



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

INSTITUTO DE BIOLOGIA

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

COMPORTAMENTOS AÉREOS PERCUSSIVOS DE BALEIAS-JUBARTE
(*Megaptera novaeangliae*) EM UMA ÁREA DO SUL DA BAHIA, BRASIL

por

FERNANDA CORREIA SILVA ROCHINSKI

TCC apresentado ao Instituto de Biologia da Universidade
Federal da Bahia como exigência para obtenção do grau de
Bacharel em Ciências Biológicas

Salvador, BA

2021

Data da Defesa: 02/12/2021

Banca examinadora:

Maria Isabel Carvalho Gonçalves
Parque Científico e Tecnológico do Sul da Bahia
(Orientadora)

Liliane Ferreira Lodi
Faculdade Maria Thereza

Yvonnick Le Pendu
Universidade Estadual de Santa Cruz

Resumo

As baleias-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) são um dos mysticetos mais ativos na superfície. Seu repertório de comportamentos aéreos percussivos é complexo embora suas possíveis funções permaneçam especulativas. Assim, o objetivo geral desse estudo foi analisar a ocorrência dos comportamentos aéreos percussivos das baleias-jubarte, na região de Serra Grande, no litoral sul da Bahia, Brasil, ao longo de cinco temporadas reprodutivas, nos anos de 2014, 2015, 2018, 2019 e 2020. Cinco comportamentos aéreos percussivos foram estudados e registrados a partir de um ponto fixo: salto, batida de cabeça, salto de caudal, batida de peitoral e batida de caudal. A taxa de comportamento aéreo percussivo exibida por 115 grupos de baleias-jubarte foi avaliada de acordo com o período da temporada, o ano, composição de grupos e estado do mar (medido na escala Beaufort). Não foi encontrada diferenças significativas nas taxas entre os períodos da temporada. Porém, existe uma tendência de relação inversa entre a taxa de comportamentos aéreos percussivos e a abundância de baleias-jubarte. A taxa de comportamento de batida de caudal mostrou diferenças significativas com o estado do mar, em que as maiores médias da taxa deste comportamento aconteceram durante Beaufort 3 e 4, quando ocorre maior perturbação sonora no ambiente, o que levaria as baleias-jubarte a usarem deste comportamento como forma de comunicação. Neste estudo, a composição do grupo teve um papel importante na taxa de comportamentos aéreos percussivos, em que grupos formados por indivíduos solitários apresentaram a maior taxa de comportamentos aéreos percussivos, podendo-se inferir que utilizem de tais comportamentos para se comunicar com outros grupos da área. Os grupos de fêmeas com filhotes apresentaram a segunda maior taxa de comportamentos aéreos percussivos, mostrando que na região de Serra Grande estes grupos permanecem ativos, além de descansar e amamentar. Todos os cinco tipos de comportamentos aéreos percussivos analisados foram registrados em todos os diferentes tipos de composição de grupo o que pode indicar funções diferentes dependendo da composição do grupo. Os resultados desse estudo corroboram com informações da literatura que os comportamentos aéreos percussivos são parte essencial do repertório de comunicação entre grupos e dentro de grupos das baleias-jubarte.

Palavras-chave: Cetáceos, comunicação acústica, comportamento, estratégias sociais.

Abstract

Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) are one of the most surface-active mysticetes. Their repertoire of percussive aerial behaviors is complex although its possible functions remain speculative. Therefore, the general aim of this study was to analyze the occurrence of percussive aerial behavior of humpback whales, in the Serra Grande region, on the south coast of Bahia, Brazil, over five reproductive seasons, 2014, 2015, 2018, 2019 and 2020. Five percussive aerial behaviors were studied and recorded from a land-based station: breaching, head lunging, tail slashing, pectoral slapping and fluke slapping. The percussive aerial behavior rate exhibited by 115 whale groups was evaluated according to period of the season, year, group composition and sea state (measured on the Beaufort scale). No significant differences were found in percussive aerial behavior rates between periods of the seasons. However, there is a tendency for an inverse relation between rate of percussive aerial behavior and relative abundance of humpback whales. Fluke slapping behavior rate showed significant differences with sea state, the rate with the highest mean of this behavior occurred during Beaufort 3 and 4, when there would be greater background noise, leading humpback whales to use this behavior as a form of communication. In this study, group composition played an important role in the rate of humpback whale percussive aerial behavior, groups composed of singletons had the highest rate of percussive aerial behavior, and so, it can be inferred that they are using such behavior to communicate with other groups in the area. Groups of females with calves had the second highest rate of percussive aerial behavior, showing that in the Serra Grande region these groups remain active, in addition to resting and nursing. All five types of percussive aerial behavior analyzed were recorded in all different types of group composition, which may indicate different functions depending on the composition of the group. The results of this study agree with information from literature which states that percussive aerial behaviors are an essential part of the communication repertoire between groups and within groups of humpback whales.

Keywords: Cetaceans, acoustic communication, behavior, social strategies.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço à minha família que me apoiou durante esta jornada que foi minha segunda graduação.

À minha orientadora, Maria Isabel Gonçalves, agradeço por todo apoio fornecido. Em me convidar para participar do monitoramento de ponto fixo em Serra Grande e confiar em mim com os dados do Projeto Baleias na Serra. Por estar sempre disposta a ouvir e pela confiança em mim na realização deste trabalho.

Ao meu coorientador, Júlio Baumgarten, por me dar esta oportunidade de concluir meu curso estudando as baleias-jubarte.

Agradeço a todos os envolvidos na execução do Projeto Baleias na Serra: Ao Giulio Lombardi, por ter disponibilizado o espaço para o ponto fixo e ao Davi Santiago, Sr. Nelson Cangirana e Sr. Raimundo Gomes por todo auxílio dado durante esses anos. Ao professor Niel Teixeira pela colaboração no ponto fixo.

Ao pessoal do ponto fixo, meu muito obrigada pela contribuição na coleta dos dados visuais: Andrea Tribulado, Bianca Righi, Erik Tedesco, Érica Lopes, Evelyn Froés, Fernanda Tonolli, Juliede Nonato, Luana Pini, Marcela Marega, Mariana Campelo, Naiane Silva, Rayane Tomaselli, Stella Tomás, Tamires Fernandes, Winnie Silva.

Aos suportes financeiros que tornaram possível a realização deste trabalho: Arim Componentes, CAPES, FAPESB, UESC, Viva Instituto Verde Azul, patrocinadores anônimos, Rufford Foundation e Cetacean Society International.

Aos colegas do Instituto de Biologia, à André, Ellen, Henrique, Kevin, Luise, Tainara, Wendel, e Rachid, que me ajudou demais com o programa R, e que caminharam comigo desde o início e me ajudaram até o último momento.

Quero agradecer a Universidade Federal da Bahia, que ao longo dessas duas graduações me formou como pessoa e cidadã, me apresentou a uma outra realidade e me ajudou a desenvolver um olhar crítico sobre a sociedade.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. OBJETIVOS	7
3. CAPÍTULO 1	10
4. CONCLUSÕES GERAIS	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
ANEXOS	47

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO: A COMUNICAÇÃO ACÚSTICA DA ORDEM CETARTIODACTYLA

A ordem Cetartiodactyla, de forma geral, apresenta comportamentos sociais complexos que estão relacionados às suas habilidades cognitivas de comunicação (WHITEHEAD, 2018; WHITEHEAD et. al, 2021). A comunicação intra e interespecífica se dá através da produção de um sinal, que pode ser feito por vários espécimes ou somente um indivíduo, que se propaga no ambiente, seja ele aquático, aéreo ou terrestre. O sinal enviado chega até um ou mais indivíduos, conhecidos como receptores, que como resposta, apresentam uma mudança em seu comportamento (KREBS e DAVIES, 1996). Este sinal pode ser enviado por meio visual, tátil, químico e auditivo (SEBEOK, 1965). O sinal acústico, é transmitido por ondas sonoras, possui grande potencial de propagação no meio e pode proporcionar uma comunicação mais abrangente em termos espaciais (GERHARD e HUBER, 2002). A sinalização acústica é significativamente mais eficaz do que a sinalização visual no ambiente marinho, porque o som é atenuado muito menos do que a luz (DUNLOP et. al, 2008). Através da comunicação acústica, o receptor pode obter informações como identidade, localização, tamanho corporal e estado sexual do emissor (GERHARD e HUBER, 2002).

Os cetáceos produzem sinais acústicos através de órgãos especializados e de comportamentos aéreos. Os sons produzidos por órgãos especializados são vastamente estudados (LAMMERS et al., 2006; DUNLOP et al., 2007; HERMAN, 2016; SOUSA-LIMA et al., 2018). Os mysticetos produzem sons de frequências mais baixas, entre 14 Hz e 5 kHz, que são os cantos e chamados (AU, 2000). Os cantos foram descritos primeiramente para baleia-jubarte, emitido pelos machos e associado ao comportamento reprodutivo e seleção sexual (PAYNE e MCVAY, 1971; SMITH et al., 2008). São emissões vocais longas e complexas, estruturadas hierarquicamente (PAYNE e MCVAY, 1971). O canto já foi identificado em outras espécies de mysticetos, como a baleia-fin (*Balaenoptera physalus*) (WATKINS et al., 1987; CROLL et al., 2002), a baleia-azul (*Balaenoptera musculus*) (CUMMINGS & THOMPSON, 1971; OLESON et al., 2007), a baleia-minke (*Balaenoptera oculatora*) (GEDAMKE et al., 2001), e a baleia-da-Groelândia (*Balaena mysticetus*) (TERVO et al., 2009). Os chamados são produzidos por

ambos os sexos, são sons isolados e de curta duração, e acontecem em contextos diferentes (WINN et al., 1979; MOBLEY et al., 1988; SHARPE et al., 1998). Suas categorias funcionais ainda são incertas devida a grande variedade de vocalizações entre indivíduos e entre espécies (WINN et al., 1979; CLARK 1983; MOBLEY et al., 1988; DUNLOP et al., 2007).

Os odontocetos usam uma faixa de frequência mais ampla, entre 5 kHz e 135 kHz (AU, 2000). Os sinais acústicos dos odontocetos são geralmente classificados em 3 categorias distintas: os cliques de ecolocalização, que funcionam como um sonar, obtendo informação a respeito do ambiente, os sons explosivos e os assobios que são usados em diversos contextos sociais (RICHARDSON et al., 1995; LAMMERS et al., 2006).

Numerosos estudos foram realizados sobre comunicação acústica vocal, no entanto, existem poucos estudos detalhados feitos sobre os sistemas de comunicação acústica não vocal em mysticetos (DUNLOP et al., 2008). Os sons não-vocais dos cetáceos são gerados através dos comportamentos aéreos (DUNLOP et al. 2008, 2010), que incluem ações exibidas pelos cetáceos de forma deliberada, além de nadar e respirar, em que ocorre o choque entre a superfície da água e as nadadeiras ou qualquer outra parte do corpo do animal (FÉLIX e BOTERO-ACOSTA, 2012). A comunicação não-vocal inclui o som produzido por qualquer parte do corpo ao bater na superfície da água, podendo ser o resultado de saltos, batidas de cabeça, ou peitoral (DUDZINSKI e GREGG, 2018).

A maioria dos cetáceos realiza comportamentos aéreos. O impacto de um salto, quando o corpo do animal entra em contato com a água, produz sons aéreos e subaquáticos que se propagam por vários quilômetros. Estes comportamentos podem ajudar os cetáceos a permanecerem em contato acústico (DUDZINSKI e GREGG, 2018). Os comportamentos de saltos e batida de caudal já foram identificados em cachalote (WATERS e WHITEHEAD, 1990), baleia-cinzenta (*Eschrichtius robustus*) (NORRIS et al., 1983), orca (BALCOMB et al., 1980), baleia-franca-do-sul (PAYNE, 1990), baleia-minke (EDDS e MACFARLANE, 1987), golfinho-rotador (NORRIS et al., 1994), boto-cinza (*Sotalia guianensis*) (ANDRADE et al., 1987), baleia-da-Groenlândia (WURSIG et al., 1989), entre outros. Os golfinhos-do-crepúsculo (*Lagenorhynchus obscurus*), por exemplo, são conhecidos por três tipos de salto que produzem em associação com três

estágios de alimentação cooperativa. Esses saltos produzem sons que funcionam para sinalizar os pares e podem atuar como uma “barreira” de som para desorientar a presa e mantê-la unida (WURSIG e WURSIG, 1980). O comportamento aéreo dos golfinhos-rotadores seria projetado para produzir sons, pois são comuns à noite, quando o contato visual é limitado, ou durante o dia, quando os indivíduos estão dispersos (DUDZINSKI e GREGG, 2018).

