Long, J. C. Brêthes & R. Sears. 2003. Influences of underwater bottom topography and geomorphology on minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) distribution in the Mingan Islands (Canada). *Journal of the Marine Biological Association of the U.K.* 83: 889 – 896.

- Norris, T. F., M. McDonald & J. Barlow. 1999. Acoustic detections of singing humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the eastern Pacific during their northbound migration. *Journal of the Acoustical Society of America* 106: 506 – 514.
- Oviedo, L. & M. Solís. 2008. Underwater topography determines critical breeding habitat for humpback whales near Osa Peninsula, Costa Rica: implications for Marine Protected Areas. *Revista de Biología Tropical* 56: 591 – 602.
- Pack, A. A., L. M. Herman, S. S. Spitz, S. Hakala, M. H. Deakos & E. Y. K Herman. 2009. Male humpback whales in the Hawaiian breeding grounds preferentially associate with larger females. *Animal Behaviour* 77: 653 – 662.
- Parra, G. J., R. Schick & P. J. Corkeron. 2006. Spatial distribution and environmental correlates of Australian snubfin and Indo-Pacific humpback dolphins. *Ecography* 29: 396 – 406.
- Pavanato, H., L. L. Wedekin, M. H. Engel & P. G. Kinas. 2012. Humpback whales abundance on the Brazilian breeding ground in 2011 using a hierarchical bayesian approach. In: 15^a Reunión de Trabajo de Expertos en Mamíferos Acuáticos de América del Sur. (Abstr.). Puerto Madryn, Argentina.
- Payne, R. S. & S. McVay. 1971. Songs of Humpback Whales: Humpbacks emit sounds in long, predictable patterns ranging over frequencies audible to humans. *Science* 173: 585 – 597.
- R Development Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Data de acesso: maio de 2013.
- Reed, M. J. & A. P. Dobson. 1993. Behavioural constraints and conservation biology: conspecific attraction and recruitment. *Trends in Ecology; Evolution* 8: 253–255.
- Rossi-Santos, M. R., E. S. Neto, C. G. Baracho, S. R. Cicolotti, E. Marcovaldi & M. H. Engel. 2008. Occurrence and distribution of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the north coast of the State of Bahia, Brazil, 2000-2006. *ICES Journal of Marine Science* 65: 667 – 673.
- Rossi-Santos, M. R. 2012. Comportamento e ecologia acústica da baleia jubarte (*Megaptera novaeangliae*) na região Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 174p.
- Smith Aguilar, S. & L. Medrano González. 2007. Singing Activity and Physical Competition between Males of the Humpback Whale (*Megaptera novaeangliae*) in two Breeding Grounds of the Mexican Pacific Ocean. In: 17th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. (Abstr.). Cape Town, South Africa.

- Smith, J. N., A. W. Glodizen, R. A. Dunlop & M. J. Noad. 2008. Songs of male humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, are involved in intersexual interactions. *Animal Behaviour* 76: 467 – 477.
- Sokal, R. R. & F. J. Rohlf. 1995. *Biometry*. 3rd edition. W. H. Freeman and Company, New York.
- Spitz, S. S., L. M. Herman, A. A. Pack & M. H. Deakos. 2002. The relation of body size of male humpback whales to their social roles on the Hawaiian winter grounds. *Canadian Journal of Zoology* 80: 1938 – 1947.
- Stephanis, R., T. Cornulier, P. Verborgh, J. S. Sierra, N. P. Gimeno & C. Guinet. 2008. Summer spatial distribution of cetaceans in the Strait of Gibraltar in relation to the oceanographic context. *Marine Ecology Progress Series* 353: 275 – 288.
- Stevick, P. T., L. P. Godoy, M. McOsker, M. H. Engel & J. Allen. 2006. A note on the movement of a humpback whale from Abrolhos Bank, Brazil to South Georgia. *Journal of Cetacean Research and Management* 8: 297 – 300.
- Tyack, P. 1981. Interactions between singing Hawaiian humpback whales and conspecifics nearby. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 8: 105 – 116.
- Tyack, P. & H. Whitehead. 1983. Male competition in large groups of wintering humpback whales. *Behaviour* 83: 132 – 154.
- Watson, D. F. & G. M. Philip. 1985. A refinement of inverse distance weighted interpolation. *Geoprocessing* 2: 315 – 327.
- Wedekin, L. L. 2011. Ecologia populacional da baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae* Borowski, 1871) em sua área reprodutiva na costa do Brasil, Oceano Atlântico Sul. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 144p.
- Wedekin, L. L., F. G. Daura-Jorge, P. C. Simões-Lopes. 2010. Habitat preferences of Guiana dolphins, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Norte Bay, southern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 90: 1561 – 1570.
- Winn, H. E., L. K. Winn. 1978. The song of the humpback whale *Megaptera novaeangliae* in the West Indies. *Marine Biology* 47: 97 – 114.
- Zerbini, A. N., A. Andriolo, J. M. Rocha, *et al.* 2004. Winter distribution and abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off Northeastern Brazil. *Journal of Cetacean Research and Management* 6: 101 – 107.
- Zerbini, A. N., A. Andriolo, M. P. Heide-Jorgensen, *et al.* 2006. Satellite-monitored movements of humpback whales *Megaptera novaeangliae* in the Southwest Atlantic Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 313: 295 – 304.

