



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO
DA BIODIVERSIDADE – PPGECB

BIANCA MACHADO RIGHI

COMPARAÇÃO DO USO DE HABITAT DAS BALEIAS-JUBARTE
(*Megaptera novaeangliae*) ENTRE O ARQUIPÉLAGO DOS ABROLHOS E
SERRA GRANDE, BAHIA, BRASIL

ILHÉUS – BAHIA

2020

BIANCA MACHADO RIGHI

**COMPARAÇÃO DO USO DE HABITAT DAS BALEIAS-JUBARTE
(*Megaptera novaeangliae*) ENTRE O ARQUIPÉLAGO DOS ABROLHOS E
SERRA GRANDE, BAHIA, BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação da Biodiversidade.

Área de concentração: Ecologia e Conservação de Populações

Orientador: Prof. Júlio Ernesto Baumgarten

Coorientadora: Dra. Maria Isabel Carvalho Gonçalves

ILHÉUS – BAHIA

2020

R571 Righi, Bianca Machado.
Comparação do uso de habitat das baleias-jubarte
(*Megaptera novaeangliae*) entre o arquipélago dos
Abrolhos e Serra Grande, Bahia, Brasil / Bianca Machado
Righi . – Ilhéus, BA: UESC, 2020.
73 f. : il.

Orientador: Júlio Ernesto Baumgarten.
Dissertação (mestrado) –Universidade Estadual de
Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Ecologia
e Conservação da Biodiversidade.
Inclui referências.

1. Baleia-jubarte. 2. Habitat (Ecologia). 3. Baleia-jubarte
– Reprodução. I. Título.

CDD 599.5

BIANCA MACHADO RIGHI

**COMPARAÇÃO DO USO DE HABITAT DAS BALEIAS-JUBARTE
(*Megaptera novaeangliae*) ENTRE O ARQUIPÉLAGO DOS ABROLHOS E
SERRA GRANDE, BAHIA, BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação da Biodiversidade.

Ilhéus, 26 de junho de 2020.

Dr. Júlio Ernesto Baumgarten
Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC)
(Orientador)

Dr. Artur Andriolo
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

Dr. Daniel Danilewcz
Universidade Estadual de Santa Cruz

Com todo meu amor e gratidão, dedico este trabalho aos meus pais Mara e Dirceu e as baleias, pois tudo isso é por vocês!

AGRADECIMENTOS

Não é sobre a partida. Não é sobre a chegada. É sobre o caminho.

Agradeço primeiramente aos meus pais Mara Machado e Dirceu Righi por terem me ensinado que o estudo é o caminho certo para alcançar meus objetivos e que nunca devemos desistir dos nossos sonhos. Obrigada por estarem comigo todos os dias não só durante esta jornada, mas sim por toda minha vida. Obrigada por me apoiarem sempre em minhas decisões (por mais que elas nos afastem fisicamente) e por acreditarem em mim e nos meus sonhos junto comigo. Agradeço por me darem a vida e por permitirem que eu esteja aqui. Amo vocês!

Agradeço ao meu companheiro de vida Victor Libardi pelo apoio, amor, paciência e carinho durante todo período do mestrado, assim como em todos os dias da minha vida. Obrigada pela troca profissional massa que criamos durante este período, com certeza contribuiu muito para o trabalho como um todo. Obrigada por clarear meus dias sombrios e colorir meu coração enquanto eu ficava no computador por horas e horas. Enfim, obrigada por ser o meu príncipe e por estar sempre ao meu lado!

Agradeço aos meus orientadores Júlio Baumgarten e Maria Isabel Gonçalves por todo aprendizado e paciência durante meu amadurecimento profissional.

Agradeço a todos meus amigos do Rio Grande do Sul Eduardo Ferrer, Nicson Telles, Brunno Ribeiro, Andrey Rodrigues, Julia Sousa e Halyne Porto que, mesmo longe sempre estiveram presentes me incentivando a nunca desistir da minha caminhada mesmo que a saudade aperte e o calo machuque.

Agradeço aos amigos de Caravelas Anieli Moretti, Paula Montenegro, Dilson Za Cajueiro, Cao Fuschini, pela parceria e por alegrar meus poucos dias em casa entre os churrascos e moquecas.

Agradeço aos colegas e amigos do PPGEC Esperidião Neto, Ilana Araujo, Thais Torres, Julia Perez, Rebeca Sampaio, Clemensou Reis, Fernando César, Fernanda Fava, Arthur, Cynthia Campolina, Diego Alejandro e Lidiane Gomes pela parceria incansável durante todo período do mestrado e, aos professores Ana Schilling, Pavel Dodonov, Neander Heming, Gastón Giné, Ricardo S. Bovendorp e Gustavo Carvalho pelos ensinamentos profissionais e apoio estatístico.

Agradeço ao Milton Marcondes, ao Eduardo Camargo, ao Instituto Baleia Jubarte por acreditar no meu trabalho e por me proporcionar realizar mais uma etapa da minha vida profissional e ao Projeto Baleia Jubarte, patrocinado por Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras), pela disponibilização dos dados do Arquipélago dos Abrolhos. Agradeço também aos colegas Hernani pelas aulas de estatística, pelos conselhos e por me ensinar que ser um pesquisador é muito mais que coletar e analisar dados. Agradeço ao Fabinho, a Joana, a Dri, ao Kid, ao Nissinho, a Sissi, a Lucélia e ao Vanilton pela parceria e por acreditarem em mim.

Agradeço ao Parque Nacional Marinho dos Abrolhos-PARNAM e, ao Lucas Lage pelo apoio durante algumas demandas do projeto.

Agradeço ao Giulio Lombardi, Davi Santiago, Sr. Nelson Cangirana e ao Sr. Raimundo Gomes pelo suporte logístico e, ao professor Dr. Niel Teixeira na colaboração dos pontos fixos e na parceria na “Missão Ponto Fixo Arquipélago dos Abrolhos”.

Agradeço a equipe técnica do Projeto Baleias na Serra, Mariana Campêlo, Fernanda Tonolli, Stella Tomás, Naiane Silva, Evelyn Fróes, Juliede Nonato, Erica Lopes, Luana Pini, Winnie Silva, Andrea Tribulato, Rayane Tomaselli e Tamires Fernandes pelo apoio no ponto fixo de Serra Grande, e a equipe do Instituto Verde Azul-

VIVA Rafaela Souza, Mia Morete e Marina Leite pelo apoio na coleta de dados no ponto fixo de Abrolhos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001” com bolsa de pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Além disso, agradeço à Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), à Cetacean Society International (CSI), à FAPESB, à The Rufford Foundation, à PETROBRAS e aos patrocinadores anônimos pelo apoio financeiro.

Por fim, agradeço a minha família e a todos que de perto ou de longe mandaram energias positivas e me apoiaram durante todo este percurso. E, não menos importante, obrigada majestosas baleias-jubarte que tanto me fascinam e que transformaram toda dificuldade em beleza e amor. Com certeza, vocês fizeram com que fosse menos dolorido e mais divertido.

Gratidão queridas anciãs dos mares!

“Se cheguei até aqui foi porque me apoiei no ombro dos gigantes.”

Isaac Newton

“E assim foram seguindo em frente
Fazendo amor pelos sete mares
Inchando a água de alga e peixe
Seguindo os ventos
As marés e as correntes
O caminho dos golfinhos
A trilha das baleias
E não havia arrecifes
Nem bancos de areia
Nem temores, nem mais dores
Não havia cansaço
Só havia, só havia azul e espaço.”

Ivan Lins

**COMPARAÇÃO DO USO DE HABITAT DAS BALEIAS-JUBARTE
(*Megaptera novaeangliae*) ENTRE O ARQUIPÉLAGO DOS ABROLHOS E
SERRA GRANDE, BAHIA, BRASIL**

RESUMO

Após a proibição da atividade baleeira, as populações começaram a se recuperar e a reocupar áreas históricas de uso. No Brasil, a população de baleias-jubarte se distribui principalmente entre latitudes de 24° e 5 °S. A região do Arquipélago dos Abrolhos apresenta baixas profundidades e águas tranquilas devido aos recifes de corais, e está inserida na área de maior concentração da espécie. Contudo, mais a norte na região de Serra Grande, localizada onde a plataforma continental é mais estreita na costa brasileira, a região apresenta distintas características batimétricas e é uma área de reocupação da espécie. Com isso, comparamos a abundância relativa, as composições de grupo, as profundidades e os padrões de movimentação das baleias-jubarte entre o Arquipélago dos Abrolhos e Serra Grande através de monitoramento por ponto fixo. A abundância relativa de adultos no Arquipélago dos Abrolhos ($9,6 \pm 7,6$) foi maior que em Serra Grande ($5,4 \pm 4,3$) porém, ambas áreas apresentaram padrão similar do pico da abundância de adultos ao longo da temporada. O número de adultos e filhotes aumentou anualmente em Serra Grande enquanto, no Arquipélago dos Abrolhos, o número de filhotes apresentou o mesmo padrão anual de flutuação da abundância dos adultos. A proporção de grupos com filhote no Arquipélago dos Abrolhos (23,3%) e em Serra Grande (18,2%) apresentou padrões semelhantes e, em ambas áreas, duplas e indivíduos solitários foram os mais frequentes. Os grupos de baleia-jubarte permaneceram em profundidades menores no Arquipélago dos Abrolhos ($6,9 \pm 2,8$ m) do que em Serra Grande ($28,5 \pm 10,0$ m), porém nas duas áreas, grupos com filhote usaram águas mais rasas que grupos sem filhote. Diferente do Arquipélago dos Abrolhos, Serra Grande apresenta uma alta probabilidade de observar grupos de fêmea com filhote em menores profundidades, porém, em ambas áreas, a probabilidade de observar grupos com três ou mais adultos aumentou diretamente com a profundidade. Parâmetros como velocidades líquida e de pernada e, a linearidade não diferiram entre os grupos do Arquipélago dos Abrolhos e Serra Grande. Apesar disso, os grupos de baleias-jubarte apresentaram maiores taxas de reorientação em Serra Grande ($25,5 \pm 20,6$ °/min) do que em Abrolhos ($10,1 \pm 6,1$ °/min). No Arquipélago dos Abrolhos, os grupos foram observados a moverem-se em todas direções, ao contrário do observado em Serra Grande, predominando os movimentos para o sul. Através destes resultados, podemos concluir que as baleias-jubarte apresentam um padrão de comportamento similar em ambas as áreas, apesar das suas diferentes características. Diante do atual processo de reocupação na costa brasileira, nossos dados apontam que regiões que possuam condições adequadas tornam-se potenciais áreas de uso da espécie. Neste sentido, ao passo que o estudo a fina escala dos padrões de movimento das baleias-jubarte é escasso torna-se indispensável na compreensão da distribuição espaço-temporal e da movimentação das baleias durante o período reprodutivo ao longo da costa brasileira.

Palavras-chave: ponto fixo, área de reprodução, abundância, profundidade, velocidade.

**COMPARISON OF THE USE OF HABITAT OF HUMPBACK WHALES
(*Megaptera novaeangliae*) BETWEEN THE ABROLHOS ARCHIPELAGO AND
SERRA GRANDE, BAHIA, BRAZIL**

ABSTRACT

After the ban on whaling, populations began to recover and reoccupied historic areas of use. In Brazil, the population of humpback whales is mainly distributed between latitudes of 24° and 5 °S. The Abrolhos Archipelago region has low depths and calm waters due to coral reefs and is inserted in the area with the highest concentration of the species. However, further north in the Serra Grande region, located where the continental shelf is narrower on the Brazilian coast, the region has distinct bathymetric characteristics and is an area of reoccupation of the species. With that, we compared the relative abundance, group compositions, depths, and movement patterns of humpback whales between the Abrolhos Archipelago and Serra Grande from land-based station monitoring. The relative abundance of adults in the Abrolhos Archipelago (9.6 ± 7.6) was higher than in Serra Grande (5.4 ± 4.3), however, both areas showed a similar pattern of peak adult abundance throughout the season. The number of adults and calves increased annually in Serra Grande whereas, in the Abrolhos Archipelago, the number of calves showed the same annual pattern of fluctuation in adult abundance. The proportion of groups with calf in the Abrolhos Archipelago (23.3%) and Serra Grande (18.2%) showed similar patterns and, in both areas, pairs and solitary individuals were the most frequent. The humpback whale groups remained at shallower depths in the Abrolhos Archipelago (6.9 ± 2.8 m) than in Serra Grande (28.5 ± 10.0 m), but in both areas, groups with calves used shallower waters than groups without calf. Unlike the Abrolhos Archipelago, Serra Grande has a high probability of observing groups of females with calves at shallower depths, however, in both areas, the probability of observing groups with three or more adults increased directly with depth. Parameters such as net and leg speeds and linearity did not differ between the groups in the Abrolhos Archipelago and Serra Grande. Despite this, groups of humpback whales showed higher rates of reorientation in Serra Grande (25.5 ± 20.6 °/min) than in Abrolhos (10.1 ± 6.1 °/min). In the Abrolhos Archipelago, the groups were observed to move in all directions, contrary to what was observed in Serra Grande, with movements towards the south predominating. Through these results, we can conclude that humpback whales show a similar pattern of behavior in both areas, despite their different characteristics. In view

of the current reoccupation process on the Brazilian coast, our data indicate that regions that have adequate conditions become potential areas of use for the species. In this sense, while the fine-scale study of the movement patterns of humpback whales is scarce, it is essential to understand the spatio-temporal distribution and movement of whales during the reproductive period along the Brazilian coast.

Keywords: land-based station, calving área, abundance, deep, speed.

SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
1 INTRODUÇÃO GERAL	12
1.1 Referências	19
2 DIFERENÇAS LATITUDINAIS E BATIMÉTRICAS INFLUENCIAM O USO DE HABITAT E NOS PADRÕES DE MOVIMENTAÇÃO DAS BALEIAS-JUBARTE?	
ABSTRACT	26
2.1 INTRODUÇÃO	28
2.2 MATERIAIS E MÉTODOS	30
2.2.1 ÁREA DE ESTUDO	30
2.2.1.1 ARQUIPÉLAGO DOS ABROLHOS	31
2.2.1.2 SERRA GRANDE	31
2.2.2 MONITORAMENTO VISUAL	33
2.2.3 DEFINIÇÕES	35
2.2.4 ANÁLISES ESPACIAIS	35
2.2.5 ANÁLISES PADRÕES DE MOVIMENTO	36
2.2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	38
2.2.6.1 ABUNDÂNCIA RELATIVA	38
2.2.6.2 COMPOSIÇÃO DOS GRUPOS	39
2.2.6.3 PROFUNDIDADE	39
2.2.6.4 PADRÕES DE MOVIMENTAÇÃO	40
2.3 RESULTADOS	40
2.3.1 ESFORÇO AMOSTRAL	40
2.3.2 ABUNDÂNCIA RELATIVA	41
2.3.3 COMPOSIÇÃO DOS GRUPOS	46
2.3.4 PROFUNDIDADE	48
2.3.5 PADRÕES DE MOVIMENTAÇÃO	51
2.4 DISCUSSÃO	53
2.5 LITERATURA CITADA	62
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	70

1 INTRODUÇÃO GERAL

A baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) é a espécie de balaenopterídeo mais estudada e cujos destinos migratórios de algumas populações são bem conhecidos (CLAPHAM, 2009). Esses cetáceos são considerados cosmopolitas por serem encontrados em todos oceanos do mundo (CLAPHAM; MEAD, 1999). As populações de baleias-jubarte realizam grandes migrações anuais (DAWBIN, 1996) das regiões de alta latitude (áreas de alimentação) para regiões de baixa latitude (áreas de reprodução) (CLAPHAM, 2000). Durante o inverno e a primavera, essas baleias se concentram nas áreas de reprodução para acasalarem e parirem seus filhotes (WHITEHEAD; MOORE, 1982), enquanto no verão e outono, elas usam as áreas de alimentação (WINN; REICHLEY, 1985). Nas áreas de reprodução, a temperatura da água varia entre 24° e 28° C e a geomorfologia geralmente consiste em fundo oceânico plano, com profundidade entre 15 e 60 m e geralmente a menos de 30 km de distância das águas profundas (WHITEHEAD; MOORE, 1982). As áreas de alimentação caracterizam-se, principalmente, por águas frias, com alta produtividade primária e grande disponibilidade de presas que compõem a dieta das baleias como pequenos camarões e determinadas espécies de peixes (CLAPHAM; MEAD, 1999).

A *Internation Whaling Commission- IWC* (2001) reconheceu sete estoques reprodutivos (A a G) no Hemisfério Sul, com base em dados genéticos, identificação fotográfica, informações demográficas, barreiras geográficas e dados de encalhe (NOAA, 2015). Diferente dos demais estoques reprodutivos, a população do estoque X, localizada no Mar da Arábia, não realiza migrações anuais (MIKHALEV, 1997). As baleias-jubarte que migram para a costa brasileira durante a temporada reprodutiva pertencem ao estoque reprodutivo “A” e alimentam-se próximas às Ilhas Georgia e Sanduiche do Sul, a leste do Mar de Scotia, na região Antártica (ZERBINI et al., 2011). Anualmente, no Brasil, as baleias-jubarte chegam a partir de junho e iniciam o retorno para as áreas de alimentação entre outubro e novembro, marcando o fim da temporada reprodutiva (MORETE et al., 2008). Alguns autores apontam que as baleias-jubarte em diferentes partes do mundo possuem fidelidade às áreas de reprodução e de alimentação, confirmando o padrão migratório da espécie também para a população do estoque A (CLAPHAM et al., 1993; ZERBINI et al., 2006; ENGEL; MARTIN, 2009; WEDEKIN et al., 2010; BARACHO-NETO et al., 2012).

A população de baleias-jubarte no Brasil foi caçada desde o início do século XVI (MORAIS et al., 2016), mas foi no início do século XX que o estoque foi mais impactado pela caça comercial, pois esta atividade se expandiu até altas latitudes (FINDLAY, 2000). Enquanto

registros da época da caça confirmam que as baleias-jubarte ocupavam toda a costa brasileira (ELLIS, 1996), atualmente elas se distribuem do Rio de Janeiro ao Rio Grande do Norte (24° e 5°S), com maiores densidades da costa da Bahia ao norte do Espírito Santo (ANDRIOLO et al., 2010), e geralmente em águas dentro da isóbata de 200 m em toda área de distribuição na costa brasileira (ZERBINI et al., 2006). No entanto, pesquisas aéreas mostraram que sua distribuição se estende do Rio Grande do Sul ao Piauí (30° a 5°S) (ANDRIOLO et al., 2006; WEDEKIN et al., 2010). Além disso, RISTAU et al. (2019) apresentou informações que apoiam a extensão da distribuição ao norte de 5°S, expandindo-se até a costa equatorial da Amazônia.

A caça às baleias é uma das práticas mais antigas que se tem conhecimento (PALAZZO; PALAZZO JR, 2011). Inicialmente, a atividade baleeira era usada como meio de subsistência, mas, a partir do século XIX, a Europa intensificou a caça comercial. Esta, objetivava não mais a carne desses animais, mas sim, sua camada de gordura para a produção de óleo, que era destinado à iluminação, lubrificação e fabricação de argamassa utilizada em edificações da época (MORAIS et al., 2016). No Hemisfério Sul, as baleias-jubarte e as baleias-franca-austral (*Eubalaena australis*) tornaram-se presas ideais para a caça, devido a sua docilidade e vulnerabilidade, além da espessa camada de gordura e da lentidão desta última espécie. Em contrapartida, baleopterídeos de grande porte, como a baleia-azul (*Balaenoptera musculus*) e a baleia-fin (*Balaenoptera physalus*), ficaram excluídos da caça, pois habitam águas mais afastadas da costa e deslocam-se mais rápido (ELLIS, 1969).