1.2. COMPORTAMENTOS AÉREOS DAS BALEIAS-JUBARTE

As baleias-jubarte são um dos misticetos mais ativos na superfície d'água. Seu repertório comportamental é extenso e inclui saltos, batidas de caudal, de cabeça e peitorais na superfície da água (WHITEHEAD, 1985; DEAKOS 2002). Estudos apontam que comportamentos aéreos percussivos sejam parte do repertório de comunicação desses animais, devido ao som audível criado a partir do impacto do corpo do animal na superfície da água (DEAKOS, 2002, DUNLOP et al., 2008). Uma série de funções para esses comportamentos têm sido hipotetizadas, como competição entre machos durante a formação de grupos competitivos (BAKER e HERHOMEM, 1984), acasalamento (CRAIG et al., 2002) sendo realizados por fêmeas ao serem abordadas por machos (WHITEHEAD, 1985). Esses comportamentos também são associados à resposta à irritação causada por lesões (WHITEHEAD, 1985), na remoção de ectoparasitas (FÉLIX et al., 2006), fortificação muscular (WHITEHEAD, 1985), taxa de desenvolvimento de mioglobina em indivíduos juvenis (CARTWRIGHT et al., 2016), na produção de som para comunicação ou contato visual (DUNLOP et al., 2008) ou como forma de brincadeira (WURSIG e WHITEHEAD, 2009).

Payne e McVay (1971) propuseram que os comportamentos aéreos percussivos desempenham um papel na manutenção do contato entre grupos e, posteriormente, Dunlop e colaboradores (2008) adicionaram que este papel também pode ocorrer na comunicação dentro dos grupos. Comportamentos aéreos percussivos também podem estar envolvidos na iniciação ou mediando interações sociais (DEAKOS, 2002, DUNLOP et al., 2008) como têm sido observados durante fusões e fissões de grupo (BAKER e HERMAN, 1984). Em um sentido mais geral, foi sugerido que os saltos podem acentuar outras formas de comunicação e é usado como um “ponto de exclamação físico”, como forma de chamar atenção (WHITEHEAD, 1985). É provável que batidas de caudal sejam um tipo de comportamento agonístico, apesar de não possuírem somente esta função.

Este tipo de comportamento aéreo percussivo produz som subaquático e aéreo extenso e de baixa frequência, e costuma ocorrer de forma sucessiva (DUDZINSKI e GREGG, 2018). A batida de caudal feita por baleias-jubarte também já foi observada em áreas de alimentação de uma população do Atlântico Norte (WEINRICH et al., 1992, ALLEN et al., 2013). Estudos relataram a transmissão cultural do comportamento de batida de caudal ao final do comportamento de alimentação, previamente conhecido, em que as baleias-jubartes formam redes de bolha para aprisionar suas presas (WEINRICH et al., 1992, ALLEN et al., 2013). Já as batidas de peitorais são observadas predominantemente em baleias-jubarte, embora outras baleias e alguns delfínídeos também exibam esse comportamento (DUDZINSKI e GREGG, 2018). A natureza comunicativa exata da batida de peitoral não é clara, embora possa sinalizar frustração ou irritação, manter o espaçamento individual ou servir para convidar a brincadeiras ou socialização (DUDZINSKI e GREGG, 2018). No entanto, esses comportamentos ocorrem em uma variedade de condições sociais e ambientais, tornando difícil determinar suas funções específicas. Além disso, os comportamentos aéreos percussivos são realizados por baleias-jubarte de ambos os sexos e em muitos contextos sociais diferentes e, como resultado, provavelmente têm várias funções, pelo menos nas áreas de reprodução (WHITEHEAD, 1985).

Segundo Dunlop et al. (2010), as baleias-jubarte mudam gradualmente da comunicação primariamente vocal para a comunicação não vocal, gerada por comportamentos aéreos percussivos, à medida que a velocidade do vento e os níveis de ruído de fundo aumentam, embora possam manter ambos os tipos de sinal em seu repertório. Os sinais vocais têm a vantagem de ter um conteúdo de informações mais alto, mas podem ter a desvantagem de perder essas informações em um ambiente com muito ruído. Sons gerados na superfície têm energia distribuída em uma faixa de frequência maior e podem ser menos propensos a se confundir em períodos de alto ruído gerado pelo vento, mas têm menos conteúdo de informação quando comparados aos sons vocais. Portanto, os sons gerados através de comportamentos aéreos percussivos podem melhorar a detecção ou aumentar a percepção dos sinais vocais em um ambiente ruidoso.

Comportamentos aéreos percussivos são regularmente observados durante a migração para a área de reprodução. De modo geral, as baleias-jubarte jejuam durante

este período, embora haja evidências de que os indivíduos de algumas populações podem se alimentar de forma oportunística (STAMATION et al. 2007, DANILEWICZ et al., 2009; OWEN et al. 2016). Os comportamentos aéreos percussivos são altamente enérgicos e ocorrem durante todo o período reprodutivo, o que requer quantidades consideráveis de energia (WHITEHEAD, 1985). Assim, o fato de serem realizados extensivamente durante o período migratório, quando se espera que os animais conservem suas energias, sugere que podem desempenhar um papel importante no repertório de comunicação das baleias-jubarte (KAVANAGH, 2016).

1.3. O PADRÃO MIGRATÓRIO DAS BALEIAS-JUBARTE

A baleia-jubarte pertence à família Balaenopteridae, composta por nove espécies de mysticetos divididos em dois gêneros (FORDYCE, 2018). Globalmente, a espécie foi classificada como menos preocupante pela Lista Vermelha de espécies ameaçadas da IUCN (IUCN, 2013). Todas as populações conhecidas de baleias-jubarte, com exceção da população ameaçada do Mar da Arábia (MINTON et al., 2008), realizam longas migrações sazonais. Elas passam os verões se alimentando em águas frias e produtivas em latitudes elevadas e invernos em áreas tropicais onde acasalam, dão à luz e amamentam seus filhotes. Alguns indivíduos viajam até 8.000 km entre seus locais de reprodução e alimentação (PALSBOLL et al., 1997). Atualmente, são reconhecidos sete estoques no hemisfério sul, que se alimentam ao redor da Antártica entre novembro e março. Elas migram em direção à área de reprodução, onde ficam durante os meses de julho e outubro (CLAPHAM, 2000). A população que migra para a costa brasileira pertence ao Estoque Reprodutivo A e se alimenta nas regiões das Ilhas Geórgia e Sanduiche do Sul, que fica aproximadamente a 4.000 km das áreas de reprodução (ZERBINI et al., 2006). Durante o período reprodutivo, elas podem ser encontradas ao longo da costa brasileira, com a maior concentração na região do Banco de Abrolhos, na Bahia (ANDRIOLO et al., 2006). A variação de densidade ao longo da costa é acompanhada de uma flutuação temporal. A partir do mês de julho, ocorre um aumento contínuo de abundância, com pico da estação reprodutiva entre os meses de agosto e setembro (MORETE et al., 2008). Passados esses meses, a quantidade de indivíduos começa a diminuir até o mês de novembro, período em que a população migra em direção a área de alimentação na Antártida (MORETE et al., 2008). Este padrão é encontrado no Banco de Abrolhos (MARTINS et al., 2001; MORETE et al., 2008) e em Serra Grande (GONÇALVES et al.,

2018b), área onde foi realizado o presente estudo, ambos localizados no Estado da Bahia.

1.4. SERRA GRANDE E A IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO DAS BALEIAS-JUBARTE DA REGIÃO

A região de Serra Grande, no Sul do estado da Bahia, faz parte da Área de Proteção Ambiental – APA Costa de Itacaré/Serra Grande (RAMOS et al., 2010) e apresenta a plataforma continental mais curta na costa brasileira (PRATES et al., 2012), possibilitando assim, a aproximação das baleias-jubarte à costa (ROSSI-SANTOS, 2012; GONÇALVES et al., 2018b) e o monitoramento e estudo desses animais a partir de um ponto fixo instalado em um local elevado perto da linha da costa (WÜRSIG et al., 1991). Pesquisas realizadas utilizando ponto fixo apresentam vários fatores positivos. São estudos não invasivos, e por isso não causam interferências no comportamento dos indivíduos monitorados, além disso, são relativamente baratos, e com logística simples (MORETE et al., 2017).

Serra Grande está localizada numa extensa área de exploração e produção de gás natural e petróleo, e a cerca de 23 km da área onde será construído o complexo Porto Sul (BAMIN, 2011). Devido à distribuição costeira das baleias-jubarte durante o período reprodutivo, atividades antrópicas podem causar impactos negativos, como o mascaramento acústico provocado pelo ruído antrópico no ambiente, ocasionado pelas atividades da indústria petrolífera, tráfego de embarcações e atividades de pesquisas sísmicas, por exemplo (ROSSI-SANTOS, 2015; DUARTE et al., 2021), que podem ocasionar mudanças de comportamento (ANDRIOLO et al., 2010) e até resultar no abandono de áreas de ocorrência (JONES e SWARTZ, 2009).

O ruído de fundo pode mascarar sinais relevantes para receptores em potencial e, por isso, é um condicionante importante para que se possa ocorrer uma detecção de sinal sonoro bem-sucedida (DUNLOP et al., 2010). Os animais desenvolveram várias estratégias para superar esse obstáculo: as baleias-franca-do-norte (*Eubalaena glacialis*) evitam o mascaramento do sinal acústico aumentando o número de notas por série de chamadas e podem mudar a faixa de frequência dos sinais acústicos (PARKS et al., 2007); já outras espécies evitam ativamente áreas com níveis de ruído de fundo particularmente altos (SCHAUB et al., 2008). Portanto, a flexibilidade comportamental e a

plasticidade vocal dos animais têm permitido lidar com as variações naturais do ambiente e de ruído de fundo. Outra forma de atenuar os efeitos do aumento do ruído de fundo é aprimorar esses sinais primários ou o comportamento de sinalização com sinais secundários. Para fazer isso, o animal requer dois sinais acústicos diferentes ou comportamentos de sinalização que executem a mesma função, mas que podem ser trocados dependendo do nível de ruído de fundo. O sinal secundário deve ter propriedades que permitam uma melhor recepção e percepção do sinal em um ambiente ruidoso em comparação com o sinal acústico primário (DUNLOP et al., 2010).

Assim, em busca de uma maior compreensão sobre a ocorrência dos comportamentos aéreos percussivos das baleias-jubarte, foram consideradas as variações anuais, entre os períodos da temporada reprodutiva, as diferentes composições de grupo e o estado do mar na Escala Beaufort, que causa maior perturbação sonora no ambiente, provocado por uma maior agitação do mar (DUNLOP et al., 2010; KAVANAGH et al., 2016).

2. OBJETIVOS

Neste estudo foi avaliado os comportamentos aéreos percussivos das baleias-jubarte ao longo da temporada reprodutiva, na região de Serra Grande (Bahia), uma área reprodutiva de reocupação, que até o presente momento apresenta poucas atividades antrópicas (GONÇALVES et al., 2018), mas que devido a construção do complexo do Porto Sul poderá ser mais impactada.