Zuur, A. F., E. N. Ieno & G. M. Smith. 2007. *Analysing Ecological Data*. Springer, New York, NY.

3 CONCLUSÕES GERAIS

Todos os tipos de grupo demonstraram preferência por regiões rasas da área de estudo. Fêmeas com filhote utilizaram exclusivamente essas regiões, já os grupos competitivos e os machos cantores demonstraram uma maior tolerância nas variações do habitat, ocorrendo também em regiões mais profundas. A declividade foi significativa apenas para os grupos com filhote, que preferiram regiões planas. Provavelmente essas variações no uso do habitat dos dois tipos de grupo com machos estão associadas às diferentes possibilidades de funções do canto e às vantagens que áreas intermediárias e profundas têm para o desenvolvimento de comportamentos ativos como os realizados pelos grupos competitivos. Acreditamos que a preferência do habitat das fêmeas com filhote seja determinante na escolha dos outros grupos. Outros estudos como este são necessários em outras regiões de reprodução, associando a ocorrência de machos cantores e grupos competitivos a diferentes variáveis ambientais para que se possa comparar e entender melhor seus padrões de uso do habitat e as possíveis relações ao sucesso reprodutivo da espécie. Estudos como este envolvendo os escortes, fêmeas sem filhotes, indivíduos solitários e duplas também podem fornecer subsídios para entender a efetividade das estratégias reprodutivas utilizadas pelos machos, escolha do parceiro pelas fêmeas da baleia jubarte e conseqüentemente para enriquecer as discussões sobre seu sistema de acasalamento.

REFERÊNCIAS

- ANDRIOLO, A. et al. The first aerial survey to estimate abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the breeding ground off Brazil (Breeding Stock A). **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 8, p. 307–311, 2006.
- ANDRIOLO, A. et al. Humpback whales within the Brazilian breeding ground: distribution and population size estimate. **Endangered Species Research**, v. 11, p. 233–243, 2010.
- BAKER, S.; HERMAN, L. M. Aggressive behaviour between humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) wintering in Hawaiian waters. **Canadian Journal of Zoology**, v. 62, p. 1922–1937, 1984.
- BOESCH, C. The effects of leopard predation on grouping patterns of forest chimpanzees. **Behaviour**, v. 117, p. 220–242, 1991.
- BORCARD, D. Partialling out the spatial component of ecological variation. **Ecology**, v. 73, p. 1045–1055, 1992.
- CAÑADAS, A. et al. Habitat preference modelling as a conservation tool: proposals for marine protected areas for cetaceans in southern Spanish waters. **Aquatic Conservation: marine and freshwater ecosystems**, v. 15, p. 495–521, 2005.
- CERCHIO, S. **Paternity, Polygyny and Alternative Mating Tactics in Humpback Whales (*Megaptera novaeangliae*)**. 2003. 165f. Tese (Doutorado em Filosofia – Ecologia e Biologia Evolutiva) – Universidade de Michigan, Michigan, 2003.
- CLAPHAM, P. J. The humpback whale: seasonal feeding and breeding in a baleen whale. In: MANN, J., CONNOR, R. C., TYACK, P. L. & WHITEHEAD, H. (Ed.) **Cetacean Societies: field studies of dolphins and whales**. Chicago & London : The University of Chicago Press, 2000, p. 173–196.
- CLAPHAM, P. J. Humpback Whale. In: PERRIN, W. F., WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. (Ed.). **Encyclopedia of Marine Mammals**. 2 ed. San Diego: Academic Press, 2009. p. 582–584.
- 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. et al. Composition and dynamics of humpback whale competitive groups in the West Indies. **Behaviour**, v. 122, p. 182–194, 1992.
- CLAPHAM, P. J.; MATTILA, D. K. Humpback whale song as indicators of migration routes. **Marine Mammal Science**, v. 6, p. 155–160, 1990.
- CLAPHAM, P. J.; MEAD, J. G. *Megaptera novaeangliae*. **Mammalian Species**, v. 604, p. 1–9, 1999.