Mundialmente, entre os séculos XVI e XX, a baleia-jubarte foi explorada pela indústria baleeira, tanto nas áreas de alimentação quanto nas de reprodução (FINDLAY, 2000). As populações desta espécie foram drasticamente reduzidas à quase extinção, chegando a pequenas porcentagens de 5% do seu tamanho original (ZERBINI et al., 2010). Somente no Hemisfério Sul, mais de 200.000 baleias-jubarte foram mortas apenas no século XX (CLAPHAM; BAKER, 2009), ao passo que ZERBINI et al. (2011) estimaram a população do estoque “A” em aproximadamente 500 indivíduos. Diante disso, em 1966, a IWC proibiu internacionalmente a caça às baleias (IWC, 1998). Em consequência desse gargalo demográfico, as baleias-jubarte foram listadas como ameaçadas de extinção em 1970, sob o Ato de Conservação de Espécies Ameaçadas de 1969 - precursor da Lei de Espécies Ameaçadas (ESA) (NOAA, 2015). Em 1987, por meio da sanção de uma lei federal (Decreto-Lei nº 7643 de 17/12/87), o período de caça às baleias no litoral brasileiro também terminou (PALAZZO; PALAZZO JR, 1989).

Como resultado da proibição da caça, as populações de baleia-jubarte, incluindo o estoque A, passaram a apresentar indícios de recuperação populacional. Em 1988, foram descobertos os indivíduos remanescentes do estoque A nos arredores do Arquipélago de

Abrolhos, Bahia (IBAMA/NEMA, 1990). Em 2006, a população representava o equivalente a 23% de seu tamanho original (MORAIS, 2014). Estudos mais recentes apontam que a população atual é estimada em 93% de seu tamanho pré-exploração (ZERBINI et al., 2019) e indicam uma diminuição na taxa de crescimento populacional (PAVANATO et al., 2017).

De acordo com essas novas descobertas, pesquisadores estão sugerindo: a) aumento anual do número de baleias que migram para a costa brasileira (ANDRIOLO et al., 2010; PAVANATO et al., 2017) e b) reocupação de áreas que eram utilizadas antes do período de caça (ZERBINI et al. (2004), ROSSI-SANTOS et al., 2008; ANDRIOLO et al., 2006, 2010; GONÇALVES et al., 2018a). A partir disso, esforços constantes de monitoramento têm sido realizados na região do Banco dos Abrolhos, a fim de acompanhar a recuperação populacional das baleias-jubarte. Complementar a isso, novos esforços focam em entender como ocorre o processo de reocupação das áreas anteriormente depopuladas pelas atividades baleeiras.

ZERBINI et al. (2004) avaliaram a distribuição e a densidade das baleias-jubarte na costa nordeste do Brasil e, devido à densidade relativamente alta encontrada em determinadas áreas, observaram que a espécie não se distribui uniformemente, apresentando um padrão de agregação em determinadas áreas do país (ANDRIOLO et al., 2010; WEDEKIN et al., 2010).

A segregação e a escolha dessas áreas dão-se por fatores ecológicos, como tempo de migração e composição dos grupos (DAWBIN, 1966; ERSTS; ROSEMBAUM, 2003). WEDEKIN (2011) ainda considera outros fatores ecológicos na distribuição espécie, como profundidade, distância da costa e geomorfologia marinha. A respeito disso, CYPRIANO-SOUZA et al. (2010) apontam que, independente do padrão de distribuição da espécie, a diferenciação espacial ou temporal não fornece evidências para a divisão em subpopulações. Logo, as baleias-jubarte da costa brasileira pertencem a uma população única.

O litoral brasileiro estende-se desde o Cabo Orange (Lat. 4° N) até o Chuí (Lat. 34°) (EKAU; KNOPPERS, 1999) e apresenta diversa configuração geomorfológica da plataforma continental, variando de regiões estreitas (20 e 50 km) a grandes alargamentos de cerca de 320 km de largura, ao norte do país (EKAU; KNOPPERS, 1999). No litoral leste do Brasil, o Banco dos Abrolhos (16°40'a 19°30'S; 37°25'a 39°45'W) distribui-se da costa norte do Estado do Espírito Santo à costa sul do Estado da Bahia e abrange uma área de aproximadamente 46.000 km² (EKAU; KNOPPERS, 1999). A região apresenta características geomorfológicas singulares, pois insere-se onde a plataforma continental estende-se até 220 km da linha da costa (LEÃO; KIKUCHI 2001), diferindo da média de 50 km da largura da plataforma na costa nordeste e leste do Brasil (TEIXEIRA et al., 2013). Composto por recifes rasos (CUNHA et al., 2013) e, principalmente, por diferentes complexos coralíneos e fundos não consolidados - areia,

gramas marinhas e algas calcárias- (LEÃO; KIKUCHI 2001), o Banco dos Abrolhos apresenta a maior riqueza e abundância de recifes de coral do Oceano Atlântico Sul Ocidental (LEÃO, 1994). Condigno à riqueza biológica do Banco dos Abrolhos, o Parque Nacional Marinho dos Abrolhos (PARNAM Abrolhos) foi criado em 1983, sendo o primeiro parque nacional marinho do Brasil (ICMBIO, 1991). As águas calmas dessa região são protegidas por duas barreiras recifais: o Parcel das Paredes - arco próximo à costa, com mais de 250 km² de área (LEÃO, 1996) e composto por diferentes bancos de recifes, canais e valões; e o Parcel dos Abrolhos, arco mais externo e caracterizado como um alto batimétrico coberto por recifes (GEOCI, 2006).

Na porção nordeste do Banco dos Abrolhos, o Arquipélago dos Abrolhos está inserido entre estes dois arcos recifais e é composto por cinco ilhas vulcânicas: Ilhas Guarita, Redonda, Siriba, Sueste e Ilha de Santa Bárbara, a maior delas (LEÃO et al., 2003). Com características batimétricas que raramente excedem os 30 metros de profundidade, alcançando os 70 metros apenas na quebra da plataforma continental (SILVA et.al., 2013), a região do Arquipélago dos Abrolhos possui águas mais protegidas e calmas, assegurando condições mais favoráveis para as baleias-jubarte parirem e cuidarem de seus filhotes (MORETE et al., 2007a). Decorrente disso, a maioria das baleias-jubarte da população brasileira concentram-se no Banco dos Abrolhos, onde cerca de 80% dos animais são esperados todos os anos durante a época de reprodução (ANDRIOLO et al., 2010). Somado a isso, o grande número de filhotes nesta área reforça sua importância para a reprodução e conservação das baleias-jubarte, tornando a região do Arquipélago dos Abrolhos o principal sítio reprodutivo da população brasileira (ANDRIOLO et al., 2010; WEDEKIN et al., 2010). Pesquisas sistemáticas realizadas a partir de um ponto fixo, localizado no Arquipélago dos Abrolhos apontaram uma flutuação na abundância das baleias-jubarte ao longo da temporada reprodutiva, indicando aumento gradual e posterior declínio na contagem de indivíduos (MORETE et al., 2008) Além disso, os padrões temporais da composição dos grupos também foram monitorados por anos e, enquanto a proporção de grupos com filhotes aumentou ao longo da temporada reprodutiva, a proporção de duplas e de indivíduos solitários decresceu (MORETE et al., 2007a).

Ao norte do Banco dos Abrolhos, a aproximadamente 420 km, localiza-se Serra Grande, no município de Uruçuca, sul do estado da Bahia. Serra Grande acompanha a região costeira da Área de Proteção Ambiental – (APA) Costa de Itacaré/Serra Grande e está inserida na plataforma continental mais curta do Brasil, com cerca de 10 km de extensão (PRATES et al., 2012). A região apresenta fundo oceânico composto principalmente por rochas e areia, sem a presença de recifes e com inúmeros vales submarinos cortando a plataforma continental, em especial, na sua porção externa e talude superior (FREIRE; DOMINGUEZ, 2006). Assim, a

apenas 15 km de distância da costa, a região atinge profundidades de 90 m e, com isto, a interação das ondas de alto mar com a plataforma se dá bem próxima à linha de costa, resultando em ondas de maior altura na região (FREIRE; DOMINGUEZ, 2006). As menores profundidades, associadas fortemente à proximidade da costa, combinadas com a baixa ocorrência de atividades antrópicas em Serra Grande, fazem dessa região uma área adequada para as baleias-jubarte realizarem suas atividades reprodutivas (GONÇALVES et al., 2018a). Por conseguinte, com o aumento do número de avistagens de baleias nesta área, durante as últimas décadas, pesquisadores sugerem que a região de Serra Grande é um exemplo de área de reocupação das baleias-jubarte na costa brasileira (GONÇALVES et al., 2018a).

Entende-se como uso do espaço a exploração do habitat em termos de quantidade, qualidade e intensidade, em uma determinada área (PREVEDELLO; VIEIRA, 2008), e como área de uso (*home range*) o espaço utilizado por um indivíduo para suas atividades normais, como a busca por alimento, acasalamento e cuidado com a prole (BURT, 1943). Desta forma, o movimento de um animal relaciona-se aos padrões de distribuição e de comportamento da espécie. NATHAN et al. (2008) define como movimento a mudança na localização espacial de um indivíduo no tempo e conceitua que fatores internos e externos influenciam na capacidade de navegação como na capacidade de movimento do animal (Figura 1).

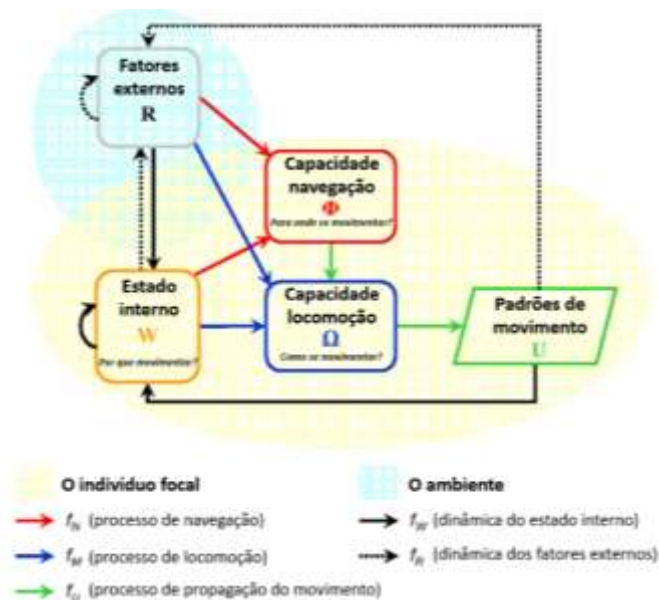


Figura 1: Estrutura conceitual geral da ecologia de movimento, composta por três componentes básicos (fundo amarelo) relacionado ao indivíduo (estado interno, capacidade de movimento e de navegação) e um quarto componente básico (fundo azul) referente a fatores externos que afetam seu movimento. Relações entre componentes relacionados aos processos pelos quais eles se afetam, com setas indicando a direção do impacto. O caminho do movimento resultante é realimentado aos componentes internos e externos. Adaptado de Nathan *et al.*, 2008.

Alguns estudos sugerem que atividades de observação de baleias-jubarte podem causar reações adversas a curto e longo prazo como o abandono de áreas prioritárias de uso e, até mesmo, impactos no tamanho populacional (BAKER; HERMAN, 1989; MORETE et al., 2007b). Já as reações de curto prazo implicam mudanças comportamentais como interrupção do canto por machos cantores (SOUSA-LIMA & CLARK, 2008) e, nos grupos de mãe com filhote, mudanças nas velocidades de natação, na direção das trajetórias, nos padrões de respiração e/ou exibição de comportamentos específicos (p.e. batidas de cabeça e cauda) (MORETE et al., 2007b). Essas reações podem ser correlacionadas com o número de embarcações, com as mudanças de aproximação, de velocidade e de direção das embarcações, e da composição do grupo das baleias presentes (BAKER; HERMAN, 1989; SCHEIDAT et al., 2004; MORETE et al., 2007b).

Durante a temporada reprodutiva no Brasil, as baleias-jubarte do estoque A permanecem em jejum por toda a temporada, salvo eventos oportunistas de alimentação (ALVES et al. 2009; DANILEWICZ et al., 2009; SICILIANO et al., 2019). Diante disso, estratégias de reprodução e cuidado parental que minimizem o gasto energético garantem maior sucesso reprodutivo. Portanto, os movimentos das baleias-jubarte em fina escala são claramente definidos pelo fator de busca em cada fase que o animal está, e os indivíduos tendem a permanecer ou usar rotineiramente uma área diante da vantagem que o conhecimento do espaço traz. ASCHOFF (1963) salienta que a organização temporal dos padrões de comportamento e movimento é importante na estratégia ecológica de uma espécie de mamífero, e resulta de uma troca complexa entre o tempo de atividades e as condições ambientais. Desta forma, o tempo e a distribuição temporal que um determinado animal destina para diferentes atividades durante um ciclo de 24 horas afetam intensamente sua sobrevivência e reprodução (DAAN; ASCHOFF, 1982; FERNANDEZ-DUQUE, 2003).

Para os cetáceos em geral, o uso de novas tecnologias permitiu que os animais fossem monitorados por intervalos de tempo curtos e longos, trazendo informações sobre rotas migratórias, padrões de distribuição, aspectos comportamentais e ecologia acústica (ZERBINI et al., 2006; ANDRIOLO et al., 2006; ANDRIOLO et al., 2014; NOWACEK, et al., 2016; SOUSA-LIMA et al., 2018). Segundo MARTIN & BATESON (1993) a presença do observador pode introduzir um viés sutil na análise, mesmo quando os animais parecem estar bem habituados. Desta forma, o uso de metodologias que rastreiam e monitoram, mas não interferem no comportamento natural, parecem ser as mais adequadas para avaliar questões comportamentais e padrões de movimentação a fina escala (MORETE, ABRAS; MARTINS, 2017). Para isto, estações de monitoramento a partir de pontos fixos em terra, que utilizam de

equipamentos como estações totais e teodolitos, possibilitam observar e estudar cetáceos em seus habitats naturais a fina escala, sem influenciar seu comportamento (MORETE, ABRAS; MARTINS, 2017). Entretanto, a desvantagem desse método, consiste na limitada cobertura geográfica, possível dependência dos dados e dificuldade de detecção dos animais à medida que eles se afastam do ponto fixo (MORETE, ABRAS; MARTINS, 2017).

No Arquipélago dos Abrolhos, BISI (2006) observou a partir de ponto fixo que a presença do escorte aumentou as velocidades dos filhotes, mas não influenciou na linearidade dos grupos de mãe com filhote. A partir de um ponto fixo em Serra Grande, GONÇALVES et al. (2018b) também observou que a presença do escorte alterou os movimentos dos grupos de baleias-jubarte e que as baleias variaram seus movimentos do início para o fim da temporada, constatando que as estratégias utilizadas para economizar energia e o contexto social afetam o movimento das baleias-jubarte e se relacionam ao período da temporada reprodutiva e à distância da costa.

Com o notório gargalo demográfico que as populações de baleias-jubarte sofreram durante o período da caça, e seguido pela sua recuperação populacional, espera-se que inevitavelmente os conflitos por área aumentem à medida que as atividades antrópicas se expandem, e a população de baleias-jubarte cresce e reocupa os habitats históricos (ZERBINI et al., 2004; ANDRIOLO et al., 2010). Atualmente, atividades antrópicas como a sobreposição de áreas de uso das baleias com áreas de pesca e a degradação do habitat (ZERBINI; KOTAS, 1998; MOURA et al., 2013) podem ameaçar os processos de recuperação da espécie. Diante disso, áreas protegidas legalmente, como o Parque Nacional Marinho dos Abrolhos, destacam-se por evitar que tais atividades ocorram. Porém a representatividade das unidades de conservação para as áreas de movimentação e uso do espaço das baleias jubartes é muito pequena (CASTRO et al. 2014). Nesse sentido, o projeto de implementação de um complexo portuário “Porto Sul”, cerca de 10 km ao sul da região de Serra Grande (BAMIN, 2011), soma-se às possíveis fontes de impacto direto e indireto sobre as baleias-jubarte na área que está sendo reocupada. O entendimento sobre como as baleias se movimentam e fazem uso da área durante o período reprodutivo ajuda na identificação de fatores importantes para a conservação da população de baleias-jubarte brasileira.

O presente estudo tem por objetivo avaliar como as diferenças batimétricas e latitudinais entre o Arquipélago dos Abrolhos e Serra Grande influenciam o uso de habitat e os padrões de movimentação dos grupos de baleias-jubarte nessas áreas, através de observações a partir de ponto fixo em terra durante 2014, 2015, 2018 e 2019. Esperamos que assim como a proporção de grupos de mãe com filhote, a abundância relativa de baleias adultas e de filhotes no

Arquipélago dos Abrolhos sobressaia-se à de Serra Grande devido a esta área apresentar mais predominantemente áreas rasas que são estabelecidas por este tipo de grupo. Além disso, acreditamos que as profundidades médias onde os grupos estão e os padrões de movimento como velocidade, linearidade, taxa de reorientação e direção dos grupos irão diferir entre as áreas. Grupos no Arquipélago dos Abrolhos estarão em profundidades mais baixas e se deslocarão mais lentamente que os grupos em Serra Grande, devido as características batimétricas da área proporcionarem condições de uso mais adequadas as baleias. Os resultados deste estudo irão contribuir para o entendimento sobre como as baleias-jubarte estão reocupando áreas depopuladas no período de caça; e auxiliar no conhecimento sobre a utilização da principal área de ocorrência da espécie na temporada reprodutiva, o Banco dos Abrolhos.

1.1 Referências

ANDRIOLO, A.; MARTINS, C.C.A.; ENGEL, M.H.; PIZZORNO. 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.; KINAS, P.G.; ENGEL, M.H.; MARTINS, C.C.A. & RUFINO, A.M. Humpback whales within the Brazilian breeding ground: distribution and population size estimate. **Endanger. Species Research**. v. 11, p. 233–243, 2010.

ASCHOFF, J. Comparative physiology: diurnal rhythms. **Annu. Rev. Physiol**, v. 25, p. 581–600, 1963.

BAMIN. Relatório de Impacto Ambiental Porto Sul. **Bahia Mineração Ltda.**, p.118. 2011

BARACHO-NETO, C. G.; NETO, E. S.; ROSSI-SANTOS, M. R.; WEDEKIN, L. L.; NEVES, M. C.; LIMA, F. & FARIA, D. Site fidelity and residence times of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the Brazilian coast. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 92(08), p. 1783–1791, 2012.

BISI, T. L. Comportamento de filhotes de Baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) na região ao redor do Arquipélago dos Abrolhos, Bahia (Brasil). **Dissertação de mestrado**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BURT. Territoriality and Home Range Concepts as Applied to Mammals. **Journal of Mammalogy**, vol. 24, Nº. 3, p. 346-352, 1943.

CLAPHAM, P. J. The Humpback Whale: Seasonal Feeding and Breeding in a Baleen Whale. In: MANN, J. et al. (Ed.). **Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales**. Chicago: The University of Chicago Press, p. 173-1966, 2000.

CLAPHAM, P. J.; BARAFF, L. S.; CARLSON, C. A.; CHRISTIANM, A.; MATTILA, D. K.; MAYO, C. A.; MURPHY, M. A.; PITTMAN, S. Seasonal occurrence and annual return of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in the southern Gulf of Maine. **Can. J. Zool.** v. 71, p. 440-443, 1993.