Neste contexto, o objetivo geral do estudo foi analisar a ocorrência dos comportamentos aéreos percussivos das baleias-jubarte na região de Serra Grande ao longo de cinco temporadas reprodutivas. Por isso, foram investigadas as possíveis influências das seguintes variáveis nos comportamentos aéreos percussivos das baleias-jubarte:

1 - Período da temporada:

Os comportamentos aéreos percussivos se intensificariam em alguma época durante a temporada reprodutiva, com mais comportamentos acontecendo no começo, meio ou no final da temporada?

Espera-se que a taxa de comportamentos aéreos percussivos seja maior no início da temporada, logo ao chegarem as áreas de reprodução. Como no início da temporada as baleias-jubarte ainda estão em menor número e estão chegando na área, elas usariam mais os comportamentos aéreos percussivos como forma de comunicação para encontrar parceiros para acasalar, ainda mais que estão no início da temporada e com mais reservas energéticas.

2- Padrão entre os anos:

A taxa de comportamentos aéreos percussivos varia durante os anos?

Espera-se que a taxa de comportamentos aéreos percussivos possa variar ao longo dos anos. Fatores como escassez de alimento nas áreas de alimentação pode levar os animais a ficarem malnutridos e não utilizarem tanto dos comportamentos aéreos percussivos, por estes terem alto gasto energético. Além disso, como os comportamentos aéreos percussivos poder estar atrelados a interações sociais e ao ambiente, a taxa de comportamentos aéreos percussivos não deve ser estável ao longo dos anos.

3 - Estrutura social:

A maior ou menor realização de comportamentos aéreos percussivos poderia estar ligada a composição dos grupos?

Espera-se que indivíduos solitários apresentem maior taxa de comportamentos aéreos percussivos e à medida que os grupos tiverem mais indivíduos a taxa de comportamentos aéreos percussivos diminua. Indivíduos solitários podem estar à procura de fêmeas receptivas e machos para formar grupos competitivos e podem utilizar dos comportamentos aéreos percussivos como forma de comunicação, indicando sua posição e estabelecendo contato com outras baleias-jubarte na área.

4 - Estado do mar (Escala Beaufort):

O estado do mar influenciaria na taxa de comportamentos aéreos percussivos?

Espera-se que mudanças na taxa de comportamentos aéreos percussivos ocorra a depender do nível de agitação do mar, em que um maior nível de agitação cause uma maior atividade dos animais, já que a agitação no mar causa maior perturbação sonora no

ambiente, o que pode dificultar a comunicação através de sinais vocais entre emissor e receptor.

CAPÍTULO 1

COMPORTAMENTOS AÉREOS PERCUSSIVOS DE BALEIAS-JUBARTE
(*Megaptera novaeangliae*) EM UMA ÁREA DO SUL DA BAHIA, BRASIL

Fernanda Rochinski, Julio Baumgarten, Renata Sousa-Lima, Maria Isabel Gonçalves

Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Santa Cruz, Universidade Federal do
Rio Grande do Norte, Parque Científico e Tecnológico do Sul da Bahia,

tinski87@gmail.com, sousalima.renata@gmail.com, baumgarten.julio@gmail.com,
misabelcgoncalves@gmail.com

Revista Zoologia – Sociedade Brasileira de Zoologia

<http://sbzoologia.org.br/revista-zoologia.php>

INTRODUÇÃO

Comportamentos aéreos percussivos incluem ações deliberadamente exibidas por cetáceos, além de nadar e respirar, nas quais há um impacto entre a superfície da água e os apêndices ou qualquer outra parte do corpo do animal (FÉLIX e BOTERO-ACOSTA, 2012). Os mysticetos têm uma grande capacidade em jogar seus corpos para fora d'água. Saltos e batidas de caudal foram descritos em baleias-cinza (*Eschrichtius robustus*) (NORRIS et al., 1983), baleias-franca (*Eubalaena australis*) (PAYNE, 1990) e baleias-minke (*Balaenoptera acutorostrata*) (EDDS e MACFARLANE, 1987). As baleias-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) são um dos mysticetos mais ativos na superfície. Seu repertório de comportamentos aéreos percussivos é complexo e variável. É regularmente observado durante sua migração (KAVANAGH et al., 2016), nas áreas de reprodução (FÉLIX, 2004; FÉLIX e BOTERO-ACOSTA, 2012; MARICATO et al., 2017; VERSIANI E AZEVEVO, 2020) e por meio de seu comportamento alimentar, que pode ser difundido por transmissão cultural (WEINRICH et al., 1992).

As baleias-jubarte são conhecidas pelas complexas e estruturadas canções produzidas por machos (PAYNE e MCVAY, 197). Suas canções podem mediar interações entre machos, atrair fêmeas para um cantor específico e atrair fêmeas para vários cantores localizados em uma área, denominado sistema de *lekking* (HERMAN, 2016). Outro tipo de repertório usado pelas baleias-jubarte para se comunicar acusticamente inclui os “sons sociais”, produzidos por machos, fêmeas e filhotes (DUNLOP et al., 2008), integrando tanto as vocalizações quanto os sons produzidos em decorrência de comportamentos aéreos percussivos (DUNLOP et al., 2008), como saltos, batidas de peitoral, batidas de cabeça, saltos de caudal e batidas de caudal (FÉLIX, 2004).

Payne e McVay (1971) propuseram que os comportamentos aéreos percussivos desempenham um papel na manutenção do contato entre os grupos e, posteriormente, Dunlop et al. (2008) acrescentam que esse papel também pode ocorrer durante a comunicação dentro dos grupos. Os comportamentos aéreos percussivos também podem estar envolvidos na iniciação ou mediação das interações sociais (DEAKOS, 2002, DUNLOP et al., 2008), pois foram observados durante fusões e fissões de grupos (BAKER e HERMAN, 1984). Além disso, tais comportamentos têm sido exibidos durante a competição entre machos em grupos competitivos (BAKER e HERMAN, 1984), durante o acasalamento (CRAIG et al., 2002) e têm sido realizados por fêmeas quando abordadas

por machos (WHITEHEAD, 1985). Esses comportamentos também estão associados como resposta à irritação causada por lesões (WHITEHEAD, 1985), remoção de ectoparasitas (FÉLIX et al., 2006), fortificação muscular (WHITEHEAD, 1985), taxa de desenvolvimento de mioglobina em indivíduos jovens (CARTWRIGHT et al., 2016) e como forma de brincadeira (WURSIG e WHITEHEAD, 2009).

Comportamentos aéreos percussivos são altamente energéticos e requerem quantidades consideráveis de energia (WHITEHEAD, 1985). Entende-se que as baleias-jubarte jejuam durante a migração e nos locais de reprodução, embora haja evidências de alimentação por alguns indivíduos de certas populações, incluindo do estoque A, a população que migra pela costa do Brasil durante sua temporada reprodutiva (STAMATION et al. 2007, DANILEWICZ et al., 2009; OWEN et al., 2016; SICILIANO et al., 2019). Assim, o fato de apresentarem comportamentos aéreos percussivos extensivos durante o período migratório e nos locais de reprodução, quando os animais estão em jejum e se espera que conservem energia, sugere que tal comportamento pode desempenhar um papel importante no repertório de comunicação das baleias-jubarte (KAVANAGH et al., 2016).

As baleias-jubarte são encontradas em todos os oceanos do mundo (CLAPHAM e MEAD, 1999). São mysticetos de tamanho médio, da família Balaenopteridae, que se alimentam durante o verão em áreas de alimentação de alta latitude e dão à luz e acasalam durante o inverno em áreas de baixa latitude (PAYNE & MCVAY 1971, PAYNE et al. 1983). Atualmente, sete estoques são reconhecidos no hemisfério sul, (CLAPHAM, 2000). A população que migra para a costa brasileira pertence ao Stock A e se alimenta nas regiões das Ilhas Geórgia e Sanduiche do Sul, que ficam a aproximadamente 4.000km das áreas de reprodução (ZERBINI et al., 2006). Durante o período reprodutivo, podem ser encontradas ao longo da costa nordeste brasileira (ZERBINI et al., 2004; LUNARDI et al., 2008), com maior concentração na região de Abrolhos, na Bahia (ANDRIOLO et al., 2006) A população vem apresentando significativa expansão ao norte de Abrolhos, reocupando áreas de reprodução (ROSSI-SANTOS et al., 2008; ANDRIOLO et al., 2010, GONÇALVES et al., 2018b) utilizadas antes do período baleeiro (MORAIS et al., 2016), como a região de Serra.

Os comportamentos aéreos percussivos ocorrem em uma variedade de condições sociais e ambientais, tornando difícil determinar funções específicas. Além disso, tais

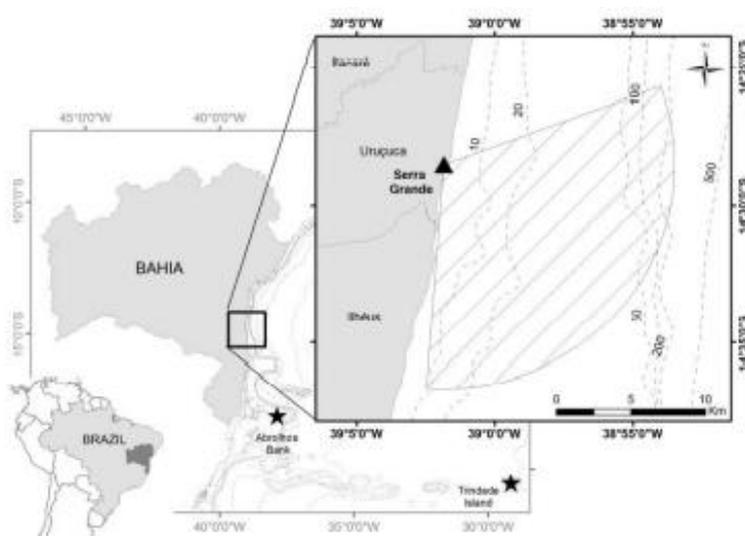
comportamentos são praticados por baleias-jubarte de ambos os sexos, todas as idades e em muitos contextos sociais diferentes e, como resultado, é provável que tenham várias funções, pelo menos em locais de reprodução (WHITEHEAD, 1985). Por Serra Grande ser uma área usada para reprodução, o objetivo deste estudo é determinar como fatores sociais, temporais e ambientais, como o estado do mar, podem afetar a ocorrência de comportamentos aéreos percussivos das baleias-jubarte na costa brasileira.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo em Serra Grande, no litoral sul do estado da Bahia, Brasil, oferece a oportunidade para estudar o comportamento das baleias-jubarte a partir de terra por apresentar um ponto alto de observação próximo a costa e uma plataforma continental estreita (FREIRE & DOMINGUEZ, 2006), permitindo que as baleias-jubarte se aproximem da costa (GONÇALVES et al., 2018b). Os dados foram coletados no ponto mais alto de Serra Grande ($14^{\circ} 28' 30''$ S; $39^{\circ} 01' 50''$ W), de um ponto fixo localizado a 315 m da costa e a 93 m do nível médio do mar. A área de estudo foi definida por um raio de 15 km do ponto de observação, entre 70 e 184 graus (Verdadeiros), cobrindo 224,5 km² (Figura 1). Devido à presença de vegetação e rochas bloqueando a visão ao norte do ponto fixo, não foi possível monitorar esta parte da área (GONÇALVES et al., 2018b).

Figura 1. Serra Grande é onde está a área de estudo, localizada no Nordeste do Brasil. Os levantamentos ocorreram a partir de um ponto fixo a uma altura de 93 m, com raio de observação de 15 km, cobrindo 224,5 km² (área listrada). (GONÇALVES et al., 2018b)



COLETA DE DADOS

A equipe consistia em pelo menos três pessoas: uma pessoa responsável por operar a estação total, um observador e uma pessoa para registrar os dados. A busca ativa foi realizada a olho nu e utilizando binóculos 7x50. A operadora da estação total (mesma pessoa ao longo do estudo) rastreou os movimentos das baleias-jubarte usando uma estação total TOPCON ES105, de 2014 a 2015, e SPECTRA PRECISION FOCUS-2, de 2018 a 2020, ambos com 5' de precisão e ampliação monocular de 30 potências. As baleias-jubarte foram localizadas com base em pistas de sua presença, como *splashes* de água de comportamentos aéreos percussivos, borrifos ou exposição de uma parte do corpo (MORETE et al., 2008).