- CLUTTON-BROCK, T. H. Mammalian mating systems. **Proceedings of the Royal Society of London B**, v. 236, p. 339–372, 1989.
- 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.
- DALLA-ROSA, L.; FORD, J. K. B.; TRITES, A. W. Distribution and relative abundance of humpback whales in relation to environmental variables in coastal British Columbia and adjacent waters. **Continental Shelf Research**, v. 36, p. 89–104, 2012.
- 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.; SOUSA-LIMA, R. S. Songs indicate interaction between humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) populations in the western and eastern South Atlantic Ocean. **Marine Mammal Science**, v. 21, p. 557–566, 2005.
- 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.
- DAVIS, R.W. et al. Physical habitat of cetaceans along the continental slope in the north-central and western Gulf of Mexico. **Marine Mammal Science**, v. 14, p. 490–507, 1998.
- DAWBIN, W. H.; EYRE, E. J. Humpback whale songs along the coast of western Australia and some comparison with east coast songs. **Memoirs of the Queensland Museum**, v. 30, p. 249–254, 1991.
- DUTRA, G. F. et al. SIG na linha de frente da conservação marinha: gestão para a conservação da região dos Abrolhos, BA. In: PAESE, A.; UEZU, A.; LORINI, M. L.; CUNHA, A. (Ed.). **Conservação da Biodiversidade com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. cap. 5, p. 71–88.
- ELWEN S. H.; BEST, P. B. Environmental factors influencing the distribution of southern right whales (*Eubalaena australis*) on the south coast of South Africa I: broad scale patterns. **Marine Mammal Science**, v. 20, p. 567–582, 2004.
- ENGEL, M. H.; MARTIN, A. R. Feeding grounds of the western South Atlantic humpback whale population. **Marine Mammal Science**, v. 25: p. 964–969, 2009.
- 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.
- FÉLIX, F.; HAASE, B. The humpback whale off The Coast of Ecuador, population parameters and behavior. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v. 36, p. 61–74, 2001.
- FRAZER, L. N.; MERCADO, E. A sonar model for the humpback whale song. **Journal of Oceanic Engineering Society**, v. 25, p. 160–182, 2000.

GREGG, E. J.; TRITES, A. W. Predictions of critical habitat for five whale species in the waters of coastal British Columbia. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 58, p. 1265–1285, 2001.

HELWEG, D. A. et al. Humpback whale song: Our current understanding. In: THOMAS, J. A.; KASTELEIN, R. A.; SUPIN, A. Y (Ed.). **Marine Mammal Sensory Systems**. New York: Plenum Press, 1992. p. 459-483.

HERMAN, L. M.; TAVOLGA, W. N. The communication systems of cetaceans. In: HERMAN, L. M. (Ed.). **Cetacean Behavior: Mechanisms and Functions**. New York: Wiley Interscience, 1980. p. 149-209.

IUCN. **IUCN Red List of Threatened Species**. Versão 2013.2. Disponível em: <www.iucnredlist.org> Data de acesso: janeiro de 2014.