CLAPHAM, P. J.; MEAD, J. G. *Megaptera novaeangliae*. **Mammalian Species**, 604, pp. 1-9, 1999.

CLAPHAM, P. J. Humpback Whale (*Megaptera novaeangliae*). In: PERRIN, W.F.; WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J.G.M. (Ed.). **Encyclopedia of Marine Mammals**. 2nd San Diego: Academic Press. 582 – 585, 2009.

CLAPHAM P.J.; BAKER, C.S. Modern whaling. In: PERRIN, W.F, WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J.G.M.(Ed.) **Encyclopedia of Marine Mammals**. 2nd. New York and San Diego: Elsevier, USA. p. 1239-1243, 2009.

CLAPHAM, P.; MIKHALEV, Y.; FRANKLIN, W.; PATON, D.; BAKER, C.S.; IVASHCHENKO, Y.V. AND BROWNELL JR., R.L. Catches of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, by the Soviet Union and other nations in the Southern Ocean, 1947-1973. **Marine Fisheries Review**, v. 71(1), p. 39-43, 2009.

CORKERON, P.J.; CONNOR, R.C. Why do baleen whales migrate? **Marine Mammal Science**, v. 15(4), p. er1228-1245, 1999.

CUNHA, T.J.; GÜTH, A.Z.; BROMBERG, S.; SUMIDA, P.Y.G. Macrofauna associated with the brown algae Dictyota spp. (*Phaeophyceae, Dictyotaceae*) in the Sebastião Gomes Reef and Abrolhos Archipelago, Bahia, Brazil. **Continental Shelf Research**, 70: 140 – 149, 2013.

CYPRIANO-SOUZA, A. L. et al. Microsatellite genetic characterization of the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) breeding ground off Brazil (breeding stock A). **Journal of Heredity**, v. 101, n. 2, p. 189–200, 2010.

DAAN, S.; ASCHOFF, J. Circadian contributions to survival. In Vertebrate circadian systems: 305–321. Aschoff, J., Daan, S. & Groos, G. A. (Eds). **Berlin: Springer-Verlag**, p. 305–321, 1982.

DANILEWICZ, D.; TAVARES, M.; MORENO, I. B.; OTT, P. H.; & TRIGO, C. C. Evidence of feeding by the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) in mid-latitude waters of the western South Atlantic. **Marine Biodiversity Records**, v. 2. 2009.

DAWBIN, W.H. The seasonal migratory cycle of humpback whales. In NORRIS, K. S. (Ed). **Whales, Dolphins, and Porpoises**. Berkeley: University of California Press, p. 145–170, 1966.

EKAU, W.; KNOPPERS, B. An introduction to the pelagic system of the North-East and East Brazilian shelf. **Archive of Fishery and Marine Research**, v. 47, p. 113-132, 1999.

ELLIS, M. **A baleia no Brasil colonial**. São Paulo, Brasil: Ed. Melhoramentos, 1969.

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.

FERNANDEZ-DUQUE, E. Influences of moonlight, ambient temperature, and food availability on the diurnal and nocturnal activity of owl monkeys (*Aotus azarai*). **Behav. Ecol. Sociobiol.** v. 54, p. 431–440, 2003.

FINDLAY, K.P. A review of humpback whale catches by modern whaling operations in the Southern Hemisphere. **Mem. Queensl. Mus**, v. 47, p. 411-420, 2000.

FINDLAY, K.P.; BEST, P.B. & MEYER, M.A. Migrations of humpback whales past Cape Vidal, South Africa, and an estimate of the population increase rate (1988–2002). **Afr. J. Mar. Sci**, v. 33(3), p. 375–392, 2011.

FREIRE, A.F.M.; DOMINGUEZ J.M.L. The holocene sequence of the central continental shelf of the State of Bahia, Brazil. **Boletim Geociências Petrobras** v. 14, p. 247-267, 2006.

GEOCI, B. Geological and geophysical interpretation of the Espírito Santo Basin and the Abrolhos region: petrography, radiometric dating and seismic visualization of volcanic rocks Petrobras, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 133-142, 2006.

GONÇALVES, M.I.C.; SOUSA-LIMA, R.S.; TEIXEIRA, N.N.; MORETE, M.E.; CARVALHO, G.H.; FERREIRA, H.M. & BAUMGARTEN, J.E. Low latitude habitat use patterns of a recovering population of humpback whales. **J. Mar. Biol. Assoc. UK**, p. 1-10, 2018a.

GONÇALVES, M. I. C.; SOUSA-LIMA, R. S.; TEIXEIRA, N. N.; CARVALHO, G. H.; DANILEWICZ, D.; BAUMGARTEN, J. E. Movement patterns of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) reoccupying a Brazilian breeding ground. **Biota Neotropica**, v. 18(4): e20180567, 2018b.

IBAMA- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Mamíferos Aquáticos do Brasil: plano de ação, 2ª edição. v. 2, p. 102 Brasília, DF, **Edições IBAMA**, 2001.

ICMBIO. Plano de Manejo – Parque Nacional Marinho dos Abrolhos. Brasília: Instituto Chico Mendes De Conservação Da Biodiversidade, **ICMBIO**. P. 96, 1991.

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

KAYS, R; CROFOOT, M. C., JETZ, W., & WIKELSKI, M. Terrestrial animal tracking as an eye on life and planet. **Science**, v. 348(6240), p. 2478–2478, 2015.

KENNEDY, A. S.; ZERBINI, A. N.; VÁSQUEZ, O. V.; GANDILHON, N.; CLAPHAM, P. J., & ADAM, O. Local and migratory movements of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) satellite-tracked in the North Atlantic Ocean. **Canadian Journal of Zoology**, v. 92(1), p. 9–18, 2014.

KYOKO, L.H. Ecologia do movimento de machos cantores de Baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) no sítio reprodutivo de Abrolhos- BA. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2016.

LEÃO, Z.M.A.N. Os recifes de coral do sul da Bahia. In: Corais do Sul da Bahia. Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira, p. 151-160, 1994.

LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R.K.P. The Abrolhos Reefs of Brazil. In: U Seeliger and B Kjerfve, Ed. Coastal marine ecosystems of Latin America, ecological studies. Berlin: Springer-Verlag. p. 83-96, 2001.

LEÃO, Z.M.A.N.; KIKUCHI, R.K.P.; TESTA, V. Corals and coral reefs of Brazil. In: CORTÉS, J. (Ed.). Latin American Coral Reefs. 1st Edition. Amsterdam: **Elsevier Science**, p. 9 – 52, 2003.

LUNARDI, D.G., ENGEL, M.H. & MACEDO, R.H.F. Behavior of humpback whales, *Megaptera novaeangliae* (Cetacea: Balaenopteridae): comparisons between two coastal areas of Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, p. 159–164, 2008.

MARTIN, P.; BATESON, P. Measuring Behaviour: **An Introductory Guide**. Cambridge University Press. Cambridge, p. 222, 1993.

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

MORAIS, I.O.B. Incorporando incertezas: as variações nas séries de capturas e seus efeitos nas estimativas de status populacional da Baleia-Jubarte no Atlântico Sul Ocidental. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus. 2014.

MORAIS, I.O.B.; DANILEWICZ, D.; ZERBINI, A.N.; EDMUNDSON, W.; HART, I.B. & BORTOLOTTI, G.A. From the southern right whale hunting decline to the humpback whaling expansion: a review of whale catch records in the tropical western South Atlantic Ocean. **Mammal Review**, P. 1-13, 2016.

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

MORETE, M. E.; BISI, T. L.; ROSSO, S. Mother and calf humpback whale responses to vessels around the Abrolhos Archipelago, Bahia, Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management** v. 9, p. 241–248, 2007b.

MORETE, M. E.; BISI, T. L.; ROSSO, S. PACE, R.M. & ROSSO S. Fluctuating abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in a calving ground off coastal Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 88, p. 1229-1235, 2008.

MORETE, M. E.; ABRAS, D.; MARTINS, C. C. A. Land-Based Studies of Aquatic Mammals in Latin America: Understanding Behavior for Conservation. In: ROSSI-SANTOS, M. R.; FINKL, C. W. (Ed.). **Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America. Technological Innovation and Conservation: SPRINGER**, v.22, 2017.

MOURA, J. F. et al. Humpback whales washed ashore in southeastern Brazil from 1981 to 2011: stranding patterns and microbial pathogens survey. **Biologia**, v. 68, n. 5, p. 992—999, 2013.

NATHAN, R. et al. A movement ecology paradigm for unifying organismal movement research. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.105, n.49. 19052-19059, 2008.

NOAA. **Encyclopedia of Marine Mammals**. Status review of the Humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) under the endangered species act

NOWACEK, D. P.; CHRISTIANSEN, F.; BEJDER, L.; GOLDBOGEN, J. A., & FRIEDLAENDER, A. S. Studying cetacean behaviour: new technological approaches and conservation applications. **Animal Behaviour**, v. 120, p. 235–244, 2016.

PALAZZO, M.; PALAZZO JR., J.T. S.O.S. **Baleias: A história do maior movimento de defesa ambiental de todos os tempos**. Porto Alegre: Ed. Armazém Digital, 2011.

PAVANATO, H.J.; WEDEKIN, L.L.; GUILHERME-SILVEIRA, F. R.; ENGEL M.H. & KINAS P.G. Estimating humpback whale abundance using hierarchical distance sampling. **Ecological Modelling** v. 358, p. 10-18, 2017.

PRATES, A. P. L.; GONÇALVES, M. A.; ROSA, M. R. Panorama da Conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil. Brasília: MMA, 2012.

PREVEDELLO, J.A.; A.F. M. & M.V. VIEIRA. Uso do espaço por pequenos mamíferos: uma análise dos estudos realizados no Brasil. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12 (4), p. 610-625, 2008.

RISTAU, N.G., MARTINS, C.C.A., LUVIZOTTO-SANTOS, R., BALENSIEFER, D., SOUSA, G., MARMONTEL, M., FARIAS, I., Sharing the space: Review of humpback whale occurrence in the Amazonian Equatorial Coast, **Global Ecology and Conservation**, 2019.

ROSSI-SANTOS, M.R.; NETO, E.S.; BARACHO, C.G.; MARCOVALDI, S.C.E., AND ENGEL, M.H. 2008. Occurrence and distribution of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the north coast of the State of Bahia, Brazil, 2000-2006. **Journal of Marine Science**, v. 65, p. 667-673, 2008.

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

SICILIANO, S.; CARDOSO, J.; FRANCISCO, A.; MOREIRA, S.C. A stop for a snack: evidence of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) feeding behavior and association with gillnets during migration off southeastern Brazil, **Boletim do laboratório de Hidrobiologia**, v. 29, p.41-49, 2019.

SILVA, A.S.; LEÃO, Z.M.A.N.; KIKUCHI, R.K.P.; COSTA, A.B.; SOUZA, J.R.B. Sedimentation in the coastal reefs of Abrolhos over the last decades. **Continental Shelf Research**, v. 70, p. 159 – 167, 2013.

SOUSA-LIMA R.S.; CLARK C.W. Modeling the Effect of Boat Traffic on the Fluctuation of Humpback Whale Sing Activity in The Abrolhos National Marine Park, Brazil. **Canadian Acoustics** 36, 2008.

SOUSA-LIMA, R.S. et al. Acoustic ecology of humpback whales in Brazilian waters investigated with basic and sophisticated passive acoustic technologies over 17 years. **Western Indian Ocean Journal of Marine Science**. Special Issue 1: 23–40, 2018.

TEIXEIRA, C.E.P.; LESSA, G.C.; CIRANO, M.; LENTINI, C.A.D. The winter shelf circulation on the Abrolhos Bank, 18°S, Brazil. **Continental Shelf Research**, v. 70, p. 13 – 26, 2013.

WEDEKIN, L.L., NEVES, M.C., MARCONDES, M.C.C., BARACHO, C. Site fidelity and movements of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the Brazilian breeding ground, southwestern Atlantic. **Marine Mammal Science**, v. 26(4), p. 787-802, 2010.

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.

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

WINN, H.E; REICHLEY, N.E. Humpback whale- *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 17819). In: RIDGWAY S.H; HARRISON R. (Eds.) **Handbook of Marine Mammals. The Sinenians and Baleen Whales**. Academic Press, London and Orlando, v. 3, p.241-273, 1985.

ZERBINI, A.N.; KOTAS, J.E. A note on cetacean bycatch in pelagic driftnets off Southern Brazil. **Rep. int. Whal. Commn**, v. 48, p. 519-24, 1998.

ZERBINI, A.N., et al. Winter distribution and abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off Northeastern Brazil. **Journal of Cetacean Research 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.

ZERBINI, A.N.; CLAPHAM, P.J.; WADE, P. R. Assessing plausible rates of population growth in humpback whales from life-history data. **Marine Biology**, v. 157, p. 1432 – 1793, 2010.

ZERBINI, A.N. et al. A Bayesian assessment of the conservation status of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the western South Atlantic Ocean (Breeding Stock). **J.Cetacean Res.Manage. (special issue 3)**, p. 131-144, 2011.

ZERBINI, A.N; ADAMS, G; BEST, J; CHAPHAM. P.H; JACKSON, J.A; PUNT, A.E. Assessing the recovery of in Antarctic predator from historical exploitation. **Royal Society Open. Science**, v. 6(10), p. 190368, 2019.

Este artigo será submetido a revista *Marine Mammal Science*.

DIFERENÇAS LATITUDINAIS E BATIMÉTRICAS INFLUENCIAM O USO DE
HABITAT E OS PADRÕES DE MOVIMENTAÇÃO DAS BALEIAS-JUBARTE?

Nome dos autores: RIGHI, B.M¹²³

Afiliação dos autores: ¹Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, Brasil; ²Laboratório de Ecologia Aplicada a Conservação, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, Brasil; ³Instituto Baleia Jubarte, Caravelas, Bahia, Brasil.

Endereço completo: Rua B, 68. Praia do Graúça, Barra de Caravelas, Caravelas, Bahia, Brasil. CEP 45.900-000

ABSTRACT

Humpback whale populations are recovering and reoccupying historic areas of use. In Brazil, the region of the Abrolhos Archipelago (AB) has low depths and belongs to the main area of concentration of the species and the region of Serra Grande (SG), distinct in terms of bathymetry, presents itself as an area of reoccupation. From a land-based station, we compared the use of habitat and the movement patterns of whales between these areas and observed that, annually, the abundance of adults and calves fluctuates in the AB and increases in SG. The humpback whale groups had smaller depths in the AB ($6.9 \pm 2.8\text{m}$) than in SG ($28.5 \pm 10.0\text{m}$), but in both areas, groups with calves used shallower waters than groups without calves. Whales showed higher rates of reorientation in SG ($25.5 \pm 20.6^\circ / \text{min}$) than in AB ($10.1 \pm 6.1^\circ / \text{min}$) and they moved in all directions around the AB and more directed south on SG. However, speed and linearity values did not differ between the AB and SG groups. We demonstrate that humpback whales need specific conditions for the use of the area and, with the current reoccupation process on the Brazilian coast, regions that have such suitable conditions become potential areas for the use of the species. Thus, understanding the use of habitat and the movement patterns of whales can assist in the management of areas that are under anthropic impact and in the creation of protected areas.

Keywords: land-based station, calving area, abundance, depth, speed.

RESUMO

As populações de baleia-jubarte estão se recuperando e reocupando áreas históricas de uso. No Brasil, a região do Arquipélago dos Abrolhos (AB) apresenta baixas profundidades e pertence à principal área de concentração da espécie e, a região de Serra Grande (SG), distinta quanto a batimetria, se apresenta como uma área de reocupação. A partir de ponto fixo, comparamos o uso de habitat e os padrões de movimento das baleias entre estas áreas e observamos que, anualmente, a abundância de adultos e filhotes flutua no AB e aumenta em SG. Os grupos de baleia-jubarte se encontraram em profundidades menores no AB ($6,9 \pm 2,8$ m) que em SG ($28,5 \pm 10,0$ m), porém em ambas áreas, grupos com filhote usaram águas mais rasas que grupos sem filhote. As baleias apresentaram maiores taxas de reorientação em SG ($25,5 \pm 20,6$ °/min) do que no AB ($10,1 \pm 6,1$ °/min) e, moveram-se para todas direções ao redor do AB e mais direcionados a sul em SG. Entretanto, valores de velocidades e de linearidade não diferiram entre os grupos do AB e SG. Demonstramos que as baleias-jubarte necessitam de condições específicas para o uso da área e, com o atual processo de reocupação na costa brasileira, regiões que possuam tais condições adequadas tornam-se potenciais áreas de uso da espécie. Assim, compreender o uso de habitat e os padrões de movimentação das baleias podem auxiliar no gerenciamento de áreas que estão sob impacto antrópico e na criação de áreas protegidas.

Palavras-chave: ponto fixo, área de reprodução, abundância, profundidade, velocidade.

2.1 INTRODUÇÃO

Anualmente, as populações de baleias-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) migram das regiões de alta latitude (áreas de alimentação) para regiões de baixa latitude (áreas de reprodução) (Clapham, 2000), com exceção da população do estoque X no Oceano Índico (Mikhalev, 1997). A população de jubartes que migra para o Brasil pertence ao estoque reprodutivo A, alimentando-se nas águas da Georgia do Sul e das Ilhas Sanduiche do Sul (IWC, 2001; Zerbini et al., 2011).

Em todo o mundo, tanto nas áreas de alimentação quanto nas de reprodução, a espécie foi severamente caçada com fins comerciais (Findlay, 2001). Consequentemente, as populações de baleia-jubarte foram reduzidas quase à extinção, chegando à porcentagem de 5% da população original (Zerbini et al., 2010). Zerbini et al. (2011) estimaram que na década de 1950, o estoque “A” possuía aproximadamente 500 indivíduos, correspondendo a quase 2% do número exordial. Em 1966, quando a *International Whale Commission* (IWC) proibiu a caça internacional das baleias (IWC, 1998), a espécie foi classificada como ameaçada de extinção (NOAA, 2015). No Brasil, a caça foi proibida em 1987, com o Decreto-Lei nº 7643 de 17/12/87 (Palazzo & Palazzo Jr, 1989).

Após o término da atividade baleeira em escala mundial, as populações de baleias-jubarte começaram a se recuperar. Embora a população não tenha atingido o tamanho pré-caça, Clapham et al. (1999) apontaram um aumento no tamanho das populações, como também observado para o estoque A (Zerbini et al., 2004). Estudos mais recentes sugerem que a população atual corresponde a cerca de 93% do seu tamanho pré-exploração (Zerbini et al., 2019). Em vista desse aumento populacional, a IUCN (*International Union for the Conservation of Nature*) alterou o status da espécie de “Vulnerável” para “Menos preocupante” (Reilly et al., 2008).

Com o aumento populacional, as baleias-jubarte (incluindo o estoque A) estão reocupando áreas históricas de sua distribuição (Rossi-Santos et al., 2008; Zerbini et al., 2004). Atualmente, na costa brasileira as baleias-jubarte se distribuem principalmente em regiões de extensão da plataforma continental (Andriolo et al., 2006; Wedekin et al., 2010). Apesar da recuperação pós-caça das populações de baleias-jubarte, a espécie está sujeita a outras pressões antrópicas. São elas a sobreposição de áreas de uso com áreas de pesca, a degradação do habitat e, perturbações sonoras (Moura et al., 2013; Rossi-Santos, 2015; Zerbini & Kotas, 1998;).

Ao movimentarem-se, os animais fazem uso do espaço para atender suas necessidades biológicas e, assim, os padrões de movimentação de uma espécie se relacionam aos processos de seleção natural e de habitat. À vista disso, estudar os padrões de movimento dos animais pode fornecer informações sobre a ecologia e os padrões de uso de habitat da espécie (Honda, 2016).