Os dados comportamentais dos grupos focais (MANN, 1999) foram coletados entre julho e outubro de 2014, 2015, 2018, 2019 e 2020. A coleta de dados foi realizada durante o dia, entre 7h20 e 16h05, quando as condições climáticas permitiram visibilidade satisfatória e quando o estado do mar estava abaixo ou igual a Beaufort 4. O estado do mar na escala de Beaufort foi registrado a cada meia hora ou sempre que as condições climáticas mudavam durante as temporadas de campo.

Quando indivíduos solitários eram avistados, o método de amostragem animal focal era usado, mas quando 2 ou mais indivíduos eram avistados, uma abordagem de grupo focal era aplicada (MANN, 1999). O observador acompanhava cada grupo focal e os ângulos de localização, tamanho, composição e comportamento do grupo eram registrados sempre que possível (GONÇALVES et al., 2018b). Se as baleias-jubarte saíssem da área de estudo ou se a visibilidade se tornasse um problema, o que afetaria a qualidade da observação, o focal era interrompido (MORETE et al., 2003). Se mais de um grupo estivesse presente na área, aquele mais fácil de rastrear seria escolhido; essa escolha foi feita com base em comportamento aéreos percussivos e de subida a superfície para respirar dos indivíduos e, posteriormente, pela proximidade dos grupos com a costa (GONÇALVES et al., 2018b). Fissões ou fusões de grupos também foram registrados. Nesses eventos, a amostragem focal continuou com o grupo mais fácil de rastrear, e que a partir de então era considerado um novo grupo (BARENDSE et al. 2010; BEST et al. 1995).

O método de *survey* (MANN, 1999) também foi aplicado. Consistiu em uma busca ativa de uma hora por grupos de baleias-jubarte na área, sempre que possível uma vez durante a manhã e outra à tarde.

DEFINIÇÕES DE TERMOS

Uma única baleia-jubarte ou vários indivíduos movendo-se coordenadamente na mesma direção geral, e não mais do que 100 m de distância uns dos outros, foram definidos como um grupo (WHITEHEAD, 1983; MORETE et al., 2008).

Foram consideradas apenas duas classes de idade, adultos e filhotes, Devido à distância dos avistamentos, não foi possível a identificação de juvenis. Os filhotes foram identificados como tal, quando seu comprimento era de até 50% do de um adulto (CHITTLEBOROUGH, 1953). Na ausência de um filhote, as categorias de composição do grupo foram baseadas no número de baleias-jubarte a) solitários (1AD), quando um adulto solitário era observado, b) dois adultos (Dupla), quando duas baleias-jubarte eram avistadas e c) mais de dois adultos (Múltiplo), quando três ou mais baleias-jubarte eram visualizadas. Quando um filhote era identificado, as categorias de composição do grupo foram definidas como d) mãe com filhote (FEFI), e) mãe e filhote e um ou mais escortes (FEFIEP/+) (MORETE et al., 2007; DUNLOP et al., 2008).

Os estados comportamentais foram classificados em três categorias. Natação, repouso e ativo. As baleias-jubarte que alternavam entre estar submersas e na superfície foram classificadas como em natação; se o grupo permanecesse na superfície da água, sem movimento aparente além da exposição da nadadeira dorsal, era considerado em repouso; e quando ocorriam comportamentos aéreos percussivos, como saltos, batidas de caudal e peitoral as baleias-jubarte estavam em estado ativo (MORETE et al. 2003; MORETE 2007).

Os comportamentos aéreos percussivos foram agrupados em cinco categorias: (1) Salto - um salto no qual uma parte do corpo da baleia-jubarte sai da água e em que a baleia-jubarte geralmente, mas nem sempre, gira no ar e pousa em seu aspecto dorsal ou lateral; (2) batida de cabeça - salto em que a cabeça da baleia-jubarte sai da água com um movimento energético para a frente; (3) batida de peitoral - uma ou ambas as nadadeiras peitorais são levantadas para fora da água e forçosamente golpeadas contra a superfície da água, (4) batida de caudal - toda a nadadeira caudal é levantada para fora

da água e golpeada contra a superfície da água; e (5) salto de caudal - uma exibição enérgica em que a baleia-jubarte joga a caudal para fora da água e, no processo, bate seu pedúnculo na superfície (KAVANAGH et al., 2016; VERSIANI e AZEVEDO, 2020).

PROCESSAMENTO DE DADOS

As estações totais TOPCON ES105 e SPECTRA PRECISION FOCUS-2 fornecem a medição do ângulo vertical entre o objeto alvo e o observador e o ângulo horizontal entre dois pontos, um ponto de referência conhecido e o objeto alvo (GAILEY e ORTEGA-ORTIZ, 2002; BAILEY e LUSSEAU, 2004). Esses ângulos são usados para calcular a distância entre o observador e o objeto (GAILEY e ORTEGA-ORTIZ, 2002). Equações trigonométricas foram aplicadas considerando a altura da estação total e a variação da maré para o cálculo das coordenadas UTM (L, N) de todos os pontos medidos (GONÇALVES et al., 2018b). As distâncias horizontais calculadas, a partir dos dados coletados pela estação total, foram convertidas em distâncias esféricas considerando a curvatura da Terra (VANICEK e KRAKIWSKY, 1996).

Devido ao aumento da distância entre o local da equipe de observação que coletava os dados comportamentais e as baleias-jubarte, a capacidade de distinguir com detalhe os comportamentos aéreos percussivos realizados pelos grupos se torna reduzida. Assim, todos os dados foram examinados e pontos de corte aplicados aos dados usados nesta análise. Os pontos de corte foram baseados na análise preliminar dos dados brutos usados neste estudo. As distâncias dos grupos realizando os comportamentos aéreos percussivos registrados a partir da estação total no ponto fixo foram avaliadas, e percebeu-se que a quantidade de *splashes* registrados aumentou a partir dos 10 km de distância, uma vez que nem sempre a observadora conseguia distinguir com clareza o tipo de comportamento realizado pelos indivíduos. Portanto, para os dados de comportamentos aéreos percussivos coletados pela equipe, apenas grupos focais encontrados a menos de 10 km do ponto fixo foram em estado comportamental ativo foram incluídos na análise. Além disso, esses grupos precisavam exibir comportamentos aéreos percussivos por pelo menos 1 minuto para serem incluídos na análise.

Para medir a taxa de comportamentos aéreos percussivos, o número total de comportamentos aéreos percussivos de cada grupo foi dividido pelo número de indivíduos

encontrados naquele grupo, que foi então dividido pela duração do tempo em que o grupo exibiu comportamentos aéreos percussivos. E para medir a taxa de cada um dos cinco comportamentos aéreos percussivos registrados e analisados, o número total de cada um dos comportamentos aéreos percussivos de cada grupo foi dividido pelo número de indivíduos encontrados naquele grupo, que foi então dividido pela duração do tempo em que o grupo exibiu comportamentos aéreos percussivos. Todas as taxas calculadas são apresentadas por número de comportamentos realizados por indivíduo por minuto.

ABUNDÂNCIA E PERÍODOS DA TEMPORADA REPRODUTIVA DAS BALEIAS-JUBARTE

O monitoramento realizado durante a temporada reprodutiva da baleia-jubarte tem 123 dias e devido às diferenças comportamentais associadas a cada período da temporada, três períodos foram considerados: inicial, intermediário e final (MORETE et al., 2007). Como o número de indivíduos varia ao longo da temporada e dos anos, foi calculado o dia em que o número de baleias-jubarte é o maior de cada temporada. Para isso, uma regressão segmentada foi aplicada para calcular o pico da temporada de cada ano (MUGGEO, 2008), a partir da contagem de baleias-jubarte feitas pelo método de *survey*. O pico da temporada está situado no meio do período intermediário, que varia conforme o ano e contém 41 dias.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Como a normalidade dos dados é uma suposição subjacente nos testes paramétricos, o teste de Shapiro Wilk foi realizado para determinar se os dados da taxa de comportamentos aéreos percussivos apresentariam uma distribuição normal. A suposição de normalidade não foi atendida ($W = 0,63055$, $p < 0,0001$), portanto, o teste de Kruskal-Wallis (teste não paramétrico) foi utilizado para determinar se existiu ou não uma significância estatística entre as medianas de três ou mais grupos independentes, usando variáveis preditoras categóricas, tais como, composição do grupo, ano, período da estação e estado do mar (na escala de Beaufort), verificando se influenciaram a taxa de comportamento aéreo percussivo e cada um dos tipos de comportamento aéreo percussivo registrados. Quando o teste de Kruskal-Wallis mostrou significância estatística, o teste *post-hoc* de Dunn, foi aplicado para verificar comparações múltiplas e encontrar a

relevância estatística entre os grupos. As análises estatísticas foram executadas no programa R Commander.

RESULTADOS

ESFORÇO AMOSTRAL

Para este estudo, foram considerados 115 grupos focais em estado comportamental ativo durante 152 dias em campo. O tempo total de rastreamento de grupos ativos foi de 19,6 h. O tempo total de rastreamento de grupos ativos no período inicial foi de 3,6 h, 8,6 h no período intermediário e 7,4 h no período final. O tempo de focal para a composição de cada grupo ativo foi: 3,2 h para adultos solitários, 3,7 h para duplas, 2,3 h para grupos múltiplos, 8,1 h para FEFI, 2,3 h para grupos FEFIEP/+. O tempo focal variou de 1 minuto a 62,8 minutos ($10,26 \pm 10,99$ min).

ABUNDÂNCIA RELATIVA E PERÍODOS DA TEMPORADA REPRODUTIVA

A abundância relativa de baleias-jubarte apresentou aumento contínuo ao longo dos anos de monitoramento, a abundância relativa foi menor em 2014 ($3,38 \pm 3,30$) e maior em 2020 ($11,5 \pm 7,65$) (Tabela 1).

Tabela 1. Média e desvio padrão da abundância relativa de baleias-jubarte observadas a partir de um ponto fixo em Serra Grande (estado da Bahia, Brasil) em 2014, 2015, 2018, 2019 e 2020.

Ano	Abundância relativa
2014	$3,38 \pm 3,30$
2015	$4,93 \pm 3,74$
2018	$6,11 \pm 5,02$
2019	$6,67 \pm 4,58$
2020	$11,5 \pm 7,65$

Após calculado o pico de abundância relativa de baleias-jubarte de cada ano monitorado, foi feita a divisão entre os períodos inicial, intermediário e final da temporada reprodutiva (Tabela 2).

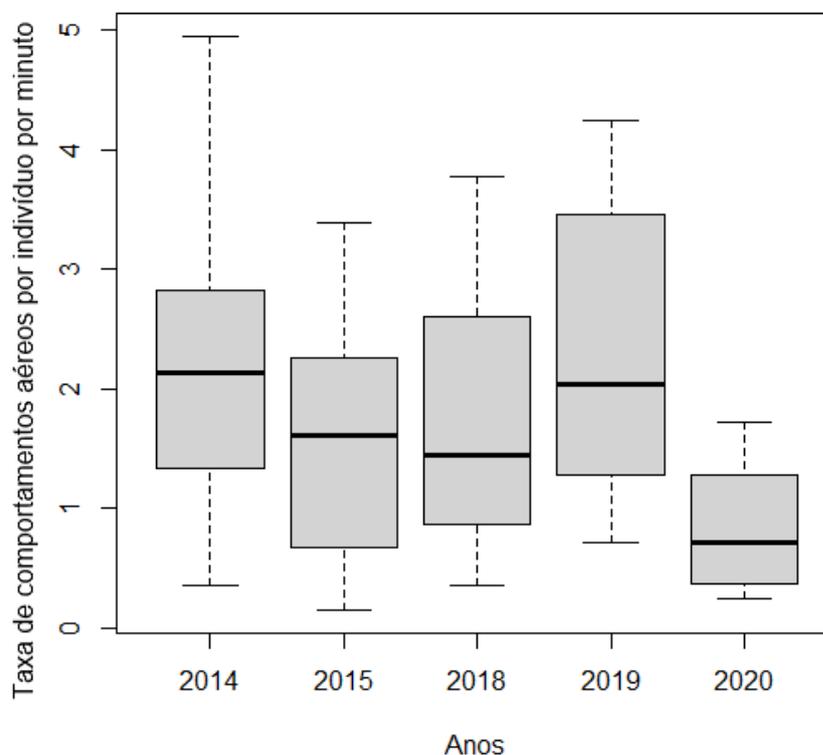
Tabela 2. Datas de início e término dos períodos inicial, intermediário e final da temporada reprodutiva de baleias-jubarte para cada ano do estudo feito em Serra Grande (Bahia, Brasil). O período intermediário tem 41 dias.