IWC. **Annex G - Report of the sub-committee on comprehensive assessment of Southern Hemisphere humpback whales**. Report of the International Whaling Commission, v. 48, p. 170–182, 1998.

IWC. **Annex H - Report of the sub-committee on other southern hemisphere whale stocks**. Report of the Scientific Committee. *Journal of Cetacean Research and Management*, 7 (Suppl.): 235 – 246, 2005.

JEFFERSON, T. A., WEBBER, M. A.; PITMAN, R. L. Suborder Mysticeti – Baleen whales. In: JEFFERSON, T. A.; WEBBER, M. A.; PITMAN, R. L. (Ed.). **Marine Mammals of the World: a comprehensive guide to their identification**. 1 ed. London: Academic Press, 2008. p. 17–18.

KELLOGG, R. What is known of the migration of some of the whalebone whales. **Smithsonian Institution Annual Report 1928**, p. 467–494, 1929.

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.

MARTINS, C. C. A. et al. Aspects of habitat use patterns of humpback whales in the Abrolhos Bank, Brazil, breeding ground. **Memoirs of the Queensland Museum**, v. 47, p. 563–570, 2001.

MARTINS, C. C. A. et al. Identifying priority areas for humpback whale conservation at Eastern Brazilian Coast. **Ocean & Coastal Management**, v. 75, p. 63–71, 2013.

MATTILA, D. K.; GUINEE, L. N.; MAYO, C. A. Humpback whale songs on a North Atlantic feeding ground. **Journal of Mammalogy**, v. 68, p. 880–883, 1987.

MCSWEENEY, D. et al. North Pacific Humpback whale songs: a comparison of southeast Alaskan feeding ground songs with Hawaiian wintering ground songs. **Marine Mammal Science**, v. 5, p. 139–148, 1989.

- MEDRANO, L. et al. Sex identification of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, on the wintering grounds of the Mexican Pacific Ocean. **Canadian Journal of Zoology**, v. 72, p. 1771–1774, 1994.
- MERCADO, E.; HERMAN, L. M.; PACK, A. A. Stereotypical sound patterns in humpback whale songs: usage and function. **Aquatic Mammals**, v. 29, p. 37–52, 2003.
- MESNICK, S. L.; RALLS, K. Mating systems. In: PERRIN, W. F., WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. (Ed.). **Encyclopedia of Marine Mammals**. 2 ed. San Diego: Academic Press, 2009. p. 712–718.
- MIKHALEV, Y. A. Humpback whales *Megaptera novaeangliae* in the Arabian Sea. **Marine Ecology Progress Series**, v. 149, p. 13–21, 1997.
- NAUD, M. J. et al. Influences of underwater bottom topography and geomorphology on minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) distribution in the Mingan Islands (Canada). **Journal of the Marine Biological Association of the U.K.**, v. 83, p. 889–896, 2003.
- NORRIS, T. F.; MCDONALD, M.; BARLOW, J. Acoustic detections of singing humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the eastern Pacific during their northbound migration. **Journal of the Acoustical Society of America**, v. 106, p. 506–514, 1999.
- OVIEDO, L.; SOLÍS, M. Underwater topography determines critical breeding habitat for humpback whales near Osa Peninsula, Costa Rica: implications for Marine Protected Areas. **Revista de Biología Tropical**, v. 56, p. 591–602, 2008.
- PARRA, G. J.; SCHICK, R.; CORKERON, P. J. Spatial distribution and environmental correlates of Australian snubfin and Indo-Pacific humpback dolphins. **Ecography**, v. 29, p. 396–406, 2006.
- PAVANATO, H. et al. Humpback whales abundance on the Brazilian breeding ground in 2011 using a hierarchical bayesian approach. In: 15ª REUNIÓN DE TRABAJO DE EXPERTOS EN MAMÍFEROS ACUÁTICOS DE AMÉRICA DEL SUR, 2012, Puerto Madryn. **Resumos...** Argentina: 2012.
- PAYNE, R. S.; MCVAY, S. Songs of humpback whales: humpbacks emit sounds in long, predictable patterns ranging over frequencies audible to humans. **Science**, v. 173, p. 585–597, 1971.
- PIROTTA, E. et al. Modelling sperm whale habitat preference: a novel approach combining transect and follow data. **Marine Ecology Progress Series**, v. 436, p. 257–272, 2011.
- RICE, D. W. Classification. In: PERRIN, W. F., WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. (Ed.). **Encyclopedia of Marine Mammals**. 2 ed. San Diego: Academic Press, 2009. p. 234 – 238.
- ROSSI-SANTOS, M. R. et al. Occurrence and distribution of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the north coast of the State of Bahia, Brazil, 2000-2006. **ICES Journal of Marine Science**, v. 65, p. 667–673, 2008.