Os padrões de movimentação das baleias-jubarte dependem da sua fase de vida, sendo eles: reprodução, migração e alimentação (Gonçalves et al., 2018b). Por exemplo, os indivíduos tendem a traçar movimentos mais lineares e rápidos durante o processo de migração do que durante a alimentação e reprodução (Lagerquist et al., 2008; Zerbini et al., 2006;). Dessa forma, atividades como a busca por alimento e o acasalamento se relacionam ao uso das áreas pelos animais (Burt, 1943).

O Banco dos Abrolhos é a principal área de concentração da baleia-jubarte no Brasil (Andriolo et al., 2006), onde todos os anos, cerca de 80% dos animais são esperados durante a época de reprodução (Andriolo et al., 2010). Essa região é um alargamento da parte sul da plataforma continental do Brasil que pode chegar a 200 km da linha da costa e, onde as profundidades raramente excedem 30 m devido à extensão da plataforma continental na região (Silva, 2013), diferindo da média de 50 km de

largura da plataforma na costa norte e leste brasileira (Teixeira et al., 2013). Desta forma, as características geomorfológicas do Banco dos Abrolhos, com águas calmas e relativamente rasas, proporcionam condições ótimas para as baleias-jubarte parirem e cuidarem de seus filhotes durante o período de reprodução (Morete et al., 2007). A cerca de 420 km ao norte, a região de Serra Grande está sendo reocupada pelas baleias-jubarte como observado nos últimos anos (Gonçalves et al., 2018a). Inserida na parte mais curta da plataforma continental no Brasil (Prates et al., 2012), a região alcança 90 m de profundidade cerca de 15km da linha da costa. Diante disto, Serra Grande permite que as baleias se aproximem da costa, onde cerca de 67,6% das avistagens ocorrem até 10 km da costa (Gonçalves et al., 2018a). Diante da ocorrência de poucas atividades antrópicas na área, as baleias-jubarte encontram condições de uso adequadas para a reprodução (Gonçalves et al., 2018a).

Desse modo, a fim de entender como as baleias estão usando a costa brasileira, o presente estudo tem por objetivo avaliar como as diferenças latitudinais e batimétricas entre o Arquipélago dos Abrolhos e a costa de Serra Grande afetam os padrões de uso de habitat e de movimentação das baleias-jubarte, durante o período de reprodução na costa brasileira.

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.2.1 ÁREAS DE ESTUDO

Este estudo abrangeu dois locais de ocorrência de baleias-jubarte na costa brasileira durante o período reprodutivo da espécie: o Arquipélago dos Abrolhos e a região de Serra Grande.

2.2.1.1 ARQUIPÉLAGO DOS ABROLHOS

O Banco dos Abrolhos abrange uma área de aproximadamente 46.000 km² (Ekau; Knoppers, 1999), e está sobre influência da Corrente do Brasil, na direção norte-sul (Leão; Kikuchi, 2001) e insere-se onde a plataforma continental estende-se até 220 km da linha da costa (Leão; Kikuchi 2001). Na sua porção norte, o Arquipélago dos Abrolhos, localiza-se a aproximadamente 70 km, em linha reta, do município de Caravelas, extremo sul da Bahia, nordeste do Brasil. Na porção oeste da Ilha de Santa Bárbara – uma das ilhas do Arquipélago –, foi estabelecido um ponto fixo de observação de baleias (17°57'50"S; 38° 42'30"W) a 37,95 m acima do nível do mar (Figura 1b). A área amostral engloba 9,3 km de raio de observação ao redor do ponto de fixo, com exceção de dois setores encobertos pelas ilhas: um para leste e outro para oeste, que encobrem arcos de 8° e 14° respectivamente, totalizando aproximadamente 250 km² de área observada. É constituída por recifes rasos (Cunha et al., 2013), complexos coralíneos e fundos não consolidados, como areia, gramas marinhas e algas calcárias (Silva, 2013). As profundidades da área raramente excedem 30 m, podendo alcançar 70 m apenas na quebra da plataforma continental (Silva, 2013). A temperatura média mensal da superfície do mar na região é de aproximadamente 26,5°C (Cabral et al., 2001).

2.2.1.2 SERRA GRANDE

Serra Grande localiza-se no município de Uruçuca (14°28'30" S; 39°01'50" W) a aproximadamente 34 km ao norte da cidade de Ilhéus, no sul da Bahia, nordeste do Brasil (Figura 1a). A região está inserida na plataforma continental com cerca de 10 km de extensão (PRATES et al., 2012) e alcançando 90 m de profundidade a cerca de 15 km da costa (Gonçalves et al., 2018a). A 315 m da linha da costa de Serra Grande foi

estabelecido um ponto fixo de observação de cetáceos a 92,88 m acima do nível do mar. As observações na área de estudo englobam um raio de 15 km do ponto fixo, com uma área de estudo entre 70° e 184° , totalizando 224,5 km². Não é possível observar o nordeste da área devido à presença de vegetação e rochas que bloqueiam o monitoramento (Gonçalves et al., 2018a). A predominância de rochas e areia caracterizam o fundo marinho da região (Freire & Dominguez, 2006), cuja temperatura média da água varia entre 24 °C e 29°C (NOAA, 2016).

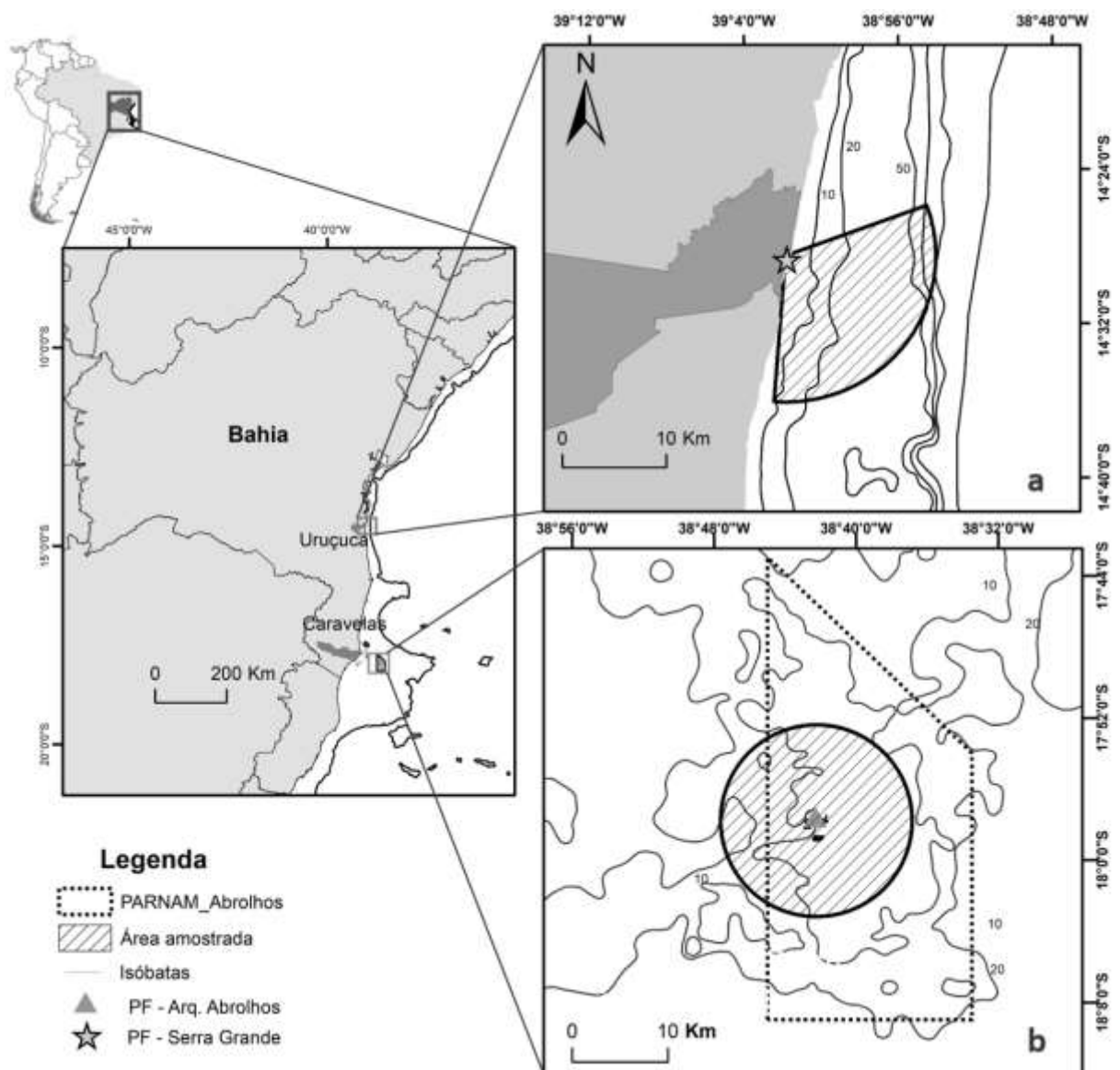


Figura 1. Áreas de estudo localizadas no nordeste brasileiro, litoral sul e extremo sul do estado da Bahia, onde, em a: localização do ponto fixo (PF) de observação em Serra Grande, a norte do Banco dos Abrolhos, a uma altura de 93 m, cobrindo uma área de 224,5 km². Em b: Localização do ponto fixo (PF) de observação do Arquipélago dos Abrolhos na Ilha de Santa Bárbara, no Banco dos Abrolhos, cuja área de estudo engloba aproximadamente 250 km² ao redor do Arquipélago.

2.2.2 MONITORAMENTO VISUAL

O monitoramento no Arquipélago dos Abrolhos ocorreu entre junho e novembro e, em Serra Grande, entre julho e outubro. A diferença se deve a Serra Grande se encontrar mais a norte (Figura 1), o que significa que as baleias acabam por chegar lá depois e a partirem antes comparando com Abrolhos. Nos anos de 2014, 2015, 2018 e 2019, as baleias-jubarte foram monitoradas no Arquipélago dos Abrolhos entre 06:30 e 17:30h e em Serra Grande entre as 07:20 e as 16:40h quando as condições meteorológicas permitiram e a visibilidade estava satisfatória – de acordo com a nitidez da linha do horizonte – e estado do mar inferior ou igual a Beaufort 4 (Morete et al., 2008). O monitoramento foi realizado por 2 a 4 observadores que, a olho nu e com binóculos 7x50, procuraram ativamente por baleias na área. As baleias foram localizadas com base em sinais de presença, como golpes, respingos de água de comportamentos aéreos ou exposição de uma parte do corpo (Morete et al., 2008).

O método de *survey* (Mann, 1999) com duração de uma hora (Morete et al., 2007, 2008; Gonçalves et al. 2018a) foi realizado sempre que possível duas vezes por dia em períodos matutinos e vespertinos e, foi utilizado para coletar o tamanho, a composição e os ângulos de localização dos grupos presentes nas áreas de estudo. Durante este período de *survey*, caso o observador ficasse em dúvida quanto a contagem dos grupos, a observação era cancelada e um novo *survey* iniciada. Além disso, foi empregado o método de amostragem de grupo focal (Mann, 1999), onde, o observador principal, diante de um grupo de baleias avistado, rastreou o grupo usando uma estação total ou teodolito. O focal ocorreu até que os animais saíssem da área de estudo ou até que a visibilidade compromettesse a qualidade da observação. Quando mais de um grupo estava presente na área, foi escolhido o grupo mais fácil de rastrear (Mann, 1999), conforme o comportamento ativo dos indivíduos e a proximidade dos grupos ao ponto

fixo (Gonçalves et al., 2018b) e, a fim de evitar o acompanhamento duplicado de um grupo focal, caso houvesse dúvida sobre a discriminação dos grupos focais, a observação era interrompida e outra observação era iniciada (Morete et al., 2008). Durante o acompanhamento do focal, o tamanho, a composição, os ângulos de posição e os estados e eventos comportamentos do grupo de baleias foram registrados interruptamente. Quando o grupo era composto por mais de um indivíduo, os ângulos eram obtidos tendo como referência o indivíduo que direcionava o movimento do grupo ou o indivíduo filhote, quando presente (Gonçalves et al., 2018b). Nesse ínterim, os demais observadores continuaram rastreando a área em busca de outros grupos de baleias.

No Arquipélago dos Abrolhos, foi utilizado, durante os quatro anos de monitoramento, um Teodolito Sokkia® DT5, com 5' de precisão e ampliação monocular de 30 potências até o ângulo de localização. Em Serra Grande, foi utilizada uma estação total modelo TOPCON ES105, com 5' de precisão e ampliação monocular de 30 vezes em 2014 e 2015. Para 2018 e 2019, utilizou-se uma estação total modelo SPECTRA PRECISION FOCUS-2, também com precisão de 5'. Ambos os equipamentos medem ângulos horizontais a partir de dois pontos (um ponto de referência conhecido e o objeto alvo) e ângulos verticais entre o observador e o objeto alvo (Bailey & Lusseau, 2004; Gailey & Ortega-Ortiz, 2002). A diferença se baseia somente na vantagem da estação total em armazenar os dados internamente (Morete, Abras & Martins, 2017).

Em ambas áreas de estudo, ao iniciar e ao finalizar cada *survey* e a cada 30min em Serra Grande e 1 hora no Arquipélago dos Abrolhos, as variáveis ambientais como estado do mar (segundo o Código do Estado do Mar de Beaufort (BSS)), velocidade e direção do vento foram registradas.

2.2.3 DEFINIÇÕES

Um grupo foi definido como um ou vários indivíduos se movendo de forma coordenada para a mesma direção geral, com uma distância entre um animal e outro que não ultrapasse 100 m (Morete et al., 2008; Whitehead, 1983). As categorias de composição de grupo foram classificadas como: a) mãe com filhote (FEFI); b) mãe e filhote, acompanhados por um ou mais escortes (FEFIEP/+). Na ausência de filhote, as definições dos grupos foram baseadas no número de baleias, podendo ser: c) solitárias (1AD), quando um adulto solitário foi observado; d) dois adultos (DUPLA), quando dois adultos foram avistados; e) grupo múltiplo (TRIO/+), quando mais de dois adultos foram avistados juntos; ou f) indeterminado (IND), quando não foi possível determinar a composição do grupo. Devido à distância entre os grupos e o ponto fixo não é possível a discriminação de juvenis; portanto, são consideradas apenas duas classes de idade: adultos e filhotes, quando o comprimento total do indivíduo for de até 50% do indivíduo acompanhante (Chittleborough, 1965). Definimos como dia Juliano a contagem sucessiva dos dias de um ano, a partir do dia 1 até ao dia 365. A trajetória de um grupo foi definida pelo conjunto de posições traçado por ele durante o período de acompanhamento dos observadores a partir da metodologia grupo focal.

2.2.4 ANÁLISES ESPACIAIS

As coordenadas dos grupos de baleias e as coordenadas de ambos pontos fixos foram determinados através do posicionamento GNSS (*Global Navigation Satellite System*) com precisão milimétrica. As altitudes ortométricas desses pontos foram obtidas através do modelo Geoidal MAPGEO 2010 (Monico, 2008) para ambas as áreas de estudo. O cálculo das coordenadas UTM (E,N) ocorreu através de equações trigonométricas apresentadas por Gonçalves (2017), em que a distância da projeção da

localização do ponto fixo no nível do mar até a baleia é igual à altura do visor do teodolito em relação ao nível do mar multiplicada pela tangente do ângulo vertical. Para esses cálculos, foram consideradas a altura da estação total/teodolito instalado e a variação da maré. A correção dos erros devido à curvatura da Terra (Vanicek & Krakiwsky, 1996) se deu através da transformação das distâncias horizontais em distâncias esféricas.

A profundidade na posição estimada do registro dos grupos no Arquipélago dos Abrolhos foi obtida a partir de raster batimétrico disponível em MARSPEC. Em Serra Grande, foram utilizadas informações batimétricas construídas a partir da vetorização das cartas náuticas 21050 da Marinha do Brasil (CHM 2016-2020), seguidas da interpolação de valores de profundidade usando Kriging análises geoestatísticas (Childs, 2004). Por padronização, e cartas náuticas e rasters de batimetria utilizam as marés mais baixas para o cálculo da profundidade e, com isso diferenças nos valores de profundidade mínima podem ocorrer em áreas que são relativamente muito rasas. A diferença na precisão batimétrica entre os dois rasters não ultrapassou os 2m de profundidade e, por isto, foi excluído o viés da não padronização dos rasters de batimetria para as áreas do estudo. Em ambas as áreas de estudo, a profundidade dos grupos avistados foi obtida usando o ARCGIS 9.3, ferramenta de extração do Analista Espacial.

2.2.5. ANÁLISES PADRÕES DE MOVIMENTO

Apenas foram consideradas as trajetórias que: a) possuíam no mínimo quatro posições registradas, b) o acompanhamento do grupo deu-se por pelo menos 10 minutos, e c) teve a composição do mesmo identificada (Gonçalves et al., 2018b). A partir disso, os seguintes parâmetros de movimentação foram calculados:

- Velocidade da pernada (km/h): média das velocidades calculadas entre duas posições consecutivas, dividindo pela distância entre as posições e o tempo levado para se deslocar entre elas (Barendse et al., 2010; Gonçalves et al., 2018b). Não consideramos as velocidades acima de 30 km/h porque as velocidades máximas registradas para as baleias-jubarte variam de 18 km/h (Findlay & Best 1996) a 27 km/h (Zenkovich 1937 apud Winn & Reichley 1985).
- Velocidade líquida (km/h): distância linear entre o primeiro e o último ponto dividida pelo tempo total da trajetória (Barendse et al. 2010; Findlay et al., 2011; Gonçalves *et al.* 2018b).
- Linearidade: divisão entre a distância total entre o primeiro e o último ponto e a soma das distâncias entre cada ponto da trajetória (Barendse et al., 2010; Gailey et al., 2007; Gonçalves et al., 2018b; Williams et al., 2002.). Os valores obtidos geram índices que variam de 0 a 1, onde valores mais próximos de 0 representam movimentos mais erráticos, e valores mais próximos de 1 representam trajetórias mais retas (Burns, 2010; Gonçalves et al., 2018b; Schaffar et al., 2009).
- Taxa de reorientação (°/min): soma de todos os valores absolutos de mudança de direção entre dois pontos consecutivos, dividida pelo tempo total da trajetória (Gailey et al., 2007; Gonçalves et al., 2018b; Smultea & Würsig, 1995). Valores mais altos de reorientação indicam trajetórias mais erráticas (Burns, 2010).
- Direção (°): é a direção em graus verdadeiros considerando o primeiro e o último ponto da trajetória (Barendse et al., 2010; Best et al., 1995; Findlay et al., 2011; Gonçalves et al., 2018b).

2.2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O período de coleta de dados variou entre os anos e os locais de estudo, para evitar viés durante as comparações de abundância, composições dos grupos, uso de habitat e padrões de movimentação entre as áreas, consideramos os meses de observação em comum (julho a outubro). Todas análises estatísticas foram realizadas no R Studio.