Ano	Inicial	Intermediário	Final
2014	1 de julho- 2 de agosto	3 de agosto– 12 de setembro	13 de setembro- 31 de outubro
2015	1 de julho- 14 de agosto	15 de agosto– 24 de setembro	25 de setembro- 31 outubro
2018	1 de julho - 5 de agosto	6 de agosto- 15 de setembro	16 de setembro- 31 de outubro
2019	1 de julho- 4 de agosto	5 de agosto- 14 de setembro	15 de setembro- 31 de outubro
2020	1 de julho- 10 de agosto	11 de agosto- 20 de setembro	21 de setembro- 31 de outubro

COMPORTAMENTOS AÉREOS PERCUSSIVOS VS ANO

O ano de 2019 apresentou a maior média de taxa de comportamentos aéreos percussivos ($3,58 \pm 4,12$), enquanto o ano de 2020 teve a menor ($0,85 \pm 0,54$). As taxas de comportamentos aéreos percussivos ao longo dos anos mostraram diferenças significativas ($K=16.765$, $df = 4$, $p < 0,05$). O teste *post-hoc* mostrou diferenças significativas entre os anos de 2014 e 2020 ($p < 0,05$), e os anos 2019 e 2020 ($p < 0,05$) (Figura 2).

Figura 2. Box plot da taxa de comportamentos aéreos percussivos por número de indivíduos por minutos e dos anos de monitoramento de ponto fixo em Serra Grande. O monitoramento aconteceu nos anos de 2014, 2015, 2018, 2019 e 2020.



Ao analisar a taxa de cada tipo de comportamento aéreo percussivo por ano das diferentes temporadas, o teste indicou diferenças significativas para três tipos de comportamentos aéreos percussivos. O comportamento de salto de caudal ($K = 9.4723$, $df = 4$, $p < 0,05$), em que o *post-hoc* revelou que existe relevância estatística para este comportamento entre os anos 2014 ($0,02 \pm 0,05$) e 2019 ($0,24 \pm 0,44$) ($p < 0,05$).

Houve diferenças significativas para o comportamento de salto ($K = 14.216$, $df = 4$, $p < 0,05$), com diferenças entre os anos de 2014 ($0,80 \pm 0,92$) e 2019 ($0,19 \pm 0,41$) ($p < 0,05$) e 2015 ($0,64 \pm 0,71$) e 2019 ($0,19 \pm 0,41$) ($p < 0,05$).

E, também obtive diferenças significativas o comportamento de batida de caudal ($K = 13.64$, $df = 4$, $p < 0,05$), com diferenças entre os anos de 2014 ($0,53 \pm 1,27$) e 2019 ($2,49 \pm 4,02$) ($p < 0,05$) e 2019 ($2,49 \pm 4,02$) e 2020 ($0,18 \pm 0,36$) ($p < 0,05$).

Tabela 3. O monitoramento de ponto fixo aconteceu em Serra Grande nos anos de 2014, 2015, 2018, 2019 e 2020 e os comportamentos aéreos percussivos registrados foram: salto; salto de caudal; batida de peitoral; batida de cabeça e batida de caudal. Na tabela abaixo estão as médias e desvio padrão da taxa de cada um dos cinco comportamentos aéreos percussivos, que foi feita ao dividir o número total de cada comportamento aéreo percussivos por número de indivíduos do grupo por minuto.

Ano	Salto	Salto de caudal	Batida de peitoral	Batida de cabeça	Batida de caudal
2014	0,80±0,92	0,02±0,05	0,71±1,06	0,17±0,33	0,53±1,27
2015	0,64±0,71	0,16±0,46	0,17±0,31	0,02±0,05	0,69±1,17
2018	0,34±0,51	0,08±0,26	0,54±0,79	0,008±0,03	1,25±2,74
2019	0,19±0,41	0,24±0,44	0,65±1,23	0,005±0,02	2,49±4,02
2020	0,32±0,44	0,05±0,12	0,18±0,23	0,10±0,28	0,18±0,36

COMPORTAMENTOS AÉREOS PERCUSSIVOS VS PERÍODO DA TEMPORADA

O período intermediário foi o período com a menor média de taxa de comportamentos aéreos percussivos (1,94±1,67). A média da taxa de comportamentos aéreos percussivos atingiu o pico durante o período inicial (3,18±2,95). Porém, não foram observadas diferenças significativas da taxa de comportamentos aéreos percussivos entre os diferentes períodos da temporada (K= 1.9919, df = 2, p = 0.3694). Ao analisar a taxa de cada tipo de comportamento aéreo percussivos e período da temporada, o teste de Kruskal-Wallis também não revelou diferenças significativas (Salto: K= 1.037, df = 2, p = 0.5954; batida de cabeça: K = 2.3919, df = 2, p = 0.3024; salto de caudal: K = 3.5942, df = 2, p = 0.1658; batida de caudal: K = 2.0697, df = 2, p = 0.3553; batida de peitoral: K = 3.9336, df = 2, p = 0.1399).

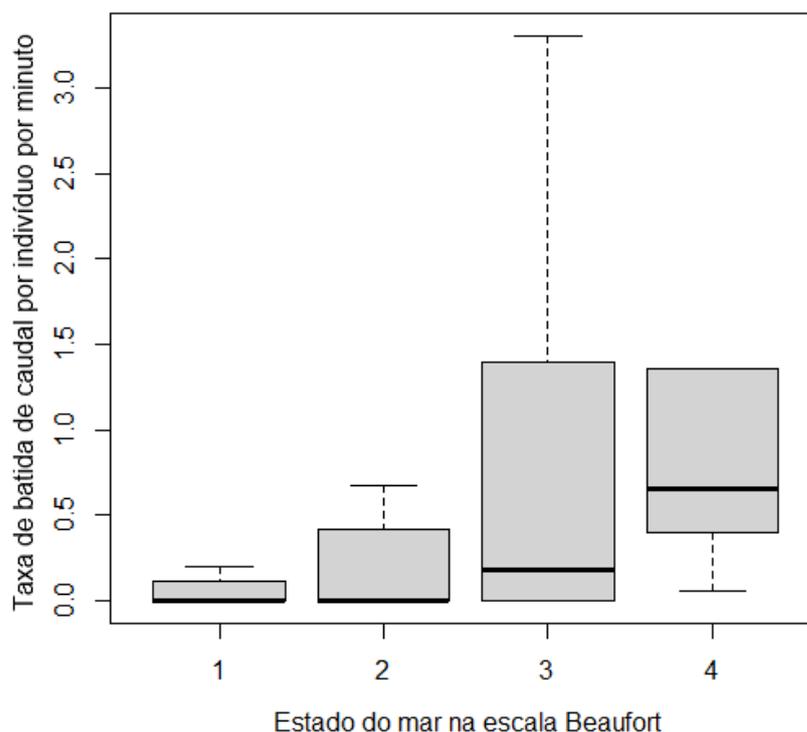
COMPORTAMENTOS AÉREOS PERCUSSIVOS VS ESTADO DO MAR

A maior média da taxa de comportamentos aéreos percussivos ocorreu com o estado do mar na escala Beaufort 4 (4,18±6,03). A média da taxa de comportamentos aéreos percussivos diminuiu conforme o estado do mar na escala Beaufort diminuiu.

Assim, a menor média da taxa de comportamentos aéreos percussivos ocorreu em Beaufort 1 ($1,50 \pm 0,57$). Apesar dessas diferenças, as análises realizadas não indicaram diferenças significativas da realização dos comportamentos aéreos percussivos entre os diferentes estados do mar ($K = 2.3289$, $df = 3$, $p = 0.507$).

Ao analisar a taxa de cada tipo de comportamento aéreo percussivo com estado do mar na escala Beaufort, foram encontradas diferenças significativas apenas para a taxa de comportamento de batida de caudal ($K = 14.302$, $df = 3$, $p < 0,05$). O teste *post-hoc* revelou diferença significativa entre Beaufort 1 e 3 ($p < 0,05$), Beaufort 1 e 4 ($p < 0,05$) e Beaufort 2 e 4 ($p < 0,05$).

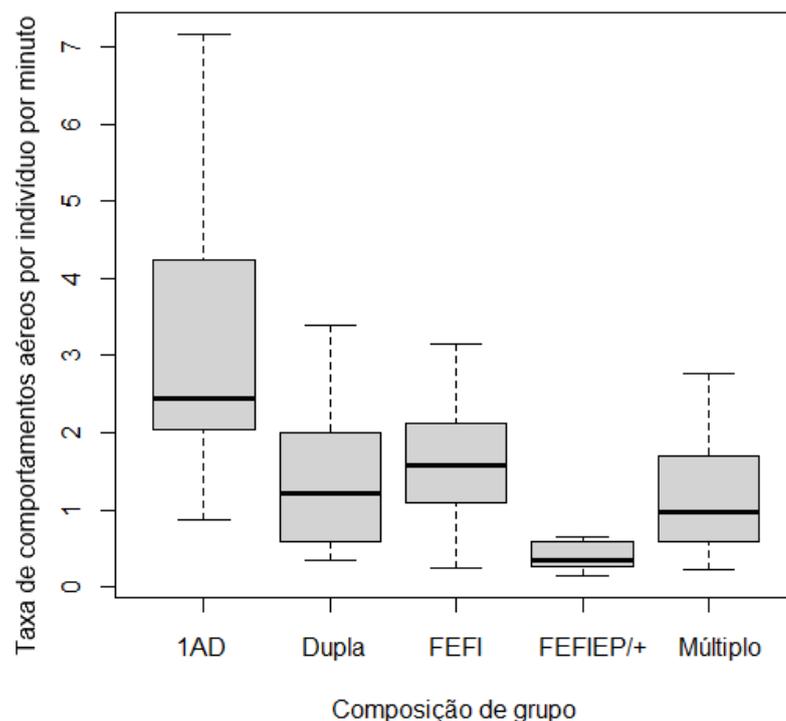
Figura 3. Box plot em que no eixo y encontra-se a taxa de comportamentos de batida de caudal por indivíduo por minuto e no eixo x o Estado do Mar na Escala Beaufort de 1 a 4. A coleta de dados no monitoramento de ponto fixo ocorria quando o estado do mar estava abaixo ou igual a Beaufort 4.



COMPORTAMENTOS AÉREOS PERCUSSIVOS VS COMPOSIÇÃO DO GRUPO

Entre os grupos compostos apenas por adultos, os adultos solitários apresentaram a maior média de taxa de comportamentos aéreos percussivos ($4,1 \pm 3,72$), seguidos dos grupos formados por duplas ($1,42 \pm 1,04$). Os múltiplos apresentaram a menor média da taxa de comportamentos aéreos percussivos ($1,23 \pm 0,82$). Ao analisar os grupos compostos por adultos e os formados por adultos e filhotes de forma conjunta, os adultos solitários continuaram a ter a maior média de taxa de comportamentos aéreos percussivos, porém, foram as FEFIs que apresentaram a segunda maior média de taxa de comportamentos aéreos percussivos ($1,68 \pm 0,85$) entre todos. Já as FEFIEP/+ ($0,91 \pm 1,55$) apresentaram a menor média de taxa de comportamentos aéreos percussivos entre todas as diferentes composições de grupos. As análises realizadas indicaram diferenças significativas entre a taxa de comportamentos aéreos percussivos e a composição do grupo ($K = 37,338$, $df = 4$, $p < 0,05$) (Figura 4). No teste *post-hoc* os animais solitários apresentaram diferenças significativas quando comparados as duplas ($p < 0,05$), aos grupos múltiplos ($p < 0,05$), as FEFIs ($p < 0,05$) e as FEFIEP/+ ($p < 0,05$).