- ROSSI-SANTOS, M. R. **Comportamento e ecologia acústica da baleia jubarte (*Megaptera novaeangliae*) na região Nordeste do Brasil**. 2012. 174 f. Tese (Doutorado em Psicobiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.
- ROWNTREE, V. J.; PAYNE, R. S.; SCHELL, D. M. Changing patterns of habitat use by southern right whales (*Eubalaena australis*) on their nursery ground at Peninsula Valdes, Argentina, and in their long-range movements. **Journal of Cetacean Research and Management**, v.(2), p. 133–143, 2001.
- SCHICK, R. S.; URBAN, D. L. Spatial components of bowhead whale (*Balaena mysticetus*) distribution in the Alaskan Beaufort Sea. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 57, p. 2193–2200, 2000.
- SMITH, J. N. et al. Songs of male humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, are involved in intersexual interactions. **Animal Behaviour**, v. 76, p. 467–477, 2008.
- STEPHANIS, R. et al. Summer spatial distribution of cetaceans in the Strait of Gibraltar in relation to the oceanographic context. **Marine Ecology Progress Series**, v. 353, p. 275–288, 2008.
- STEVIK, P. T. et al. North Atlantic humpback whale abundance and rate of increase four decades after protection from whaling. **Marine Ecology Progress Series**, v. 258, p. 263–273, 2003.
- STEVIK, P. T. et al. A note on the movement of a humpback whale from Abrolhos Bank, Brazil to South Georgia. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 8, p. 297–300, 2006.
- TRILLMICH, F. Sociobiology. In: PERRIN, W. F., WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. (Ed.). **Encyclopedia of Marine Mammals**. 2 ed. San Diego: Academic Press, 2009. p. 1047–1053.
- TYACK, P. Interactions between singing Hawaiian humpback whales and conspecifics nearby. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 8, p. 105–116, 1981.
- TYACK, P.; WHITEHEAD, H. Male competition in large groups of wintering humpback whales. **Behaviour**, v. 83, p. 132–154, 1983.
- WARD, E. et al. Estimates of population growth rates of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the wintering grounds off the coast of Brazil (Breeding Stock A). **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 3, p. 145–149, 2011.
- WEDEKIN, L. L. et al. Site fidelity and movements of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the Brazilian breeding ground, southwestern Atlantic. **Marine Mammal Science**, v. 26, p. 787–802, 2010.
- WEDEKIN, L. L. **Ecologia populacional da baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae* Borowski, 1871) em sua área reprodutiva na costa do Brasil, Oceano Atlântico Sul**. 2011. 144 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

WOODWARD, B. L.; WINN, J. P.; FISH, F. E. Morphological specializations of baleen whales associated with hydrodynamic performance and ecological niche. **Journal of Morphology**, v. 267, p. 1284–1294, 2006.

YABLOKOV, A. A. et al. Data on Soviet whaling in the Antarctic in 1947 – 1972 (population aspects). **Russian Journal of Ecology**, v. 29, p. 38–42, 1998.

ZERBINI, A. N. et al. Winter distribution and abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off Northeastern Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 6, p. 101–107, 2004.

ZERBINI, A. N. et al. Satellite-monitored movements of humpback whales *Megaptera novaeangliae* in the Southwest Atlantic Ocean. **Marine Ecology Progress Series**, v. 313, p. 295–304, 2006.