2.2.6.1 ABUNDÂNCIA RELATIVA

Definimos como abundância relativa o número de baleias-jubarte avistadas nas áreas de estudo durante o período de uma hora. Devido à flutuação da abundância ao longo da temporada (Morete et al., 2008), o pico de abundância de cada área de estudo por ano e o pico de cada temporada foi calculado usando uma regressão segmentada (Muggeo, 2008) das contagens de baleias por *survey* em relação ao dia Juliano. Em todos os anos de amostragem foram realizados testes de normalidade Shapiro-Wilk para determinar se o número de baleias avistadas por hora obedecia uma distribuição normal. Devido à sua não normalidade, tanto no Arquipélago dos Abrolhos ($W=0,93$, $p<0.001$) como em Serra Grande ($W=0,92$, $p<0.001$), foram realizados testes não paramétricos Mann-Whitney-Wilcoxon (U) para verificar a diferença entre as abundâncias relativas das baleias-jubarte entre as temporadas reprodutivas em ambas áreas de amostragem. A partir disto, um GLM foi usado em uma distribuição de quasipoisson, devido à sobredispersão para testar se a abundância relativa das baleias adultas foi alterada entre os anos e entre as áreas. No modelo, foram incluídos o ano (2014, 2015, 2018 e 2019) e o local (Arquipélago dos Abrolhos e Serra Grande) como variáveis preditoras categóricas e o dia Juliano como variável preditora contínua. Devido a relação não linear do número de baleias ao longo da temporada foi incluído no modelo um fator quadrático na variável dia Juliano. O modelo para explicar a abundância relativa de filhotes também

incluiu o número de adultos como variável preditora contínua e, como não havia sobredispersão, foi utilizada distribuição de Poisson. Quando não foi possível determinar o tamanho exato do grupo, consideramos o número mínimo de indivíduos avistados para evitar subestimação do número de baleias.

2.2.6.2 COMPOSIÇÃO DOS GRUPOS

A fim de descrever a associação entre as categorias de composição de grupo, usamos tabelas de contingência com as frequências absoluta e relativa das categorias de composição em ambas áreas do estudo. Empregamos o teste Chi Quadrado de Pearson para verificar a homogeneidade entre as variáveis categóricas (composição dos grupos e área de estudo). Os grupos que não tiveram sua composição identificada foram excluídos da análise.

2.2.6.3 PROFUNDIDADE

Utilizamos Mann-Whitney-Wilcoxon (U) para avaliar as diferenças de profundidade dos grupos entre as áreas de estudo, bem como entre grupos com e sem filhote. Um teste de Kruskal-Wallis (K) foi aplicado para avaliar as diferenças estatísticas das profundidades entre cada composição de grupo. Utilizamos uma regressão logística multinomial baseada na combinação linear da variável preditora profundidade para modelar as probabilidades de encontro de todas as composições de grupo em ambas áreas do estudo. O modelo estima a probabilidade de encontro até a profundidade máxima encontrada em Serra Grande, pois o objetivo da modelagem é inferir a distribuição dos grupos em uma ampla faixa batimétrica em ambas áreas do estudo. No Arquipélago dos Abrolhos, o modelo aponta probabilidades de encontro em áreas mais profundas que as existentes na área do estudo, referindo-se as demais faixas

batimétricas que ocorrem no Banco dos Abrolhos. Grupos que não tiveram sua composição identificada foram excluídos da análise.

2.2.6.4 PADRÕES DE MOVIMENTO

Utilizamos teste Mann-Whitney-Wilcoxon (U) para testar se havia diferença nos valores de velocidade líquida e de pernada, linearidade e taxa de reorientação dos grupos de baleias-jubarte entre o Arquipélago dos Abrolhos e Serra Grande. Através do teste de Rayleigh (R) (Zar, 1974), verificamos que o movimento dos grupos de baleias-jubarte apresentou uniformidade circular no Arquipélago dos Abrolhos ($R=0,28$, $p=0,06$), mas não em Serra Grande ($R=0,53$, $p=0$). Diante disto, para testar se havia diferença na direção dos grupos de baleia-jubarte entre as áreas de estudo utilizamos uma análise de variância circular não paramétrica Watson Wheeler (W).

2.3 RESULTADOS

2.3.1 ESFORÇO AMOSTRAL

Durante 121 dias de amostragem no Arquipélago dos Abrolhos, foram realizados 180 horas de *surveys* e 33,59 horas de acompanhamento nos 35 grupos focais. Em Serra Grande, durante os 103 dias de amostragem, realizamos 155 horas de *surveys* e 138,70 horas de acompanhamento nos 264 grupos focais. (Tabela 1).

Tabela 1: Período de amostragem, número de dias amostrados, número de *surveys* e número de grupos focais por temporada reprodutiva realizados a partir do ponto fixo de Arquipélago dos Abrolhos e de Serra Grande ambos no estado da Bahia, durante os anos de 2014, 2015, 2018 e 2019.

		Arquipélago dos Abrolhos	Serra Grande
2014	Período de amostragem	Julho - Setembro	Julho – Outubro
	Dias amostrados	36	37
	<i>Surveys</i>	34	52
	Grupos focais	6	45
2015	Período de amostragem	Julho - Novembro	Julho - Outubro
	Dias amostrados	63	30
	<i>Surveys</i>	104	41
	Grupos focais	14	76
2018	Período de amostragem	Junho - Novembro	Agosto - Outubro
	Dias amostrados	29	31
	<i>Surveys</i>	28	39
	Grupos focais	7	59
2019	Período de amostragem	Julho - Novembro	Julho - Outubro
	Dias amostrados	31	37
	<i>Surveys</i>	41	45
	Grupos focais	8	84

2.3.2 ABUNDÂNCIA RELATIVA

No Arquipélago dos Abrolhos foram registrados 2507 adultos e 210 filhotes e, em Serra Grande foram 858 adultos e 64 filhotes, totalizando 3639 baleias-jubarte em ambas áreas de monitoramento durante os quatro anos de estudo.

As regressões segmentadas demonstraram um ponto de quebra na abundância relativa das baleias-jubarte ao longo das temporadas reprodutivas (2014, 2015, 2018 e 2019) entre o final de agosto e o início de setembro tanto no Arquipélago dos Abrolhos quanto em Serra Grande. Entretanto, no ano de 2015 em Serra Grande, observamos dois picos de abundância durante a temporada. Ambos modelos de regressão segmentada foram significativos para o Arquipélago dos Abrolhos ($p < 0.001$) e para Serra Grande ($p < 0.001$) e apresentaram coeficientes de regressão positivos até o pico da abundância

e negativo a partir dele. Entretanto, a exceção de 2014, o pico da abundância relativa das baleias-jubarte no Arquipélago dos Abrolhos ocorreu alguns dias antes do pico em Serra Grande (Figura 2).

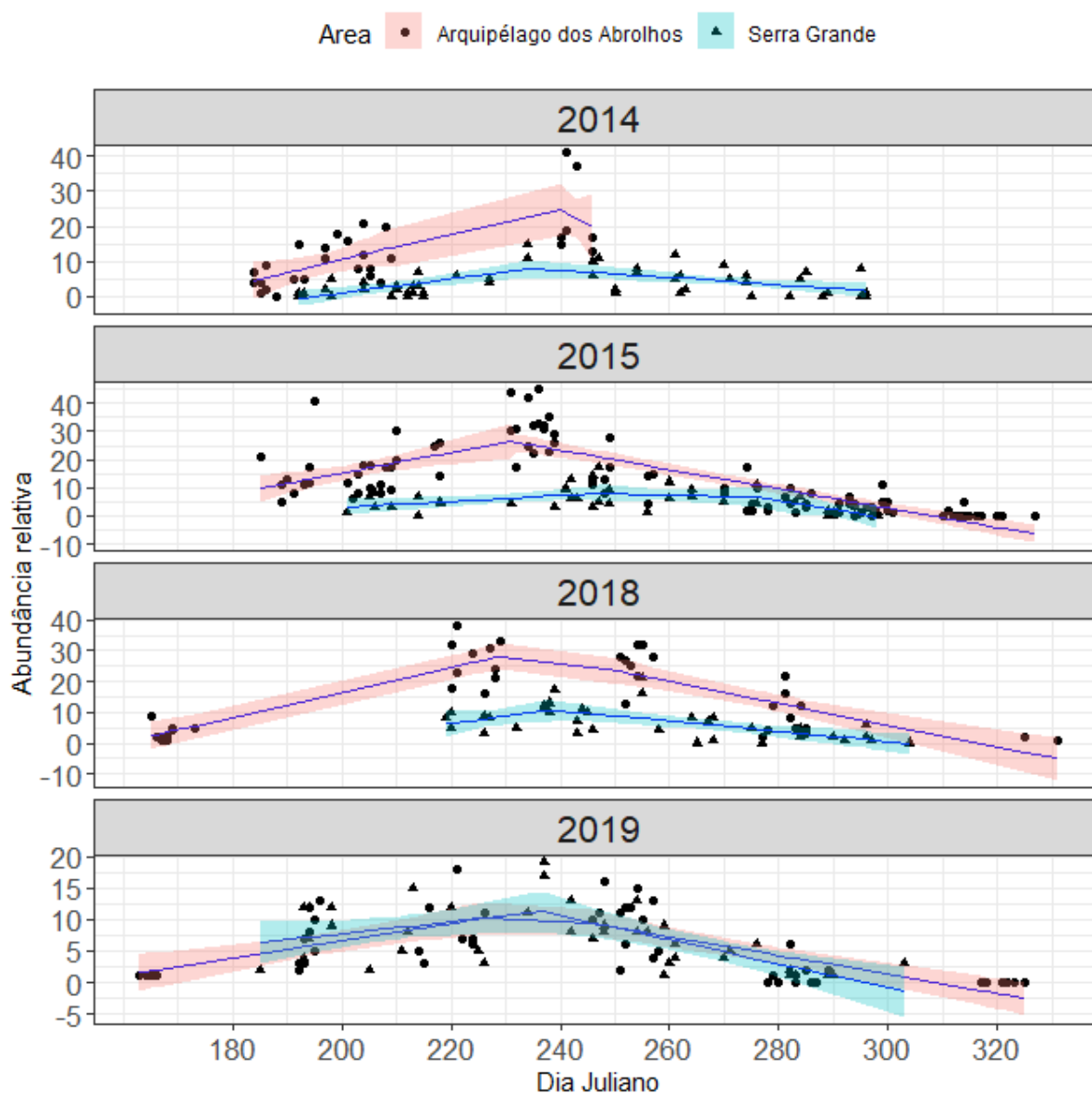


Figura 2: Abundância relativa das baleias-jubarte ao longo da temporada reprodutiva, demonstrado por meio do Dia Juliano, no Arquipélago dos Abrolhos, Bahia, Brasil (pontos) e em Serra Grande, Bahia, Brasil (triângulos) através do modelo de regressão segmentada, onde rosa e azul mostram intervalo de confiança de 95%. O pico da temporada no Arquipélago dos Abrolhos foi 239 em 2014, 231 em 2015, 232 em 2018 e 234 em 2019 e, em Serra Grande o pico foi 235 em 2014, 247 e 262 em 2015, 238 em 2018 e 237 em 2019.

O número médio ($\mu \pm sd$) de baleias-jubarte adultas avistadas por hora ao redor do Arquipélago dos Abrolhos durante os quatro anos de estudo ($9,57 \pm 7,63$) foi significativamente maior ($U = 21286$, $p < 0.001$) que em Serra Grande ($5,39 \pm 4,32$). Ao

comparar anualmente o número de baleias adultas entre as áreas, observamos uma diferença significativa em 2014 ($U=1264$, $p<0.001$), 2015 ($U=2652$, $p<0.001$) e 2018 ($U=851$, $p<0.001$), mas não em 2019 ($U=737$, $p=0,55$). Analisando a abundância das baleias no Arquipélago dos Abrolhos por ano, observamos uma diminuição de 2014 ($18,13\pm 10,94$) para 2015 ($11,19\pm 10,77$), um aumento em 2018 ($12,78\pm 10,52$), seguido de outra queda em 2019 ($4,92\pm 5,05$). Assim, o número de baleias adultas por hora em 2014 foi significativamente maior que o número de baleias adultas em 2015 ($K=35$, $df=3$, $p=0,002$) mas não em 2018 ($K=35$, $df=3$, $p=0,056$). O número de baleias adultas em 2019 foi significativamente menor que todas as demais temporadas reprodutivas ($K=35$, $df=3$, $p<0.001$ em 2014; $p<0.001$ em 2015 e $p<0.001$ em 2018). Em Serra Grande, a abundância das baleias adultas apresentou um aumento progressivo entre as temporadas de 2014 ($3,38\pm 3,30$), 2015 ($4,93\pm 3,74$), 2018 ($6,11\pm 5,02$) e 2019 ($6,67\pm 4,58$) e, o número de baleias adultas em 2014 foi significativamente menor que nos anos de 2018 ($K=15$, $df=3$, $p=0,027$) e 2019 ($K=15$, $df=3$, $p=0,002$) mas não de 2015 ($K=15$, $df=3$, $p=0,083$) (Figura 3a).

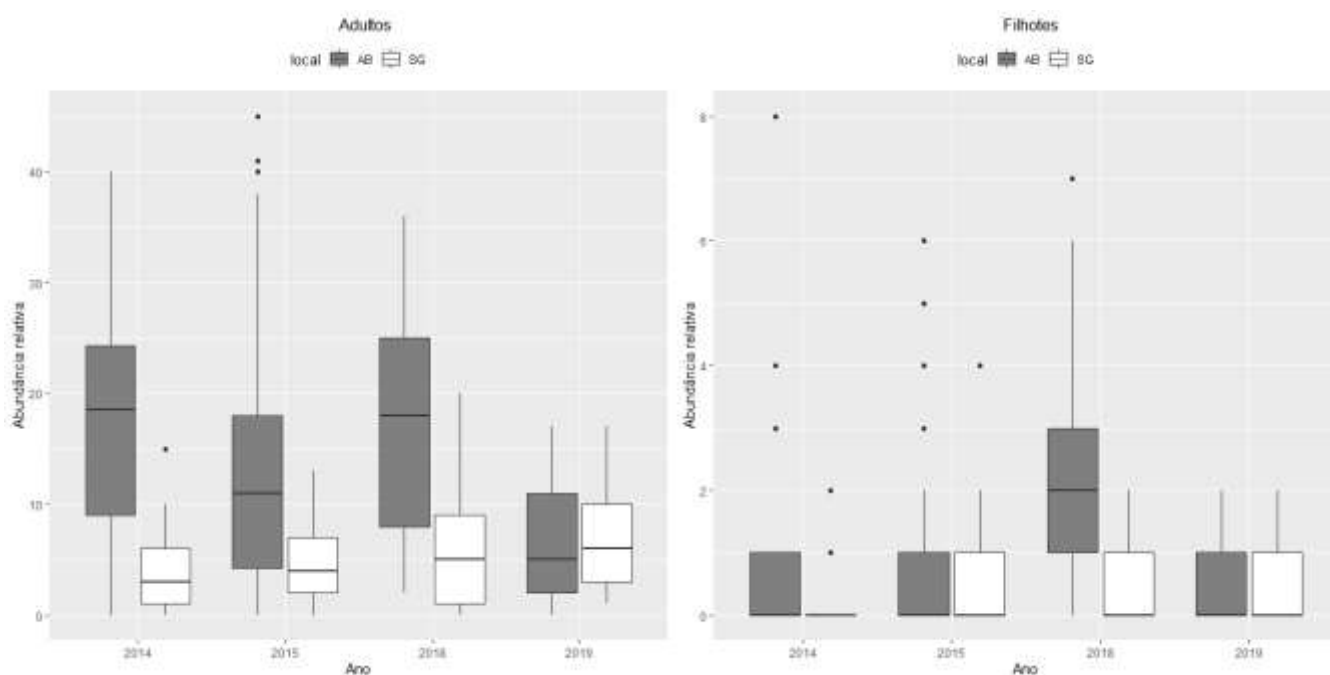


Figura 3: Abundância relativa dos adultos (a) e dos filhotes (b) de baleia-jubarte observadas por ano a partir de pontos fixos no Arquipélago dos Abrolhos (Bahia, Brasil) e em Serra Grande (Bahia, Brasil).

O número médio por hora de filhotes também foi significativamente ($U=18018$, $p<0.001$) maior no Arquipélago dos Abrolhos ($1,03\pm 1,49$) que em Serra Grande ($0,37\pm 0,65$) e seguiu um padrão crescente entre os anos estudados para ambas áreas reprodutivas. Entretanto, no Arquipélago dos Abrolhos o número de filhotes em 2019 ($0,37\pm 0,58$) acompanhou o declínio do número de baleias adultas da temporada e, o alto número médio de filhotes avistados em 2018 ($2,36\pm 1,66$) diferiu significativamente dos demais anos de estudo ($K=39$, $df=3$, $p<0.001$ em 2014; $p<0.001$ em 2015 e $p<0.001$ em 2019) (Figura 3b).

Com base no GLM (Tabela 2), no Arquipélago dos Abrolhos, somente 2018 não diferiu estatisticamente ($p=0,198$) do número de adultos em 2014. O modelo mostra que o número de baleias-jubarte adultas apresenta relação significativa com o dia Juliano ($p< 2e^{-16}$) – e dia Juliano fator quadrático ($p< 2e^{-16}$) – e local ($p< 2e^{-16}$). Além disso, a interação entre o ano e local mostrou que a diferença do número de baleias adultas entre 2014 e 2015 no Arquipélago dos Abrolhos diferiu significativamente ($p<0.001$) da diferença do número de baleias adultas entre 2014 e 2015 em Serra Grande. A diferença do número de baleias adultas entre 2014 e 2018 no Arquipélago dos Abrolhos também diferiu significativamente ($p<0.001$) da diferença do número de baleias adultas entre 2014 e 2018 em Serra Grande, assim como a diferença do número de baleias adultas entre 2014 e 2019 no Arquipélago dos Abrolhos diferiu significativamente ($p<0.001$) da diferença do número de baleias adultas entre 2014 e 2019 em Serra Grande. A temporada de 2014 e o Arquipélago dos Abrolhos foram consideradas como linha de base no modelo.

Tabela 2: Parâmetros e valores de p estimados usando um Modelo Linear Generalizado com distribuição de quasipoisson explicando a abundância relativa de baleias-jubarte adultas observadas em 2014, 2015, 2018 e 2019 a partir de pontos fixos no Arquipélago dos Abrolhos (Bahia, Brasil) e em Serra Grande (Bahia, Brasil). As variáveis preditoras foram: ano, dia Juliano (linear e quadrático), local e a interação entre ano e local.

	Estimate	p-value	
(Intercept)	-25.82706740	< 2e-16	***
ano2015 ¹	-0.24899032	0.006016	**
ano2018 ¹	-0.14391317	0.197991	
ano2019 ¹	-1.06488386	6.54e-15	***
dia juliano	0.25287203	< 2e-16	***
I(dia juliano ²)	-0.00054663	< 2e-16	***
localSerra Grande ²	-1.75189009	< 2e-16	***
ano2015:localSerra Grande ¹²	0.65273289	0.001365	**
ano2018:localSerra Grande ¹²	0.73777925	0.000449	**
ano2019:localSerra Grande ¹²	1.76435759	6.65e-15	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

¹Comparado com 2014

²Comparado com Arquipélago dos Abrolhos

O número de filhotes apresentou relação significativamente positiva com o número de adultos ($p < 2e^{-16}$) e com o dia do ano ($p < 0.001$) em ambas áreas do estudo. O ano reprodutivo não mostrou relação significativa para Serra Grande, entretanto, no Arquipélago dos Abrolhos em 2018 ($p < 0.001$), o número de filhotes foi significativamente maior que 2014. Nenhuma interação entre variáveis se mostrou significativa (Tabela 3).

Tabela 3: Parâmetros e valores de p estimados usando um Modelo Linear Generalizado com distribuição de Poisson explicando a abundância relativa de filhotes de baleias observadas em 2014, 2015, 2018 e 2019 a partir de pontos fixos no Arquipélago dos Abrolhos (Bahia, Brasil) e em Serra Grande (Bahia, Brasil). As variáveis preditoras foram: número de adultos, ano, dia Juliano, local e a interação entre ano e local.