Figura 4. *Box plot* da taxa de comportamentos aéreos percussivos de baleias-jubarte por composição de grupo. 1AD = adulto solitário, Dupla = dois adultos, Múltiplo = três ou mais adultos, FEFI = mãe e filhote, FEFIEP/+ = mãe e filhote e um ou mais escortes.



Ao analisar a composição de grupos com cada tipo de comportamento aéreo percussivo separadamente, foram encontradas diferenças significativas para o comportamento de batida de cabeça ($K = 13.574$, $df = 4$, $p < 0,05$). O teste *post-hoc* apontou diferenças significativas apenas para o comportamento de batida de cabeça entre fêmeas com filhotes e adultos solitários ($p < 0,05$). Os grupos de fêmeas com filhotes apresentaram a maior média de taxa de comportamento de batida de cabeça ($0,12 \pm 0,28$) entre os grupos, com 81 episódios registrados ao longo das cinco temporadas reprodutivas de monitoramento. Enquanto, adultos solitários apresentaram a menor média de taxa de comportamento de batida de cabeça ($0,002 \pm 0,01$), com apenas um único episódio registrado ao longo dos cinco anos de monitoramento de ponto fixo na região de Serra Grande.

DISCUSSÃO

Diversas pesquisas propõem que os comportamentos aéreos percussivos exibidos pelas baleias-jubarte desempenham um papel na organização social dos grupos, embora suas possíveis funções permaneçam especulativas (FELIX, 2004; DUNLOP et al., 2010; KAVANAGH et al., 2016; SCHULER et al., 2019). A composição social da baleia-jubarte aparenta ser transitória e caracterizada como associações fluidas entre os indivíduos (CLAPHAM et al., 1992; FELIX & HAASE, 2001, VALSECCHI, 2002). Segundo Whitehead (1985), as baleias-jubarte saltam mais no inverno, durante a época reprodutiva, e tais interações são provavelmente mais importantes do que durante o verão. Portanto, as taxas de saltos não estariam apenas correlacionadas com qualquer tipo de interações sociais, mas com sua importância na vida das baleias (WHITEHEAD, 1985). Durante a temporada reprodutiva, uma das dinâmicas que caracterizam os grupos de baleias-jubarte são a busca dos machos adultos por fêmeas receptivas (MOBLEY e HERMAN, 1985). Machos em busca de oportunidade de acasalar com fêmeas seriam os indivíduos a investir mais energia (TYACK e WHITEHEAD, 1983; CRAIG et al., 2002). Os resultados do presente estudo mostraram que os adultos solitários apresentaram a maior média de taxa de comportamentos aéreos percussivos. Pode-se inferir a partir dos resultados encontrados e da literatura que grupos com só um indivíduo estejam usando de comportamentos aéreos percussivos como mais uma forma de comunicação para encontrar parceiros e/ou formar grupos competitivos, pois os comportamentos aéreos

percussivos estiveram muito mais presentes em grupos de adultos solitários do que em grupos com mais de um indivíduo, deduzindo-se que estes grupos de baleias-jubarte utilizam destes comportamentos para se comunicar com outros grupos, como Payne e McVay (1971) apontaram. Entretanto, talvez esta não seja a única função possível para os comportamentos aéreos percussivos, já que grupos de dois, três e mais indivíduos também apresentam estes comportamentos, mesmo que a uma taxa menor, o que indica que eles também podem ter a função de comunicação dentro do grupo, como foi proposto por Dunlop et al. (2008). Os achados deste estudo também estão de acordo com outras pesquisas que afirmam que a realização de comportamentos aéreos percussivos diminui à medida que o tamanho do grupo aumenta (SILBER, 1986; FÉLIX, 2004). Segundo Félix (2004), a maior parte dos comportamentos aéreos percussivos ocorre quando grupos competitivos se formam e começam a crescer, o que significa que os machos competitivos podem estar estabelecendo uma ordem hierárquica entre si através dos sinais produzidos pelos comportamentos aéreos percussivos. Uma vez que os grupos competitivos estão bem estabelecidos, os comportamentos aéreos percussivos diminuem, de modo que os machos podem continuar a seguir a fêmea, exibindo comportamentos típicos de grupo competitivo, como mergulho de deslocamento, exposição caudal em mergulho e natação (ZERBINI et al., 2004). Os comportamentos aéreos percussivos também podem ser produzidos por machos com o propósito de chamar a atenção de outros machos que estejam na área, para que eles se unam e iniciem a perseguição de uma fêmea receptiva. Portanto, os machos poderiam cooperar com outros machos para obter acesso a uma fêmea (CLAPHAM et al., 1992; BROWN & CORKERON, 1995; FELIX, 2004). Em ambos os casos, os comportamentos aéreos percussivos seriam meios de comunicação, no primeiro caso, para a formação de uma ordem hierárquica e no segundo, para a sinalização da posição de um indivíduo.

Após os adultos solitários, as fêmeas com filhotes foram os grupos que apresentaram a segunda maior média de taxa de comportamentos aéreos percussivos entre todos os tipos de composição de grupos, resultado oposto ao de outras pesquisas que demonstraram que esse tipo de grupo é o que menos reproduz comportamentos aéreos percussivos (HERMAN e ANTINOJA, 1977; CLAPHAM, 1996; FELIX, 2004; MARICATO et al., 2017). Estudos indicam que grupos compostos por mãe e filhote passam uma proporção maior de seu tempo descansando ou em deslocamento (GONÇALVES et al., 2018b), com menor proporção de comportamentos aéreos

percussivos que outros tipos de grupos (FÉLIX, 2004), com adultos exibindo comportamento protetor (CLAPHAM, 1996). Porém, condições diferentes de habitat podem levar a diferenças no uso de habitat e organização social, conforme observado em outras populações (FÉLIX & BOTERO-ACOSTA, 2012). Além disso, as baleias-jubarte podem alterar seus movimentos de acordo com os estados comportamentais (DALLA ROSA et al., 2008), a presença de filhotes e de escortes (BISI, 2006; FÉLIX & BOTERO-ACOSTA, 2012; GONÇALVES et al., 2018b; KENNEDY et al., 2014), o tamanho do grupo (TYACK e WHITEHEAD, 1983) e a escolha de rotas migratórias (RIEKKOLA et al., 2020). Os padrões de movimento, por exemplo, podem variar até mesmo dentro das áreas de reprodução, onde as baleias-jubarte podem ajustar seu comportamento dependendo das características da área e contexto social. (GONÇALVES et al., 2018b). Serra Grande é uma área de reocupação (GONÇALVES et al., 2018b) que está inserida na parte mais curta da plataforma continental no Brasil (PRATES et al., 2012). Ela apresenta um acentuado declive batimétrico, assim, a cerca de 15km da linha da costa alcança-se 90 m de profundidade (GONÇALVES et al., 2018a). Em Serra Grande, a distância a costa e a profundidade da água são fatores ambientais que ajudam a explicar a distribuição dos grupos de baleias-jubarte (GONÇALVES et al., 2018b). Grupos de mães com filhote agrupam-se próximo à costa, onde as profundidades são menores e a probabilidade da presença deste tipo de grupo na área é maior, se comparado as demais composições de grupo (RIGHI, 2020). Como em Serra Grande a profundidade muda abruptamente, isso leva a uma maior concentração de grupos de mães e filhotes do que áreas onde a profundidade varia gradualmente, como ilhas e arquipélagos (GONÇALVES et al., 2018a). Em Serra Grande, a diferença de profundidade média entre grupos com e sem filhotes é em torno de 10 m, em Abrolhos é menor que 5 m (MARTINS et al., 2001). Assim, no Arquipélago dos Abrolhos, por estar espacialmente mais próximos devido à homogeneidade de profundidade, os machos preferem associar-se a grupos de fêmea com filhote (MORETE et al., 2007), já a caracterização particular do habitat de Serra Grande, torna o acesso de outros indivíduos adultos às mães com filhotes menos fácil que em outras regiões (GONÇALVES et al., 2018a). Essa segregação espacial, propícia ao repouso e amamentação sem tanta interferência de machos, pode ter levado esses grupos a terem a oportunidade de passar mais tempo realizando comportamentos aéreos percussivos, já que estes comportamentos são importantes para o desenvolvimento dos filhotes, pois ajudam na fortificação muscular (WHITEHEAD, 1985), e na taxa de desenvolvimento de mioglobina em indivíduos juvenis (CARTWRIGHT et al., 2016).

As FEFI também apresentaram a maior média de comportamento de batida de cabeça entre todos os grupos. Segundo Felix (2004), a batida de cabeça é um comportamento especialmente exibido por filhotes e foi registrado de forma mais frequente em grupos FEFI durante seu estudo. Esse mesmo padrão também foi relatado por Herman e Tavorga (1980). A organização temporal dos padrões de comportamento e movimento é importante na estratégia ecológica da espécie, resultando de uma troca complexa entre o tempo de atividades e as condições ambientais (ASCHOFF, 1963). 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 (HONDA, 2016). Um estudo realizado na Austrália analisou que esse comportamento foi mais comumente detectado em águas mais rasas, relatando que o comportamento de batida de cabeça diminuiu com o aumento da profundidade da água (KAVANAGH et al., 2016). Um estudo sobre o uso de habitat na mesma área da presente pesquisa constatou que grupos de mães e filhotes ocupam águas rasas mais próximas da costa (GONÇALVES et al., 2018a), o que poderia ser considerado uma estratégia social (ERSTS e ROSENBAUM, 2003). O cuidado parental é uma possível explicação para o motivo pelo qual as mães permanecem mais próximas da costa em águas rasas, limitando a abordagem e manobra dos machos (ERSTS e ROSENBAUM, 2003; BRUCE et al., 2014), protegendo seus filhotes contra o assédio de machos que procuram companheiras (SMULTEA, 1994), visto que o avanço de machos adultos pode causar lesões aos filhotes recém-nascidos (BAKER e HERMAN, 1984) e maiores gastos energéticos (GONÇALVES et al., 2018a). O ponto fixo de Serra Grande do presente estudo proporciona que toda variação batimétrica da área seja observada, dada a estreita plataforma continental e, desta forma, dados do estudo feito por RIGHI (2020), sugerem que as diferentes proporções de composição de grupo e a segregação espacial por mães e filhotes a regiões mais rasas descreva o padrão de distribuição das baleias nesta região (RIGHI, 2020). Portanto, apesar das FEFIs passarem bastante tempo em repouso, quando estes grupos apresentam comportamentos ativos, as suas taxas são elevadas.

As baleias-jubarte possuem padrões migratórios temporais característicos que são diferentes a depender do sexo, idade e estado reprodutivo dos indivíduos (CRAIG et al., 2002). As fêmeas lactantes com seus filhotes do ano anterior estão entre as primeiras a migrar para as áreas de reprodução, seguidas por juvenis, machos maduros, fêmeas adultas que não estão grávidas e não possuem filhotes para amamentar e, por último,

fêmeas grávidas. O retorno das baleias-jubarte às áreas de alimentação segue a ordem inversa (DAWBIN, 1966). Sua migração é caracterizada por um aumento gradual, concentração e declínio gradual na abundância de baleias-jubarte com a aproximação do final da temporada (MORETE et al., 2008). Ao pensar em padrões de comportamento, seria esperado que houvesse maior taxa de comportamentos aéreos percussivos no início da temporada, quando as baleias-jubarte têm mais energia acumulada e principalmente porque elas estão chegando em uma região em busca de parceiros para acasalar e, por isso, utilizam de ambos os meios de comunicação, o vocal e não vocal, para tentar ter contato com outros indivíduos. Apesar da média da taxa de comportamentos aéreos percussivos desta pesquisa ter sido maior no período inicial, os períodos da temporada não apresentaram diferenças significativas na taxa de comportamentos observada no estudo. Este resultado, porém, pode ter ocorrido devido ao baixo N amostral durante o período inicial das temporadas monitoradas.

Já a abundância relativa de baleias-jubarte aumentou de forma contínua de 2014, primeiro ano de monitoramento, até 2020, o que corrobora com estudos que informam que a população do Estoque A está em crescimento (BORTOLOTTI et al. 2016; PAVANATO et al. 2017). O ano de 2020 apresentou a maior abundância relativa de baleias-jubarte na região de Serra Grande e foi também a que teve a menor média de taxa de comportamentos aéreos percussivos. O ano de 2014 teve a menor abundância relativa e apresentou a segunda maior média de taxa de comportamentos aéreos percussivos. A maior taxa de comportamentos aéreos percussivos ocorreu em 2019, apesar da abundância relativa neste ano ser maior que em 2014, ela ainda foi menor que 2020, praticamente metade do valor de 2020. A partir desses resultados, pode-se inferir que quando há menos animais numa mesma região, estes precisam intensificar a realização dos comportamentos aéreos percussivos para conseguir se comunicar com possíveis parceiros, já que eles estarão mais afastados uns dos outros. E, quando existe grande quantidade de baleias-jubarte nessa mesma área, elas teriam menos dificuldade de manter comunicação vocal e por isso a menor média na taxa de comportamentos aéreos percussivos. Os resultados entre abundância relativa e taxa de comportamentos aéreos percussivos junto com os resultados que os adultos solitários são mais ativos, levam a presumir mais uma vez que os comportamentos aéreos percussivos estão sendo utilizados como comunicação entre grupos.

No estudo de Campelo (2020), realizado na mesma área de Serra Grande do presente estudo, foi feito o monitoramento acústico através de unidades acústicas de gravação autônomas, durante as temporadas reprodutivas dos anos de 2014, 2015, 2018 e 2019. O ano de 2014 obteve a menor média de atividade vocal entre as baleias-jubarte. Este foi o ano com menor abundância relativa e segunda maior média de taxa de comportamentos aéreos percussivos. Ao analisar a taxa de comportamentos aéreos percussivos dos anos de 2018 e 2019 com os resultados de atividade vocal do estudo de Campelo (2020), observa-se que em 2019 a taxa de comportamentos aéreos percussivos foi maior e a média de atividade vocal foi menor ao se comparar com 2018, que apresentou maior média de atividade vocal e menor taxa de comportamentos aéreos percussivos. Com esses resultados, pode-se inferir que as baleias-jubarte fazem uso de duas formas de comunicação que têm a mesma função. Segundo Dunlop et al. (2010), os animais podem aprimorar sinais primários, que no caso das baleias-jubarte seria a vocalização, com sinais secundários ou comportamento de sinalização, os comportamentos aéreos percussivos. Para fazer isso, o animal requer dois sinais acústicos ou comportamentos de sinalização diferentes que executam a mesma função, mas que podem ser trocados a depender do cenário em que os indivíduos se encontrem. Pode-se observar esta relação entre os anos de 2018 e 2019 e também em 2014, no ano de menor abundância relativa.

Os anos de 2014 e 2019 apresentaram diferenças significativas em relação as taxas de comportamentos de salto de caudal, batida de caudal e salto. Em 2014, as médias das taxas de salto caudal e batida de caudal foram menores que em 2019, ano com maior média de taxa de comportamentos aéreos percussivos de forma geral. Já a taxa de comportamento de salto apresentou maior média em 2014, ano de menor abundância relativa entre os 5 anos monitorados, que em 2019. A taxa de comportamento de salto também apresentou diferenças significativas entre os anos de 2015 e 2019, em que 2015 teve média de taxa de comportamento de salto maior que em 2019. E a taxa de comportamento de batida de caudal obteve diferenças significativas entre os anos de 2019 e 2020. A maior média de taxa de comportamento de batida de caudal ocorreu em 2019 e a menor em 2020.

No presente estudo, o comportamento de salto de caudal aconteceu em todos os tipos de composição de grupo. Vários estudos mostram que este comportamento foi utilizado entre animais que estavam próximos uns dos outros, no estudo de Felix (2004),

este comportamento foi mais frequente em grupos de FEFI, em que a fêmea foi a responsável pelo comportamento, possivelmente como manifestação de aborrecimento ou sinal de advertência à aproximação de barcos. Saltos de caudal foram considerados como forma de agressão a outros machos (SILBER, 1986; DARLING et al, 1983; BAKER e HERMAN, 1984; TYACK e WHITEHEAD 1983), como sinais agressivos durante exibições de ameaças em encontros agonísticos (TYACK, 1981; DEAKOS, 2002) e usado para defesa contra orcas (CHITTLEBOROUGH, 1953). E no estudo de Kavanagh et al. (2016), foi considerada que este comportamento pode ter um papel de interação dentro do grupo, além do comportamento salto de caudal diminuir significativamente com o aumento da profundidade da água. Para entender melhor esta relação, estudos relacionando os comportamentos aéreos percussivos e batimetria devem ser incluídos para melhor elucidar questões como essa na costa brasileira.

O comportamento de salto também aconteceu em todos os tipos de composição de grupo em Serra Grande, porém não foi observada variação da ocorrência deste comportamento com a composição de grupo. Segundo o estudo de Maricato et al. (2017), os saltos predominaram em relação a outros comportamentos em adultos solitários mais do que em outros tipos de grupo, o que também foi relatado no leste da Austrália, sugerindo que os saltos podem ser um sinal entre diferentes grupos (DUNLOP et al., 2008). Pesquisas propõem que o som feito pelo salto é usado para sinalizar grupos próximos (DUNLOP et al. 2008), e é mais provável de ser usado para sinalização entre grupos quando a velocidade do vento e, portanto, os níveis de ruído de fundo, aumentam (WHITEHEAD 1985, DUNLOP et al. 2010). Saltos seriam menos prováveis de serem usados para mediar interações de curto alcance, como a fissão ou fusão de um grupo, e é mais provável que seja usado para sinalizar para outros grupos na área. Durante os anos de 2014 e 2015 houve a maior média de taxa de comportamento de salto, anos estes que apresentaram as menores abundâncias relativas, deste modo, as baleias-jubarte podem ter utilizado mais este comportamento para conseguir estabelecer um meio de se comunicar entre grupos, quando somente a vocalização, seu meio de sinalização primário, não foi o suficiente.

Segundo estudo de Kavanagh et al. (2016), o comportamento de batida de caudal pode desempenhar um papel na comunicação entre os grupos, quando os grupos estão perto um do outro, pois foi visualizado em grupos antes de se fusionarem e também aconteceu durante a fissão de grupos de baleias-jubarte. O que indica que o

comportamento de batida de caudal é potencialmente importante para mediar essas interações sociais. O uso de batidas de caudal por baleias-jubarte também foi visto nas áreas de reprodução do Havaí e nas águas costeiras do Equador em um contexto semelhante, durante interações de grupo (BAKER e HERMAN 1984, FELIX e HAASE 2001), apoiando esta hipótese. Baker e Herman (1984) e Silber (1986) sugeriram que a batida de caudal é um comportamento agonístico nas baleias-jubarte, e provavelmente é usado em grupos competitivos, onde vários machos estão competindo pelo acesso a uma fêmea. Esses estudos registraram incidências de ataques, em que uma baleia-jubarte usou sua nadadeira caudal para golpear fisicamente outro animal. Outros estudos também relataram que o comportamento de batida de caudal seria parte de exhibições de ameaças em encontros agonísticos (TYACK, 1981; TYACK & WHITEHEAD, 1983; DEAKOS, 2002). No estudo de Kavanagh et al. (2016), as batidas de caudal foram observadas em todos os tipos de composição de grupo, o que também aconteceu no presente estudo, e até os filhotes foram registrados fazendo este comportamento. A batida de caudal foi registrada durante fusão e fissão de grupos, em grupos que estavam perto, o que pode indicar um tipo de interação entre grupos, e também foram feitos simultaneamente por fêmea e filhote. Segundo Kavanagh et al. (2016), em grupos com fêmeas e filhotes esse comportamento pode funcionar como uma forma de brincadeira, seja como prática de comportamentos de adultos ou como brincadeira social, principalmente quando vários filhotes estão juntos. Sendo assim, a batida de caudal pode ter múltiplas funções dependendo da composição do grupo. Portanto, a variação que ocorreu entre os anos dos três tipos de comportamentos aéreos percussivos comentados acima pode ter sido devido as suas diversas funções e aos complexos tipos de interações diferentes que as baleias-jubarte participam durante toda a temporada reprodutiva.

Uma outra variável que apresentou diferenças significativas nas taxas de comportamentos de batida de caudal foi o estado do mar. As maiores médias de taxa deste comportamento foram registradas quando o estado do mar estava em 3 e 4 na escala Beaufort, em que há maior agitação no mar e maior perturbação sonora no ambiente. As baleias-jubarte, como todos os mamíferos marinhos, estão expostas a muitas fontes de sons e são uma espécie que depende da comunicação vocal (PAYNE & MCVAY 1971), mas também produzem sons gerados pelo impacto de seus corpos na superfície (DUNLOP, 2010). Estudos mostram que a proporção de sons produzidos a partir de comportamentos aéreos percussivos aumenta conforme o nível de ruído, devido

à velocidade do vento, aumenta (HERMAN & ANTINOJA, 1977; SCOTT & WINN, 1979; DUNLOP et al., 2010). Segundo um estudo feito por Dunlop et al. (2010), além da proporção de comportamentos aéreos percussivos aumentar, a proporção de vocalização diminuiu em ambiente com maior velocidade de vento, sugerindo que deve haver semelhança de função entre comportamentos aéreos percussivos e vocalizações, reforçando ainda mais a hipótese de que sons gerados a partir de comportamentos aéreos percussivos são um meio de comunicação. Segundo Dunlop et al. (2010), os sinais gerados por comportamentos aéreos percussivos também podem ter uma característica adicional. Comportamentos como batida de caudal, batida de peitoral e salto de caudal apresentam um componente visual, que melhora a percepção do receptor do sinal vocal em períodos de maior som no ambiente. No entanto, isso só pode ser aplicável a grupos de animais, como grupos competitivos, nos quais os membros do grupo estão dentro do alcance visual uns dos outros (DUNLOP et al., 2010).

O som encontrado no ambiente é um aspecto importante do habitat marinho (RICHARDSON et al., 1995, HALPERN et al., 2008). Ele é parte de um campo sonoro em que os sinais devem ser detectados. Em ambientes com muito ruído, as vezes é difícil atribuir um determinado som a uma fonte em particular. O caráter dos sons do ambiente resulta tanto das características da multiplicidade de fontes sonoras quanto da capacidade do som de se propagar com eficiência de um local para outro. O som é uma forma extremamente eficiente de propagar energia através do oceano, e organismos marinhos evoluíram para explorar essa propriedade (HILDEBRAND, 2009) usando a comunicação acústica como principal meio de comunicação. Um dos conceitos mais fundamentais na comunicação animal é que o receptor receba o sinal de comunicação enviado. Os sons encontrados no ambiente marinho são uma restrição importante na detecção de sinal, pois pode mascarar sinais relevantes para receptores em potencial, porém a flexibilidade comportamental permitiu que os animais lidassem com as variações naturais dos sons encontrados no ambiente (DUNLOP et al., 2010). Segundo Dunlop et al. (2010), uma resposta comum dos animais em períodos de aumento do ruído de fundo é modificar seus sinais acústicos ou mudar o tipo de sinal. Este tipo de informação estudado em nível individual de cada um dos tipos de comportamentos aéreos percussivos pode ser o foco de pesquisas futuras, pois aumentaria a compreensão das funções de comportamentos específicos para adultos e filhotes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ANDRIOLO A, MARTINS CCA., ENGEL MH., PIZZORNO JL., MÁSROSA S, FREITAS, AC, MORETE ME., KINAS PG (2006) The first aerial survey of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to estimate abundance in the breeding ground off Brazil (Breeding Stock A). *Journal of Cetacean Research and Management* 8, 307-311.