	Estimate	p-value	
(Intercept)	-4.936453	2.95e ⁻¹¹	***
n_adultos	0.093327	< 2e ⁻¹⁶	***
ano2015 ¹	0.130999	0.58734	
ano2018 ¹	0.956342	0.00016	***
ano2019 ¹	-0.292216	0.40722	
dia_do_ano	0.014541	6.76e ⁻⁰⁸	***
localSerra Grande ²	-0.376492	0.36622	
ano2015:localSerra Grande	0.129616	0.78472	
ano2018:localSerra Grande	-0.922021	0.06211	.
ano2019:localSerra Grande	0.483376	0.37941	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1			
¹ Comparado com 2014			
² Comparado com Arquipélago dos Abrolhos			

2.3.3 COMPOSIÇÃO DOS GRUPOS

Exluímos das análises 6,24% (n=52) dos grupos do Arquipélago dos Abrolhos e 33,89% (n=163) dos grupos de Serra Grande, pois não tiveram sua composição identificada. Dos grupos com composição determinada no Arquipélago dos Abrolhos (n=782), 23,28% deles continham filhote. Já em Serra Grande, do total de grupos observados (n=318) cerca de 18,24% continham filhotes. O Arquipélago dos Abrolhos e Serra Grande apresentam a mesma distribuição nas proporções dos grupos, composta principalmente por duplas, grupos múltiplos e indivíduos solitários (Tabela 4). Duplas de baleias-jubarte foram os grupos mais avistados em ambas áreas de estudo, com

aproximadamente 34,14% no Arquipélago dos Abrolhos e 32,08% em Serra Grande. Dentre os grupos com filhote, a presença do escorte foi mais frequente no Arquipélago dos Abrolhos, que em Serra Grande (Tabela 4).

Tabela 4: Tabela de contingência das frequências absoluta e relativa (em parênteses) das composições de grupos de baleia-jubarte observadas durante *surveys* de uma hora realizadas a partir de pontos fixo no Arquipélago dos Abrolhos (Bahia, Brasil) e em Serra Grande (Bahia, Brasil).

Composição de grupo	Arquipélago dos Abrolhos	Serra Grande
1 AD	174 (22,25%)	86 (27,04%)
DUPLA	267 (34,13%)	102 (32,08%)
TRIO/+	159 (20,33%)	72 (22,64%)
FEFI	95 (12,14%)	39 (12,26%)
FEFIEP/+	87 (11,15%)	19 (5,98%)

A frequência relativa das composições de grupo também variou entre as temporadas reprodutivas em ambas áreas do estudo (Tabela 5). Grupos com filhote (FEFI e FEFIEP/+) demonstraram um aumento progressivo da frequência relativa no Arquipélago dos Abrolhos (15,86% em 2014 para 44% em 2018) e em Serra Grande (16,67% em 2014 para 21,74% em 2018). Entretanto, na temporada reprodutiva de 2019 a frequência relativa destes grupos diminuiu no Arquipélago dos Abrolhos (12,39%) e em Serra Grande (15,09%). Inversamente a isto, em Serra Grande, a frequência relativa das duplas diminuiu a cada temporada (44,44% em 2014 para 23,19% em 2018), exceto pelo aumento em 2019 (33,02%). Além disso, ainda em 2019, grupos FEFI foram mais frequentes em Serra Grande (12,26%) que no Arquipélago dos Abrolhos (4,13%). Também foi observada uma associação entre as categorias de grupo e o Arquipélago dos Abrolhos e Serra Grande somente no ano de 2018 ($X^2=18$, $df=4$, $p = 0,0013$), quando as proporções esperadas para cada composição de grupo não foram observadas (Tabela 5).

Tabela 5: Tabela de contingência das frequências absoluta e relativa (em parênteses) das composições de grupos de baleia-jubarte por temporada reprodutiva observadas durante *surveys* de uma hora realizadas a partir de pontos fixo no Arquipélago dos Abrolhos (Bahia, Brasil) e em Serra Grande (Bahia, Brasil).

Ano	Composição do grupo	Arquipélago dos Abrolhos	Serra Grande
2014	1AD	26 (17,93%)	10 (18,52%)
	DUPLA	56 (38,62%)	24 (44,44%)
	TRIO/+	40 (27,56%)	11 (20,37%)
	FEFI	16 (11,03%)	3 (5,56%)
	FEFIEP/+	7 (4,83%)	6 (11,11%)
2015	1AD	72 (19,68%)	28 (31,46%)
	DUPLA	144 (39,34%)	27 (30,34%)
	TRIO/+	72 (19,68%)	16 (17,98%)
	FEFI	44 (12,02%)	12 (13,49%)
	FEFIEP/+	34 (9,29%)	6 (6,74%)
2018	1AD	34 (22,67%)	13 (18,84%)
	DUPLA	24 (16,00%)	16 (23,19%)
	TRIO/+	26 (17,33%)	25 (36,23%)
	FEFI	30 (20,00%)	11 (15,94%)
	FEFIEP/+	36 (24,00%)	4 (5,80%)
2019	1AD	42 (34,71%)	35 (33,02%)
	DUPLA	43 (35,54%)	35 (33,02%)
	TRIO/+	21 (17,36%)	20 (18,87%)
	FEFI	5 (4,13%)	13 (12,26%)
	FEFIEP/+	10 (8,26%)	3 (2,83%)

2.3.4 PROFUNDIDADE

A profundidade foi obtida para 759 grupos de baleias-jubarte no Arquipélago dos Abrolhos e 317 em Serra Grande. A maior profundidade no local de estimativa de posicionamento do grupo observada no Arquipélago dos Abrolhos foi de 23 m, enquanto que em Serra Grande, os grupos alcançaram 90 m de profundidade. Desta forma, os grupos apresentaram profundidades significativamente ($U=3409$, $p < 2e^{-16}$) menores no Arquipélago dos Abrolhos do que em Serra Grande (Tabela 6).

Tabela 6: Estatística descritiva (valores mínimo e máximo, média e desvio padrão) da profundidade (m) dos grupos de baleia-jubarte observados em 2014, 2015, 2018 e 2019 a partir de pontos fixo no Arquipélago dos Abrolhos (Bahia, Brasil) e em Serra Grande (Bahia, Brasil).

Composição dos grupos	Arquipélago dos Abrolhos				Serra Grande			
	Min*	Média	sd	Max	Min	Média	sd	Max
1AD	<5	7,23	2,69	16	10	28,33	6,53	43
DUPLA	<5	7,27	2,86	23	7	30,06	9,17	78
TRIO/+	<5	7,08	2,90	16	13	33,49	11,05	90
FEFI	<5	6,3	2,92	16	6	18,24	8,32	36
FEFIEP/+	<5	6,1	2,57	13	12	24,86	9,01	48

* No Banco dos Abrolhos a maré mede em média 1,6 – 1,7 m e caracteriza-se como semi diurna, com alturas que variam de um mínimo de 0,47 m (quadratura) a um máximo de 3,39 m (sizígia) (Leão; Kikuchi, 2001), assim, em marés altas as baleias podem alcançar locais relativamente muito rasos e, com isso diferenças nos valores de profundidade mínima podem ocorrer.

A profundidade dos grupos com filhote diferiu significativamente dos grupos sem filhote no Arquipélago dos Abrolhos ($U=40136$, $p<0.001$) e em Serra Grande ($U=3217$, $p<0.001$). Em Serra Grande, a profundidade diferiu significativamente ($K=67$, $df=4$, $p<0.001$) entre todas composições de grupos, contudo, no Arquipélago dos Abrolhos, apenas grupos FEFI e FEFIEP/+ diferiram significativamente de animais solitários ($K=19$, $df=4$, $p=0,017$ e $p<0.001$, respectivamente), DUPLAS ($p=0,017$ e $p<0.001$, respectivamente) e TRIO/+ ($p=0,017$ para FEFIEP/+), mas não diferiram entre si ($K=19$, $df=4$, $p=0,680$). A análise comparativa das áreas mostrou que a profundidade de todas categorias de composição de grupo diferiu significativamente entre o Arquipélago dos Abrolhos e Serra Grande (1AD ($U=40$, $p=2,2e^{-16}$), DUPLA ($U=189$, $p<2,2e^{-16}$), TRIO/+ ($U=6$, $p<2,2e^{-16}$), FEFI ($U=264$, $p<0.001$) e FEFIEP/+ ($U=3$, $p<0.001$)).

O modelo de regressão logística multinomial se mostrou significativo (Tabela 7) para estimar a probabilidade de encontro das composições de baleias-jubarte e em ambas áreas do estudo.

Tabela 7: Valores de p estimados usando um Modelo de Regressão Logística Multinomial explicando a probabilidade de encontro dos grupos de baleia-jubarte observadas em 2014, 2015, 2018 e 2019 a partir de pontos fixos no Arquipélago dos Abrolhos (Bahia, Brasil) e em Serra Grande (Bahia, Brasil). As variáveis predictoras categóricas foram local e profundidade.

	Intercept*	Serra Grande**	Profundidade***
1 AD	2,80e ⁻⁰²	1,12e ⁻⁰⁸	6,52e ⁻¹¹
DUPLA	4,20e ⁻⁰¹	2,26e ⁻¹³	3,57e ⁻¹⁴
TRIO/+	1,47e ⁻⁰²	3,53e ⁻⁰³	1,53e ⁻⁰²
FEFIEP/+	2,93e ⁻⁰⁵	5,15e ⁻¹⁴	2,22e ⁻¹⁶

* Comparado com FEFI no Arquipélago dos Abrolhos			
** Comparado com FEFI em Serra Grande			
*** Comparado com FEFI			

Ao comparar a probabilidade de encontro de uma determinada categoria de composição de grupos em uma baixa faixa batimétrica (0-20 m), no Arquipélago dos Abrolhos, o modelo propôs que a probabilidade de encontro de grupos sem filhote (1AD, DUPLA e TRIO/+) a partir de um ponto fixo em terra é maior que em Serra Grande. Entretanto, nesta mesma faixa de batimetria, a probabilidade de encontro de grupos FEFI é maior em Serra Grande que no Arquipélago dos Abrolhos (Figura 4). A probabilidade de encontro de grupos TRIO/+ aumenta diretamente com a profundidade, tanto no Arquipélago dos Abrolhos quanto em Serra Grande. Já o padrão de probabilidade de encontro por grupos 1AD e DUPLA também é igual em ambas áreas de estudo, aumentando até aproximadamente 30 m e depois diminuindo, conforme o aumento de profundidade (Figura 4). Na faixa de 0 a 20 m, grupos mãe com filhote escoltados por um ou mais escorte (FEFIEP/+) apresentam padrão de probabilidade de encontro invertido entre as áreas, sendo diretamente proporcional em Serra Grande e inversamente no Arquipélago dos Abrolhos (Figura 4).

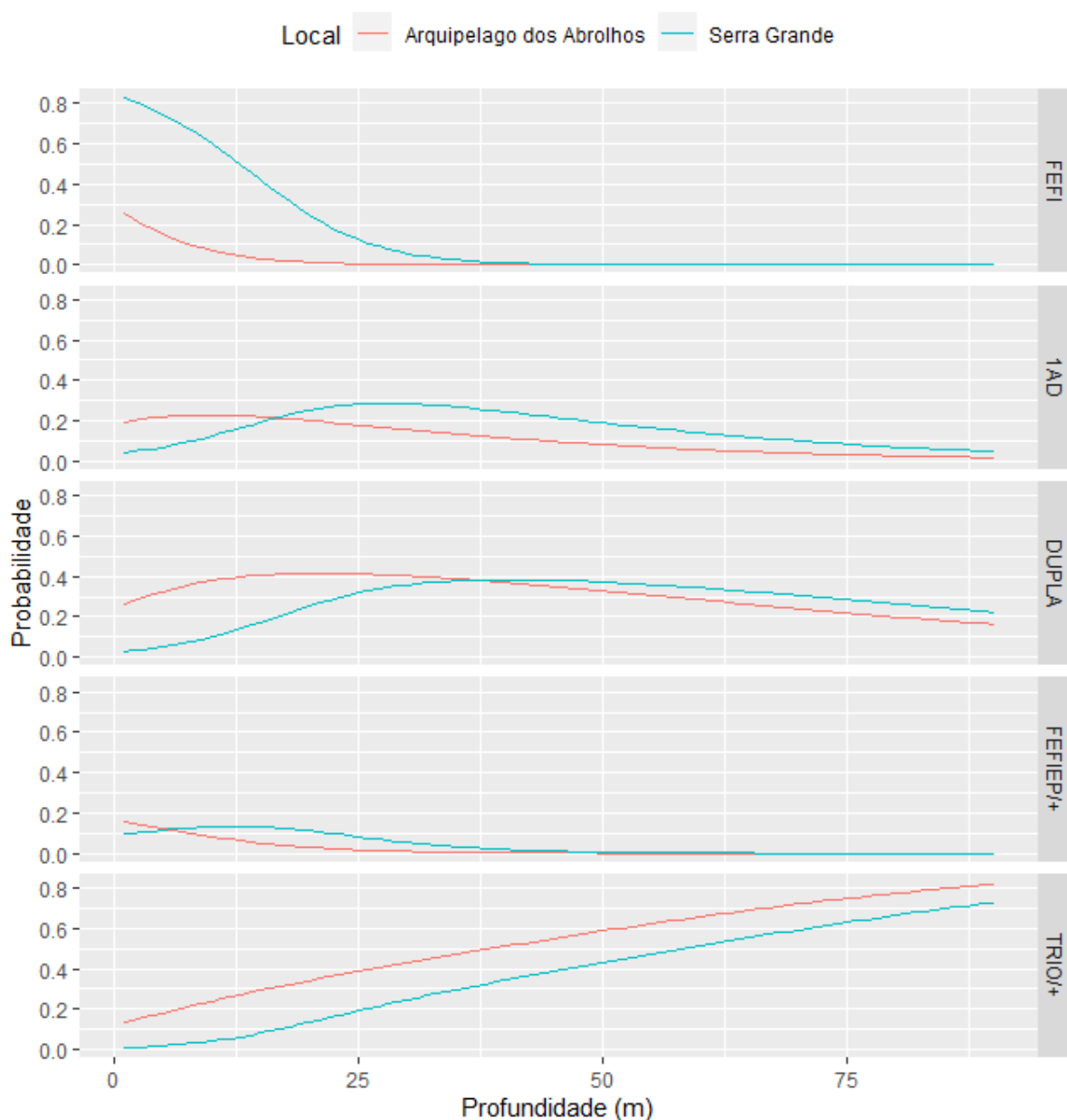


Figura 4: Probabilidade de encontro de uma determinada composição de grupo de baleia-jubarte de acordo com a profundidade (m) nos pontos fixo no Arquipélago dos Abrolhos (Bahia, Brasil) e em Serra Grande (Bahia, Brasil), através de uma regressão logística multinomial.

2.3.5 PADRÕES DE MOVIMENTO

De todos grupos acompanhados, 65,71% possuíam filhotes ($n=23$) no Arquipélago dos Abrolhos e 44,70% ($n=118$) em Serra Grande. A distância média ($\mu \pm sd$) de acompanhamento dos grupos no Arquipélago dos Abrolhos e em Serra Grande foi de $4,75 \pm 5,07$ km e $2,97 \pm 2,35$ km respectivamente. A média de tempo no acompanhamento dos grupos foi de $0,96 \pm 0,98$ h no Arquipélago dos Abrolhos e de

0,53±0,38 h em Serra Grande. Um menor número de grupos foi acompanhado em Abrolhos comparado a Serra Grande, durante o mesmo período de amostragem, e esse tamanho pequeno da amostra do Arquipélago dos Abrolhos, inviabiliza comparações das categorias de composição de grupo entre as áreas.

Velocidade líquida e de pernada: a velocidade líquida dos grupos de baleia-jubarte no Arquipélago dos Abrolhos (5,06±4,93 km/h) não diferiu significativamente (U=4148, p= 0,326) da dos grupos em Serra Grande (4,93±2,35 km/h). A velocidade de pernada dos grupos também não diferiu significativamente (U=4062, p= 0,246) entre as áreas de estudo (6,70±4,55 km/h no Arquipélago dos Abrolhos e 7,01±2,73 km/h em Serra Grande) (Tabela 7).

Linearidade: o valor da linearidade dos grupos foi de 0,77±0,21 no Arquipélago dos Abrolhos e de 0,80±0,20 em Serra Grande (Tabela 7). Todavia, a linearidade não foi significativamente diferente (U=4154, p= 0,33) entre as áreas.

Taxa de reorientação: A taxa média de reorientação dos grupos observados no Arquipélago dos Abrolhos (10,11±6,12 %/min) foi significativamente menor (U=2238, p<0.001) daquela dos grupos observados em Serra Grande (25,51±20,56 %/min) (Tabela 8).

Tabela 8: Estatística descritiva (valor mínimo, média, desvio padrão (sd) e valor máximo) dos padrões de movimentação dos grupos de baleias-jubarte segundo observações grupo-focal a partir dos pontos fixos no Arquipélago dos Abrolhos Bahia, Brasil e em Serra Grande Bahia, Brasil durante os anos de 2014, 2015, 2018 e 2019.

	Arquipélago dos Abrolhos				Serra Grande			
	Min	Média	sd	Max	Min	Média	sd	Max
Velocidade líquida (Km/h)	0,32	5,06	4,23	13,45	0,20	4,93	2,35	11,48
Velocidade de pernada (Km/h)	0,69	6,70	4,55	15,51	0,70	7,01	2,73	13,38
Linearidade	0,17	0,77	0,21	0,98	0,18	0,80	0,20	1,0
Taxa Reorientação (°/min)	1,65	10,11	6,12	25,32	0,60	25,51	20,56	104,01
Direção (°)	1,32	91,20	111,85	355,47	2,09	176,96	76,96	359,59

Direção: o valor médio de direção dos grupos de baleia-jubarte no Arquipélago dos Abrolhos e em Serra Grande foi de $208,07 \pm 108,53^\circ$ e $176,13 \pm 76,96^\circ$, respectivamente (Tabela 7), e diferiu significativamente ($W=34$, $df=2$, $p < 0.001$) entre as áreas de estudo.

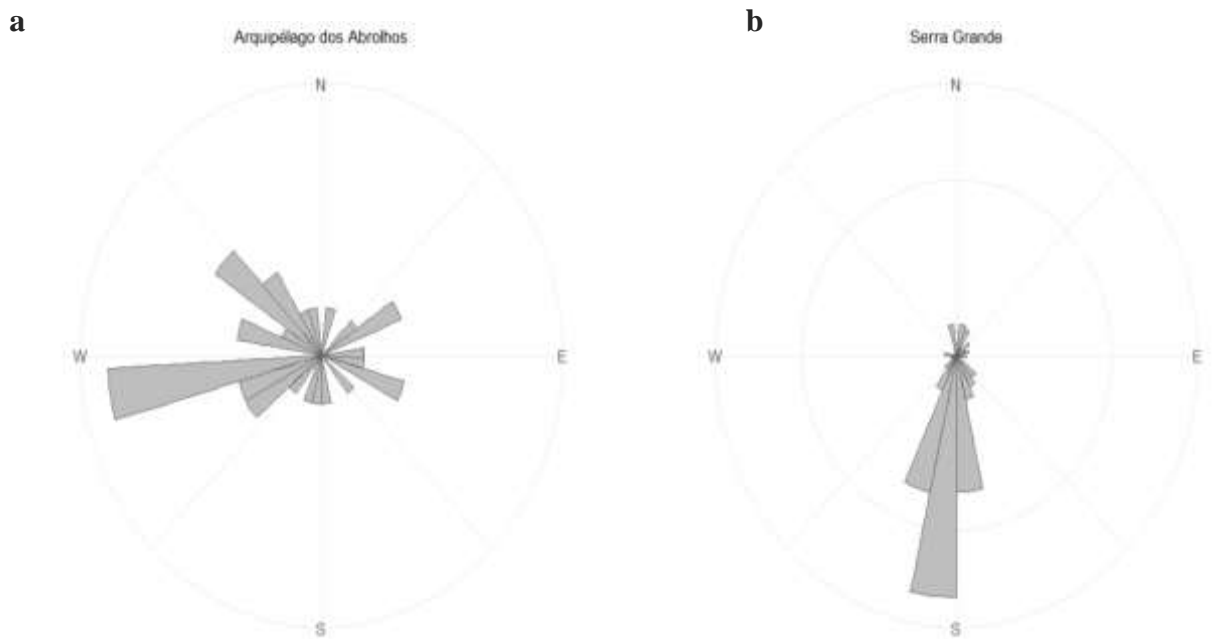


Figura 5: Frequências da direção (N: norte; E: leste; W: oeste e S: sul) seguida por grupos de baleias-jubarte rastreadas segundo observações grupo-focal realizadas a partir de pontos fixos no Arquipélago dos Abrolhos (Bahia, Brasil) (a) e em Serra Grande (Bahia, Brasil) (b).

2.4 DISCUSSÃO

Que seja de nosso conhecimento, este é o primeiro artigo que compara, em fina escala, os padrões de uso de habitat e de movimentação das baleias-jubarte que migram para a costa brasileira considerando características batimétricas e latitudinais diferentes.

O número de baleias-jubarte registradas por hora não aumentou de forma linear ao longo da temporada reprodutiva tanto no Arquipélago dos Abrolhos quanto em Serra Grande. Em ambas áreas do estudo, o período de maior abundância relativa das baleias

foi o mesmo (segunda quinzena de agosto à primeira quinzena de setembro) conforme já observado ao redor do Arquipélago dos Abrolhos (Morete et al., 2008), em Serra Grande (Gonçalves et al., 2018a). Assim, a pequena diferença latitudinal entre o Arquipélago dos Abrolhos e Serra Grande não influenciou no período de maior abundância das baleias.

No entanto, apesar do período de maior abundância não diferir, o pico da temporada no Arquipélago dos Abrolhos antecedeu em poucos dias o de Serra Grande. A localização mais ao norte faz com que as baleias cheguem na área de Serra Grande depois da chegada das baleias no Arquipélago dos Abrolhos. Diante disso, a localização latitudinal mais a norte de Serra Grande (14°S) e, conseqüentemente à maior distância da área de alimentação, pode explicar o pico da temporada reprodutiva ocorrer alguns dias depois que no Arquipélago dos Abrolhos (17°S). Devido a migração mais longa, elas necessitam antecipar o processo de retorno as áreas de alimentação e, desta maneira, o número de baleias avistadas após o pico de abundância diminui mais rapidamente que no Arquipélago dos Abrolhos. Desta forma, sugere-se que características latitudinais se relacionam ao tempo de permanência das baleias na área e ao número de baleias observadas ao longo da costa sul da Bahia.

No Arquipélago dos Abrolhos, mesmo que tenhamos observado uma flutuação interanual na abundância relativa das baleias-jubarte, o número de indivíduos que habitam a região tem aumentado gradualmente a cada temporada reprodutiva. Segundo Morete et al. (2008), essa flutuação pode decorrer de variações nas condições ambientais nas áreas de alimentação e/ou de mudanças espaço-temporais. Contudo, diante do aumento progressivo do número de baleias-jubarte registradas por ano na região de Serra Grande, acreditamos que tal flutuação deve-se principalmente à estabilização da capacidade suporte do Arquipélago dos Abrolhos e, conseqüentemente, as baleias

tendem a procurar áreas menos densas para se reproduzirem e parirem seus filhotes (Morete et al., 2008). Desta forma, o declínio acentuado no número de baleias adultas observado no Arquipélago dos Abrolhos em 2019 provavelmente deve-se à preferência por outras áreas ao longo da costa brasileira.

Nas duas áreas de estudo, o número de filhotes relacionou-se diretamente com o número de baleias adultas ao longo da temporada reprodutiva. O mesmo foi observado por Morete et al. (2003) para o Arquipélago dos Abrolhos, entre 1998 e 2000, e por Gonçalves et al. (2018a) em Serra Grande, durante 2014 e 2015. Foi observado que, apenas no Arquipélago dos Abrolhos, o número de filhotes acompanhou os padrões interanuais do número de baleias adultas, com picos em 2015 e 2018 e declínios em 2014 e 2019. Esse resultado corrobora o estudo de Morete (2007), o qual aponta que, no Banco dos Abrolhos, o número de filhotes atinge o pico a cada dois anos. (Morete, 2007). Em Serra Grande, mesmo com o aumento no número de filhotes, não observamos um aumento significativo interanual, assim como observou Gonçalves et al. (2018a) indicando que, possivelmente, a região passa por um processo lento e progressivo de reocupação. Por fim, a abundância relativa de adultos e filhotes significativamente maior no Arquipélago dos Abrolhos que em Serra Grande corrobora que o Banco dos Abrolhos é área de maior concentração da espécie no Brasil (Andriolo et al., 2006; Andriolo et al., 2010).

No Arquipélago dos Abrolhos e em Serra Grande encontramos duplas e indivíduos solitários mais frequentemente, assim como observou Martins et al. (2001) e Lunardi et al. (2008) no Banco dos Abrolhos, e Zerbini et al. (2004) na costa nordeste do Brasil. Em ambas áreas, grupos sem filhote apareceram em maior proporção que grupos com filhote, corroborando o padrão observado no Banco dos Abrolhos (Lunardi et al., 2008) e em latitudes mais baixas de ocorrência da espécie (Rossi-Santos et al.,

2008). Portanto, nossos dados evidenciam e corroboram uma caracterização social típica das baleias-jubartes na área no Banco dos Abrolhos e no nordeste da costa brasileira. Apesar da similaridade de frequência, grupos com filhote foram ligeiramente mais comuns no Arquipélago dos Abrolhos (23,27%) do que em Serra Grande (18,24%). Considerando que grupos de mães com filhote preferem áreas rasas, mesmo que pequena, esta diferença pode ter ocorrido porque a área amostrada ao redor do Arquipélago dos Abrolhos apresenta uma média de profundidade menor, comparada a Serra Grande. Entre 1998 e 2004, Morete et al. (2007) observou que aproximadamente 47,6% dos grupos ao redor do Arquipélago dos Abrolhos continham filhote, porém, observamos uma diminuição na frequência destes grupos ao redor do Arquipélago. Possivelmente, esta diminuição está relacionada a escolha de outras áreas de uso pelos grupos de fêmea com filhote. Além disso, observamos maior proporção de grupos múltiplos em Serra Grande, possivelmente porque no Arquipélago dos Abrolhos os machos preferem associar-se a grupos de fêmea com filhote, uma vez que estão espacialmente mais próximos devido à homogeneidade de profundidade (Morete et al., 2007). A aproximação de machos a duplas de fêmea com filhote ainda não é bem compreendida, entretanto sugere-se que a escolta se deve a procura por fêmeas que entram no estro pós-parto (Glockner-Ferrari & Ferrari, 1990).

Devido à extensa plataforma continental na qual o Arquipélago dos Abrolhos está inserido, já era esperado que os grupos de baleias-jubarte se encontrassem em profundidades significativamente menores que em Serra Grande. A composição dos grupos relacionou-se diretamente com a localização espacial onde se encontravam. Grupos com filhote ocuparam áreas significativamente mais rasas que grupos sem filhote em ambas áreas de estudo, corroborando outros estudos de distribuição e de uso de habitat das baleias-jubarte no Banco dos Abrolhos (Martins et al., 2001) e a nordeste

dele (Gonçalves et al., 2018a). Este padrão também foi observado em outras populações, como por exemplo na região do Canal de Saint Marie, Madagascar, em que os pesquisadores encontraram uma segregação espacial de grupos de mãe com filhote às regiões de profundidade menores e uma sobreposição dos grupos com e sem filhote nas faixas batimétricas intermediárias da região (Trudelle et al., 2018). Ao comparar o uso de habitat das baleias-jubarte em áreas com batimetrias contrastantes do Oceano Pacífico, Derville et al. (2018) encontraram uma segregação social dos grupos de fêmeas com filhote apenas na região da Lagoa Sul, cujas características batimétricas assemelham-se as da região do Arquipélago dos Abrolhos.

A região de Serra Grande apresenta um acentuado declive batimétrico e, diante disso, grupos de mães com filhote agrupam-se próximo à costa, onde as profundidades são menores. Assim, a probabilidade de presença/encontro deste tipo de grupo na área é maior, se comparado as demais composições de grupo. Desta maneira, a menor probabilidade de encontrar grupos de mães com filhote a partir do ponto fixo do Arquipélago dos Abrolhos comparando com Serra Grande deve-se, possivelmente, à baixa variação batimétrica do Banco dos Abrolhos. As condições de águas rasas e calmas estabelecidas por elas são encontradas ao longo de todo Banco dos Abrolhos e não apenas ao redor do Arquipélago. Nossos dados apontam que, a partir do ponto fixo do Arquipélago dos Abrolhos, a probabilidade de observar um grupo de baleia-jubarte é diluída igualmente entre todas as categorias de composição de grupo, enquanto que, a partir do ponto fixo de Serra Grande, a probabilidade de observarmos mães com filhotes mais perto da costa é superior, devido à concentração de grupos desta categoria em menores profundidades.

Ressalta-se que a faixa batimétrica abrangida na área amostrada ao redor do Arquipélago dos Abrolhos não descreve toda variação batimétrica do Banco dos

Abrolhos. No entanto, o padrão de distribuição dos grupos que encontramos ao redor do Arquipélago reflete o padrão de distribuição dos grupos de baleias-jubarte ao longo de todo Banco dos Abrolhos conforme observado por Martins et al, (2001) a partir de pesquisas embarcadas realizadas por toda área do Banco. Adverso a isto, a estreita plataforma continental na região de Serra Grande proporciona que toda variação batimétrica da área seja observada a partir do ponto fixo e, desta forma, nossos dados sugerem que as diferentes proporções de grupo e a segregação espacial por mães e filhotes à regiões mais rasas descreva o padrão de distribuição das baleias nesta região. Assim, nossos dados acrescentam evidências de um padrão batimétrico universal desses tipos de grupo, e reforçam a ideia que as baleias usam o habitat que tem as condições de profundidade adequadas na costa brasileira e em outras áreas de reprodução da espécie.

Baleias-jubarte alteram seus movimentos de acordo com o tamanho do grupo (Tyack & Whitehead, 1983), a presença de filhotes e de escortes (Bisi, 2006; Félix & Botero-Acosta, 2011; Gonçalves et al., 2018b; Kennedy et al., 2014), os estados comportamentais (Dalla Rosa et al., 2008), a escolha de rotas migratórias (Riekkola et al., 2020) e as características ambientais (Findlay et al., 2011; Kavanagh et al., 2016; Trudelle et al., 2016) e sociais (Noad & Cato, 2007). Avaliamos como diferenças batimétricas e latitudinais podem influenciar os padrões de movimentação dos grupos de baleias-jubarte durante o período de reprodução, e observamos que as velocidades líquida e de pernada dos grupos no Arquipélago dos Abrolhos foram similares daquelas dos grupos em Serra Grande. Os valores de velocidade líquida e de pernada aproximaram-se da velocidade máxima encontrada por Bisi (2006) para os grupos de mãe com filhote que cercavam o Arquipélago dos Abrolhos e assemelham-se às

velocidades dos grupos nos corredores migratórios da costa africana (Barendse et al., 2010) e australiana (Burns, 2010; Chittleborough, 1953).

As baleias moveram-se mais rapidamente nas duas áreas amostradas que em outras áreas reprodutivas da espécie, como Havaí (Glockner & Venus, 1983), México (Lagerquist et al., 2008) e África do Sul (Barendse et al., 2010). A velocidade da corrente local, em Serra Grande, pode atingir 3,6 km/h (Bamin, 2011), o que, segundo Gonçalves et al. (2018b), pode explicar os valores mais altos de velocidade dos grupos, cuja área assemelha-se a de oceano aberto. Entretanto, as regiões do Banco dos Abrolhos e de Serra Grande estão sobre influência da Corrente do Brasil, na direção norte-sul (Leão & Kikuchi, 2001), onde a média da velocidade na superfície é de aproximadamente 0,69 km/h. (Leão, 1999). Desta forma, apesar da distinção batimétrica e latitudinal do Arquipélago dos Abrolhos e Serra Grande, diferenças significativas nos valores de velocidade líquida e de pernada não foram encontradas entre as duas áreas de estudo, de forma que, assim como sugeriu Dalla Rosa et al. (2008), as velocidades dos grupos podem estar associado a padrões individuais. Os valores de linearidade encontrados nos grupos não diferiram significativamente entre as áreas. A linearidade das baleias indica que os indivíduos apresentam movimentos erráticos em ambas áreas de reprodução da espécie (Barendse et al. 2010) e sugere que as baleias exploram e movimentam-se similarmente em ambas áreas do estudo. Os valores de linearidade encontrados assemelham-se a dos grupos diante da presença de embarcações ao redor das ilhas reprodutivas ao sul do Oceano Pacífico (Schaffar et al., 2009) e, neste caso, podem estar associadas aos comportamentos reprodutivos da espécie neste período. Contrário à isto, as taxas de reorientação diferiram significativamente entre as áreas do estudo. As baleias apresentam maiores taxas de reorientação em Serra Grande ($25,51 \pm 50,56^\circ/\text{min}$) do que no Arquipélago dos Abrolhos ($10,11 \pm 6,12^\circ/\text{min}$) e em outras

áreas com águas mais calmas, como na Nova Caledônia, cuja taxa média de reorientação dos grupos é $11,09 \pm 10,69$ °/min (Schaffar et al., 2009). Mesmo que a linearidade dos grupos tenha sido semelhante entre as duas áreas de estudo, a taxa de reorientação mais alta em Serra Grande parece ser provocada pela grande variação batimétrica desta área, de forma que as baleias buscam ativamente por profundidades menores e mais benéficas para o uso de habitat reprodutivo na região. Além disso, a área de uso em Serra Grande é estreita, limitada a leste por águas profundas e a oeste por águas rasas e, diante disto, a reorientação maior é necessária para que os indivíduos não saiam da profundidade adequada.

No Arquipélago dos Abrolhos, as baleias moveram-se sem preferência a uma determinada direção, enquanto a maioria dos grupos apresentaram movimentos direcionados a sul em Serra Grande. A rota migratória das baleias na Austrália Ocidental foi sugerida como os indivíduos utilizando águas mais distantes da costa durante a migração para as áreas de reprodução e águas mais costeiras na viagem de retorno as áreas de alimentação (Jenner et al., 2001). Além disso, segundo Gonçalves et al. (2018b), as baleias-jubarte podem utilizar a bifurcação da corrente equatorial para migrar mais próximo à costa brasileira. Desta forma, a limitação geográfica da área a partir do ponto fixo em terra em Serra Grande, pode ter influenciado na observação dos grupos que possivelmente deslocaram-se para norte usando águas mais distantes da costa e fora da nossa área de monitoramento (Gonçalves et al., 2018a). Com a predominância da Corrente do Brasil no sentido sul a partir do período de maior abundância (Rezende et al., 2011), em Serra Grande as baleias podem se beneficiar desta corrente para economizar o gasto energético durante o retorno às áreas de alimentação, conforme sugeriu anteriormente Gonçalves, et al. (2018b).

Em conclusão, ao passo que o Arquipélago dos Abrolhos apresenta taxas de flutuação na abundância relativa das baleias, Serra Grande apresenta aumento gradual a cada temporada reprodutiva. A diferença no pico de abundância entre as áreas deriva-se da diferença latitudinal entre elas. A localização mais ao norte de Serra Grande e consequente maior distância da área de alimentação possivelmente explica Serra Grande alcançar o pico das baleias poucos dias após o Arquipélago dos Abrolhos. Apesar da divergência no número de baleias entre as áreas, semelhanças nas frequências relativas das proporções de grupos com e sem filhote reforçam a ideia de que Serra Grande é uma área de reocupação e que oferece as condições que as fêmeas buscam para parir e criar seus filhotes na costa sul da Bahia. Apesar de Castro et al. (2014) terem encontrado um padrão de movimento compatível com animais em deslocamento na região de Serra Grande, a similaridade nos valores de velocidade e linearidade com o Arquipélago dos Abrolhos indica que embora Serra Grande seja usada como corredor migratório, as baleias-jubartes também utilizam da área para desenvolver suas atividades reprodutivas. Os pesquisadores monitoraram as baleias-jubarte a partir de transmissores por satélite entre 2003 e 2009 (Castro et al., 2014). Assim, esta diferença no modo de uso da área de Serra Grande pelas baleias pode se dever à variação na escala espacial abordada entre os estudos e ao aumento populacional observado nos últimos anos, que pode levar a alterações dos padrões de comportamento. Estudos a fina escala proporcionam uma maior precisão dos movimentos e, com o número de baleias aumentando na costa brasileira, possivelmente áreas que antes eram usadas apenas para deslocamento podem se tornar áreas com um maior uso para fins reprodutivos como já verificado por Gonçalves et al. (2018 a, b). A variação batimétrica influenciou significativamente a distribuição das baleias em ambas áreas do estudo, e as probabilidades de encontro demonstraram que, devido ao forte declive batimétrico da região, os grupos de fêmea

com filhote agregam-se mais fortemente em frente ao ponto fixo de Serra Grande que ao redor do Arquipélago dos Abrolhos. Movimentos direcionais a sul em Serra Grande, reforçam a ideia que as baleias utilizam as correntes costeiras no retorno as áreas de alimentação, no entanto os movimentos direcionados as áreas de reprodução e alimentação - norte e sul, respectivamente - possivelmente não foram observados em maior frequência no entorno do Arquipélago dos Abrolhos porque foram realizados em locais mais distantes e fora da nossa área de monitoramento. Mackintosh (1965) levantou a hipótese que as baleias migram por áreas oceânicas para áreas de alimentação e que, posteriormente, Zerbini et al. (2006) vinha a confirmar considerando a rota migratória das jubartes para o Brasil.

Estudos sobre o uso de habitat e os padrões de movimentação das baleias-jubarte como os apresentados aqui, podem auxiliar no gerenciamento de áreas que estão sob impacto antrópico, na criação de áreas protegidas e na identificação de possíveis novas áreas para atividades regulamentadas de observação de baleias. Nossos dados demonstraram que as baleias-jubarte necessitam de condições específicas para o uso da área e, diante do atual processo de reocupação na costa brasileira, regiões que possuam tais condições adequadas tornam-se potenciais áreas de uso da espécie. Assim, sugerimos que estudos similares sejam replicados para outras áreas de ocorrência da espécie no Brasil, a fim de avaliar se os padrões que encontramos são recorrentes em locais que compartilham das mesmas características batimétricas em diferentes latitudes.

2.5 LITERATURA CITADA

Andriolo, A., Martins, C.C.A., Engel, M.H., et al. (2006). 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* 8: 307-311.

Andriolo, A., Kinas, P.G., Engel, M.H., Martins, C.C.A.AM and Rufino, A.M. (2010). Humpback whales within the Brazilian breeding ground: distribution and population size estimate. *Endanger. Species Res.* 11: 233–243.

Bailey, H., & Lusseau, D. (2004). Increasing the precision of theodolite tracking: modified technique to calculate the altitude of land-based observations sites. *Marine Mammal Science*. 20(4): 880–885.

Baker, C.S., & Herman, L.M. (1981) Migration and local movement of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) through Hawaiian waters. *Canadian Journal of Zoology* 59, 460–469.

Baker, C.S., & Herman, L.M. (1989). Behavioural responses of summering humpback whales to vessel traffic. Experimental and opportunistic observations. NPS-NR-TRS-89-01. Report from Kewalo Basin Marine Mammal Laboratory, Honolulu, for the US National Park Service, Anchorage, AK. 59 p.

Barendse, J., Best, P.B., Thornton, M., Pomilla, C., Carvalho, I., & Rosenbaum, H.C. (2010) Migration redefined? Seasonality, movements and group composition of humpback whales *Megaptera novaeangliae* off the west coast of South Africa. *African Journal of Marine Science* 32: 1–22.

Burns, D. (2010). Population characteristics and migratory movements of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) identified on their southern migration past Ballina, eastern Australia. Phd Thesis, Southern Cross University, Lismore. 248 pp.

Burt, W.H. (1943). Territoriality and Home Range Concepts as Applied to Mammals. *Journal of Mammalogy* 24(3): 346-352.

Cabral, A.P., Baptista, M.C., Hargreaves, F., Gherardi, D.F.M., & Mano, M. (2001). Caracterização de feições oceanográficas e sedimentares na região dos bancos Royal Charlotte e dos Abrolhos (BA, Brasil), através de dados SAR/ERS-1/2, AVHRR/NOAA, Difusômetro /ERS-2, Topex/Poseidon e TM/Landsat 5. Anais X SBSR, Foz do Iguaçu, 21-26 abril 2001, INPE, pages 769-776, Sessão Técnica Oral-Workshops.

Castro, F.R. et al. (2014) Are marine protected areas and priority areas for conservation representative of humpback whale breeding habitats in the western South Atlantic? *Biological Conservation* 179,106–114

Childs, C. (2004). Interpolating surfaces in arcgis spatial analyst. ESRI Education Service.

CHM (2011–2015) Catálogo de cartas e publicações. 12001/2105001. XX pp. Niterói, Diretoria de Hidrografia e Navegação, Centro de Hidrografia da Marinha.

- Chittleborough, R.G. (1953). Aerial observations on the Humpback whale, *Megaptera nodosa* (Bonaterre), with notes on other species. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 4(2):219-227.
- 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., Young, SB and Brownell, JR. (1999). Baleen whales: conservation issues and status of the most endangered populations. *Mammal Review*, 29(1): 35-60.
- Clapham, P.J. (2000). The Humpback Whale: Seasonal Feeding and Breeding in a Baleen Whale. Pages 173-196 in Mann, J. Et al., eds. *Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Clapham, P.J., & Baker, C.S. (2009). Modern whaling. Pages 1239-1243 in Perrin WF, Würsig B and Thewissen JGM, eds. *Encyclopedia of Marine Mammals*. 2nd ed. Elsevier, Burlington, New York and San Diego, USA.
- Craig, A. S., Herman, L. M., Gabriele, C.M., & Pack, A.A. (2003). Migratory timing of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Central North Pacific varies with age, sex and reproductive status. *Behaviour* 140: 981–1001.
- Cunha, T.J, Güth, A.Z., S Bromberg, S., & Sumida, P.Y.G. (2013). Macrofauna associated with the brown algae *Dictyota* spp. (Phaeophyceae, Dictyotaceae) in the Sebastião Gomes Reef and Abrolhos Archipelago, Bahia, Brazil. *Continental Shelf Research* 70: 140-149.
- Dawbin, W.H. (1966). The seasonal migratory cycle of humpback whales. In: Norris KS (ed.) *Whales, dolphins and porpoises*. Berkeley, Los Angeles: University of California Press. Pp 145–170.
- Dawbin, W.H. (1997). Temporal segregation of humpback whales during migration in southern hemisphere waters. *Memoirs of the Queensland Museum* 42: 105–138
- Derville, S., Torres, L. G., & Garrigue, C. (2018). Social segregation of humpback whales in contrasted coastal and oceanic breeding habitats. *Journal of Mammalogy*, 99(1), 41–54.
- Ersts, P.J., & ROSENBAUM, H.C. (2003). Habitat preference reflects social organization of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on a wintering ground. *J. Zoo.* 260:337–345.
- Félix, F., Botero-Acosta, N. (2011). Distribution and behaviour of humpback whale mother–calf pairs during the breeding season off Ecuador. *Marine Ecology Progress Series* 426: 277–287
- Findlay, K.P., & Best, P.B. (1996). Estimates of the numbers of humpback whales observed migrating past Cape Vidal, South Africa, 1988-1991. *Mar. Mammal Sci.* 12(3):354-370.

- Findlay, KP, Best, P.B., & MA Meyer. (2011). Migrations of humpback whales past Cape Vidal, South Africa, and an estimate of the population increase rate (1988–2002). *Afr. J. Mar. Sci.* 33(3):375-392.
- Freire, A.F.M., & Dominguez, J.M.L. (2006). The holocene sequence of the central continental shelf of the State of Bahia, Brazil. *Boletim Geociências Petrobras* 14: 247-267.
- Gailey, G., & JG Ortega-Ortiz, J.G. (2002). A note on a computer-based system for theodolite tracking of cetaceans. *Journal of Cetacean Research and Management* 4:213–218.
- Gailey, G., B Würsig, B., & McDonald, T.L. (2007). Abundance, behavior, and movement patterns of western gray whales in relation to a 3-D seismic survey, Northeast Sakhalin Island, Russia. *Environ. Monit. Assess.* 134:75–91.
- Gambell, R. (1973). How whales survive. Pages 193-202 in N Calder, ed., *Nature in the Round*. Weidenfeld & Nicolson, London.
- Glockner-Ferrari, D.A., & Ferrari, M.J. (1990). Reproduction on the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) in Hawaiian waters, 1975–1988: the life history, reproductive rates and behavior of known individuals identified through surface and underwater photography. Report of the International Whaling Commission, Special Issue no. 12, 161–169
- Gonçalves, M.I.C. (2017). Uso de habitat, comportamento e emissões acústicas das baleias-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) na região de Serra Grande - Bahia. 126 p. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.
- Gonçalves, M.I.C., Sousa-Lima, R.S., Teixeira, N.N., Morete, M.E., Carvalho, G.H., Ferreira, H.M., & Baumgarten, J.E. (2018a). Low latitude habitat use patterns of a recovering population of humpback whales. *J. Mar. Biol. Assoc. UK.* 1-10.
- Go Gonçalves, M.I.C. Sousa-Lima, R.S., Teixeira, N.N., Morete, M.E., Carvalho, G.H., Danilewicz, D., & Baumgarten, J.E. (2018b). Movement patterns of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) reoccupying a Brazilian breeding ground. *Biota Neotropica.* 18(4):20180567.
- Guidino, C., Llapapasca, M.A., Silva, S., Alcorta, B. & Pacheco, A. S. (2014). Patterns of Spatial and Temporal Distribution of Humpback Whales at the Southern Limit of the Southeast Pacific Breeding Area. *Plos ONE.* 9(11): e112627.
- Honda, L.K. (2016). Ecologia do movimento de machos cantores de baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) no sitio reprodutivo de Abrolhos - BA. 62 pp. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

IWC. (2001). Annex G. Report of the sub-committee on the comprehensive assessment of whale stocks – in-depth assessments. *Journal of Cetacean Research and Management*, 3 (Suppl.): 177-208.

Jenner, K.C.S., Jenner, M.-N.M. & McCabe, K.A. (2001) Geographical and temporal movements of humpback whales in Western Australian waters. *APPEA* 41, 749–765.

Lagerquist, B.A., Mate, B.R., Ortega-Ortiz, J.G., Winsor, M., & Urbán-Ramirez, J. (2008). Migratory movements and surfacing rates of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) satellite tagged at Socorro Island, Mexico. *Marine Mammal Science* 24:815–830.

Leão, Z.M.A.N. (1999). Abrolhos - O complexo recifal mais extenso do Oceano Atlântico Sul. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E.T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. (Edit.) *Sítios Geológico*

Leão, Z.M.A.N. & Kikuchi, R.K.P. (2001). The Abrolhos Reefs of Brasil. Pages 83-96 in U Seeliger and B Kjerfve, eds. *Coastal marine ecosystems of Latin America, ecological studies*. Berlin: Springer-Verlag.

Leão, Z.M.A.N., Kikuchi, R.K.P., Testa, V. (2003). Corals and coral reefs of Brazil. In: CORTÉS, J. (Ed.). *Latin American Coral Reefs*. 1st Edition. Amsterdam: Elsevier Science. 9 – 52.

Lunardi, D.G., Engel, M.H. & Macedor, H.F. (2008) Behavior of humpback whales, *Megaptera novaeangliae* (Cetacea: Balaenopteridae): comparisons between two coastal areas of Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 25, 159–164

Mann, J. (1999). Behavioral sampling methods for cetaceans: a review and critique. *Marine Mammal Science* 15: 102-122.

Martin, P., Bateson, P. (1993) *Measuring Behaviour: An Introductory Guide*. Cambridge University Press. Cambridge, p. 222.

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

Monico, J.F.G. (2008). *Posicionamento pelo GNSS – descrição, fundamentos e aplicações*. São Paulo: UNESP.

Morete, M.E., Freitas, A.C.; Engel, M.H., Pace, R.M., & Clapham, P.J. (2003). A novel behavior observed in humpback whales on wintering grounds at Abrolhos Bank (Brazil). *Marine Mammal Science* 19: 694-707.

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

Morete, M. E. (2007). Caracterização temporal da estrutura de grupos e do comportamento de baleias jubarte (*Megaptera novaeangliae*) na área de reprodução o

da região do Arquipélago dos Abrolhos (Bahia, Brasil). Phd thesis, Universidade de São Paulo. 147pp

Morete, M.E., Bisi, T.L., & Rosso, S. (2007a). Temporal pattern of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) group structure around Abrolhos Archipelago breeding region, Bahia, Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 87: 87-92.

Morete, M.E., Bisi, T.L., & Rosso, S. (2007b). Mother and calf humpback whale responses to vessels around the Abrolhos Archipelago, Bahia, Brazil. *Journal of Cetacean Research and Management* 9: 241–248.

Morete, M.E., Bisi, T.L., Pace, R.M., & Rosso, S. (2008). Fluctuating abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in a calving ground off coastal Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 88: 1229-1235.

Morete, M.E., Abras, D., & Martins, C.C.A. (2017). Land-Based Studies of Aquatic Mammals in Latin America: Understanding Behavior for Conservation. Pages 77-112 in MR Rossi-Santos and CW Finkl, eds. *Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America. Technological Innovation and Conservation*: Springer 22.

Moura, J.F. et al. (2013). Humpback whales washed ashore in southeastern Brazil from 1981 to 2011: stranding patterns and microbial pathogens survey. *Biologia* 68(5): 992-999.

Muggeo, V.M.R. (2008). Segmented: An R Package to Fit Regression Models with brokenline Relationships. *R news* 8: 20-25.

NOAA, (2015). Status review of the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) under the endangered species act.

NOAA, (2016). Ocean products. Vol. 2016: Office of satellite and product operations.

Oña, J., Garland, E.C., Denkinger, J. (2017). Southeastern Pacific humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) and their breeding grounds: distribution and habitat preference of singers and social groups off the coast of Ecuador. *Marine Mammal Science* 33: 219–235.

Palazzo, M., Palazzo JR., J.T. (1989). S.O.S. Baleias: A história do maior movimento de defesa ambiental de todos os tempos. Porto Alegre: Armazém Digital.

Pavanato, H.J., Wedekin, L.L., Guilherme-Silveira, F.R., Engel, M.H., & Kinas, P.G. (2017). Estimating humpback whale abundance using hierarchical distance sampling. *Ecological Modelling* 358: 10-18.

Payne, R. (1986). Long term behavioral studies of the Southern Right Whale (*Eubalaena australis*). Report of the international whaling commission, Special Issue 10: 161-167.

Prates, A.P.L., Gonçalves, M.A., & Rosa, M.R. (2012). Panorama da Conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil. Brasília: MMA.

Reilly, S.B., et al. (2008). *Megaptera novaeangliae*. The IUCN Red List Of Threatened Species 2008: e.T13006A3405371.

Rezende, L.F., Silva, P.A., Cirano, M., Peliz, A. & Dubert, J. (2011). Mean Circulation, Seasonal Cycle, and Eddy Interactions in the Eastern Brazilian Margin, a Nested ROMS Model. *J. Coastal Res.* 27(2):329–347.

Riekkola, L., Andrews-Goff, V., Friedlaender, A., Zerbini, A. N., & Constantine, R. (2020). Longer migration not necessarily the costliest strategy for migrating humpback whales. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*

Rossi-Santos, M.R., Neto, E.S., Baracho, C.G., Marcovaldi, S.C.E., & Engel, M.H. (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. (2015). Oil Industry and Noise Pollution in the Humpback Whale (*Megaptera novaeangliae*) Soundscape Ecology of the Southwestern Atlantic Breeding Ground. *Journal of Coastal Research* 299:184–195. Doi:10.2112/jcoastres-d-13-00195.1

Scheidat, M., Castro, C., Gonzalez, J., & Willians, R. (2004). Behavioral responses of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) to whalewatching boats near Isla de La Plata, Machalilla National Park, Ecuador. *Journal of Cetacean Research and Management* 6: 63–68.

Schaffar, A., Madon, B., Garrigue, C., & Constantine, R. (2009). Avoidance of whale watching boats by humpback whales in their main breeding ground in New Caledonia.

Silva, A.S., Leão, Z.M.A.N., Kikuchi, R.K.P., AB Costa, A.B., & Souza, J.R.B. (2013). Sedimentation in the coastal reefs of Abrolhos over the last decades. *Continental Shelf Research* 70: 159–167.

Smultea, M.A., & Würsig, B. (1995). Behavioral reactions of bottlenose dolphins to the Mega Borg oil spill, Gulf of Mexico 1990. *Aquat. Mamm.* 25(3): 171–181.

Teixeira, C.E.P., Lessa, G.C., Cirano, M., & Lentini, C.A.D. (2013). The inner shelf circulation on the Abrolhos Bank, 18°S, Brazil. *Continental Shelf Research* 70: 13–26.

Trudelle, L., Cerchio, S., Zerbini, A.N., Geyer, Y., Mayer, F., Jung, J., Hervé, M., Pous, S., Sallés, J., Rosenbaum, H.C., Adam, O. & Charrassin, J. (2016). Influence of environmental parameters on movements and habitat utilization of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Madagascar breeding ground. *Roy. Soc. Open Sci* 3:160616.

Trudelle, L., Charrassin, J.-B., Saloma, A., Pous, S., Kretzschmar, A., & Adam, O. (2018). First insights on spatial and temporal distribution patterns of humpback whales

in the breeding ground at Sainte Marie Channel, Madagascar. *African Journal of Marine Science*, 40(1), 75–86.

Vanicek, P., & Krakiwsky, E.J. (1996). *Geodesy: the concepts*, 2nd ed. Amsterdam: Elsevier.

Zerbini, A.N. et al. (2004). Winter distribution and abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) of Northeastern Brazil. *Journal of Cetacean Research Management* 6: 101-107.

Zerbini, A.N. et al. (2006). Satellite-monitored movements of humpback whales *Megaptera novaeangliae* in the Southwest Atlantic Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 313: 295-304.

Zerbini, A.N., PJ Clapham, P.J., & Wade, P.R. (2010). Assessing plausible rates of population growth in humpback whales from life-history data. *Marine Biology* 157: 1432-1793.

Zerbini, A.N. et al. (2011). A Bayesian assessment of the conservation status of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the western South Atlantic Ocean (Breeding Stock). **J.Cetacean Res.Manage. (spcial issue 3)**, p. 131-144.

Zerbini, A.N., G Adams, G., Best, J., Chapham, P.H., Jackson, J.A & Punt, A.E. (2019). Assessing the recovery of na Antarctic predator from historical exploitation. *R. Soc. Open sci.* 6: 190-368.

Zerbini, A.N., & Kotas, J.E. (1998). A note on cetacean bycatch in pelagic driftnets off Southern Brazil. *Rep. Int. Whal. Commn.* 48: 519-24.

Winn, H.E., & Reichley, N.E. (1985). Humpback whale - *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 17819). Pages 241-273 in SH Ridgway and R Harrison, eds. *Hanbbook of Marine Mammals*. V. 3. The Sinenians and Baleen Whales. Academic Press, London and Orlando.

Williams, R., Trites, A.W., & Bain, D.E. (2002). Behavioural responses of killer whales (*Orcinus orca*) to whale-watching boats: opportunistic observations and experimental approaches. *J. Zool.* 256: 255-270.

Whitehead, H. & Moore, M.J. (1982). Distribution and movements of West Indian humpback whales in winter. *Canadian Journal of Zoology* 60: 2203-2211.

Whitehead, H. (1983). Structure and stability of humpback whale groups off Newfoundland. *Canadian Journal of Zoology* 61: 1391-1391.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos sobre o uso de habitat e os padrões de movimentação são indispensáveis para o gerenciamento das áreas e manejos conservacionistas para a espécie, em especial onde há sobreposição espacial dos animais com tráfego de embarcações. Além disso, é importante compreender os padrões de uso de habitat das baleias-jubarte antes da introdução de atividades que possam influenciar e alterar estes padrões (SMULTEA, 1994). Uma vez que apenas a presença do observador pode introduzir um viés sutil mesmo quando os animais parecem estar bem habituados (MARTIN & BATESON, 1993), monitoramentos a partir pontos fixos em terra são adequados para avaliar padrões de uso de habitat e de movimentação a fina escala, pois não interferem no comportamento natural dos indivíduos (MORETE, ABRAS & MARTINS, 2017).

Apesar de estudos anteriores terem fornecido importantes informações sobre a abundância e os padrões de uso de habitat das baleias-jubarte em ambas áreas de estudo, nosso trabalho visa comparar e compreender como as características batimétricas e latitudinais influenciam no modo de vida das baleias-jubarte que habitam a costa sul baiana durante o período de reprodução. Além disso, enquanto o estudo dos padrões de movimento das baleias-jubarte na costa brasileira é escasso e colabora no entendimento do uso de habitat reprodutivo da espécie, o estudo atualizado do uso de habitat contribui para o gerenciamento efetivo de medidas mitigatórias para a conservação da espécie, como no manejo de um turismo sustentável de observação de baleias ao redor do Arquipélago dos Abrolhos e na possível implementação dessas atividades turísticas na região de Serra Grande. Somado a isso, é importante ressaltar que futuras implementações portuárias na região de Serra Grande podem ameaçar os grupos de baleias-jubarte que usam da área e, diante disso, esperamos que nossos dados auxiliem na formulação de medidas protetivas da espécie na região.

Por fim, espera-se que os padrões de abundância, distribuição e movimentação apresentados aqui auxiliem na compreensão de como diferenças latitudinais e batimétricas influenciam no uso de habitat reprodutivo das baleias-jubarte. Nossos dados demonstraram que características batimétricas podem influenciar nos padrões de movimento das baleias e, que diante do atual processo de reocupação, regiões que possuam condições adequadas para as baleias tornam-se potenciais áreas de uso da espécie na costa brasileira. Por fim, sugerimos que este tipo de trabalho comparativo se replique em outras áreas de ocorrência da espécie no Brasil para, futuramente, entendermos como as baleias-jubarte usam e movimentam-se em toda área de uso reprodutivo brasileira.