ANDRIOLO A, ENGEL MH, KINAS P, MARTINS CCA (2010) Humpback whales within the Brazilian breeding ground: distribution and population size estimate. *Endangered Species Research* 11, 233-243.

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

BAKER CS, HERMAN LM (1984) Aggressive behavior between humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) wintering in Hawaiian waters. *Canadian Journal of Zoology*, 62, 1922-1937.

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*, v. 20, n. 4, p. 880–885.

BARENDSE J, BEST PB, THORNTON M, POMILLA C, CARVALHO I, ROSENBAUM HC (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.

BEST PB, SEKIGUCHI S, FINDLAY KP (1995) A suspended migration of humpback whales *Megaptera novaeangliae* on the west coast of South Africa. *Marine Ecology Progress Series* 118:1-12.

BISI TL (2006) 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.

BORTOLOTTO GA. et al. (2016) Whale, Whale, Everywhere: Increasing Abundance of Western South Atlantic Humpback Whales (*Megaptera novaeangliae*) in Their Wintering Grounds. *PLoS ONE*, v. 11, n. 10, p. e0164596.

BROWN MR, CORKERON PJ (1995) Group characteristics of migrating humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) migrating off Point Lookout, Queensland. *Behaviour* 132: 163-179.

BRUCE E, ALBRIGHT L, SHEEHAN S, BLEWITT M (2014) Distribution patterns of migrating humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Jervis Bay, Australia: a spatial analysis using geographical citizen science data. *Applied Geography* 54, 83–95.

CAMPELO M (2020) Atividade vocal dos cantores de baleia-jubarte (*megaptera novaeangliae*) em uma área reprodutiva no sul da Bahia: construindo uma linha de base

antes da instalação de um complexo portuário. Dissertação (Mestrado em ecologia e conservação da biodiversidade). Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilheus, Bahia.

CHITTLEBOROUGH RG (1953) Aerial observations on the Humpback whale, *Megaptera nodosa* (Bonnaterre), with notes on other species. Australian Journal of Marine and Freshwater Research 4, 219-227.

CLAPHAM PJ, PALSBOOLL PJ, MATTILA DK, VASQUEZ O (1992) Composition and dynamics of humpback whale competitive groups in the West Indies. Behaviour 122: 182-194.

CLAPHAM PJ (1996) The social and reproductive biology of humpback whales: An ecological perspective. Mammal Review 26: 27-49.

CLAPHAM PJ, MEAD JG (1999) *Megaptera novaeangliae*. Mammalian Species. 9 pp

CLAPHAM PJ (2000) The Humpback Whale: Seasonal Feeding and Breeding in a Baleen Whale. In: Mann, J., Connor, R.C., Tyack, P.L. & Whitehead, H. (Eds) Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales. Chicago: The University of Chicago Press, 173-196.

CRAIG AS, HERMAN LM, PACK AA (2002) Male mate choice and male-male competition coexist in the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). Canadian Journal of Zoology 80:745-755.

DALLA ROSA L, SECCHI ER, MAIA YG, ZERBINI AN, HEIDE-JØRGENSEN MP (2008). Movements of satellite-monitored humpback whales on their feeding ground along the Antarctic Peninsula. *Polar Biology*, 31(7), 771-781.

Danilewicz D, TAVARES M, MORENO IB, OTT PH, TRIGO CC (2009). Evidence of feeding by the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) in mid-latitude waters of the western South Atlantic. *Marine Biodiversity Records*, 2.

Darling JD, Gibson KM, Silber GK (1983) Observations on the abundance and behavior of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off West Maui, Hawaii, 1977-79. Pages 201-222 in Communication and Behavior of Whales. Payne, R. (Ed.) Westview Press, Boulder, CO.

Dawbin WH (1966) The seasonal migratory cycle of Humpback whales. In Whales, dolphins, and porpoises (ed. K.S. Norris), pp. 145–170. Berkeley: University of California Press.

DUNLOP RA, CATO DH, NOAD MJ (2008) Non-song acoustic communication in migrating humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). Marine Mammal Science, 24(3), pp.613-629.

DUNLOP RA, CATO DH, NOAD MJ (2010) Your attention please: increasing ambient noise levels elicits a change in communication behavior in humpback whales (*Megaptera*

novaeangliae). Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 277(1693), 2521-2529.

EDDS PL, MACFARLANE JAF (1987) Occurrence and general behavior of balaenopterid cetaceans summering in the St. Lawrence Estuary, Canada. Can. J. Zool. 65. 1363-1376.

ERSTS PJ, ROSENBAUM HC (2003) Habitat preference reflects social organization of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on a wintering ground. J. Zoo. 260:337–345.

FELIX F, HAASE B (2001) The humpback whale off the coast of Ecuador, population parameters and behavior. Revista de Biología Marina y Oceanografía 36:61–74.

FELIX F (2004) Assessment of the level of surface activity in humpback whales during the breeding season. Latin American Journal of Aquatic Mammals, 25-36.

FÉLIX F, BOTERO-ACOSTA N (2012) Evaluating humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) social behaviour through sexing active individuals. Aquatic Mammals, 38(3), p.311.

FREIRE AFM, DOMINGUEZ JML (2006) The holocene sequence of the central continental shelf of the State of Bahia, Brazil. Boletim Geociências Petrobras 14, 247-267.

GAILEY G, ORTEGA-ORTIZ JG (2002) A note on a computer-based system for theodolite tracking of cetaceans. Journal of Cetacean Research and Management 4:213–218.

GONÇALVES MIC, SOUSA-LIMA RS, TEIXEIRA NN, MORETE ME, CARVALHO GH, FERREIRA HM, BAUMGARTEN JE (2018a) Low latitude habitat uses patterns of a recovering population of humpback whales. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 98(5), 1087-1096.

GONÇALVES MIC, SOUSA-LIMA R, TEIXEIRA NN, CARVALHO GH, SCHIAVON DD, BAUMGARTEN J (2018b) Movement patterns of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) reoccupying a Brazilian breeding ground. Biota Neotropica 18, e20180567.

HALPERN BS, WALBRIDGE S, SELKOE KA, KAPPEL CV and others (2008) A Global map of human impact on marine ecosystems. Science 319:948–952

HERMAN, L.M. and ANTINOJA, R.C. (1977) Humpback whales in the Hawaiian breeding waters: Population and group characteristics. Scientific Reports, Whales Research Institute 29: 59-85

HERMAN LM, TAVOLGA WN (1980) The communication systems of Cetaceans. Pages 149-209 in Cetacean Behavior: Mechanisms & Functions. Herman, L.M. (Ed.) John Wiley & Sons. New York. 463pp.

HILDEBRAND JA (2009). Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. Marine Ecology Progress Series, 395, 5-20.

HONDA LK (2016) Ecologia do movimento de machos cantores de baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) no sítio reprodutivo de Abrolhos - BA. 62 pp. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

KAVANAGH AS, OWEN K, WILLIAMSON MJ, BLOMBERG SP, NOAD MJ, GOLDIZEN AW, KNIEST E, CATO DH, DUNLOP RA (2016) Evidence for the functions of surface-active behaviors in humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *Marine Mammal Science* 33(1), 313–334.

KENNEDY AS, ZERBINI AN, VÁSQUEZ OV, GANDILHON N, CLAPHAM PJ, ADAM O (2014) 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.

LUNARDI DG, ENGEL MH, MACEDO RHF (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.

MARICATO G, LODI LF, ABRAS DR (2017) Assessment of the aerial behaviors of humpback whales, *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781), in coastal areas in Northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoociências*, 18(3).

MARTINS CCA, MORETE ME, ENGEL MH, FREITAS AC, SECCHI ER, KINAS PG (2001) Aspects of habitat use patterns of humpback whales in the Abrolhos Bank, Brazil, breeding ground. *Mem. Queensl. Mus.* 27(2):563-570.

MOBLEY JR, HERMAN LM (1985) Transience of social affiliations among humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the Hawaiian wintering grounds. *Canadian Journal of Zoology* 63: 762-772.

MORAIS IOB et al. (2016) 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.

MORETE ME, PACE RM, MARTINS CCA, FREITAS AC, ENGEL MH (2003) Indexing seasonal abundance of humpback whales around Abrolhos Archipelago, Bahia, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 2, 21-28.

MORETE ME, BISI TL, ROSSO S (2007) 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 ME, BISI TL, PACE RM, 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(6), 1229-1235.

MUGGEO VMR (2008) segmented: An R Package to Fit Regression Models with BrokenLine Relationships. *R news* 8, 20-25.

NORRIS KS, VILLA-RAMIREZ B, NICHOLS G, WURSIG B, MILLER K (1983) Lagoon entrance and other aggregations of gray whales. *In* *Communication and behavior of whales*. Edited by R. S. Payne. Westview Press, Boulder, CO. pp. 259-294.

PAVANATO HJ et al. (2017) Estimating humpback whale abundance using hierarchical distance sampling. *Ecological Modelling*, v. 358, p. 10-18.

PAYNE RS, MCVAY S (1971) Songs of humpback whales. *Science* 173, 585– 597.

PAYNE KB, TYACK P, PAYNE RS (1983) Progressive changes in the songs of Humpback Whales (*Megaptera novaeangliae*): a detailed analysis of two seasons in Hawaii. *In*: Payne R.S. (Eds). *Communication and behavior of whales*. Boulder, Colorado: Westview Press, 9-57.

PAYNE RS (1990) Behavior of southern right whales (*Eubalaena australis*). University of Chicago Press, Chicago. In press.

PRATES APL, GONÇALVES MA, ROSA MR (2012) Panorama da Conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil. Brasília: MMA.

RICHARDSON WJ, GREENE CRJ, MALME CI, THOMSON DH (1995) Marine mammals and noise. Academic Press, San Diego, CA.

RIGHI, BM (2020) Diferenças latitudinais e batimétricas influenciam o uso de habitat e os padrões de movimentação das baleias-jubarte. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade). Universidade Estadual de Santa Cruz.

RIEKKOLA L, ANDREWS-GOFF V, FRIEDLAENDER A, ZERBINI AN, CONSTANTINE R (2020) Longer migration not necessarily the costliest strategy for migrating humpback whales. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*.

ROSSI-SANTOS MR, NETO ES, BARACHO CG, CIPOLOTTI SR, MARCOVALDI E, ENGEL MH (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.

SCHULER AR, PIWETZ S, Di CLEMENTE J, STECKLER D, MUETER F, PEARSON HC (2019) Humpback whale movements and behavior in response to whale-watching vessels in Juneau, AK. *Frontiers in Marine Science* 6: 710.

SCOTT GP, WINN HE (1979) Comparative evaluation of aerial and shipboard sampling techniques for estimating the abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). Rhode Island, University of Rhode Island Press.

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

SICILIANO S, CARDOSO J, FRANCISCO A, MOREIRA SC (2019) 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.

SILBER GK (1986) The relationship of social vocalizations to surface behavior and aggression in the Hawaiian humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). Canadian Journal of Zoology 64: 2075-2080.

TYACK P (1981) Interactions between singing Hawaiian humpback whales and conspecifics nearby. Behavior Ecology and Sociobiology 8: 105-116.

TYACK P, WHITEHEAD H (1983) Male competition in large s of wintering humpback whales. Behaviour 83: 132-154.

VALSECCHI E, HALE P, CORKERON P, AMOS W (2002) Social structure in migrating humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). Molecular Ecology 11: 507-518.

VANICEK P, KRAKIWSKY EJ, (1996) Geodesy: The Concepts. North - Holland Publishing Company.

VERSIANI LL, AZEVEDO CS (2020). Surface activity of Humpback whales *Megaptera novaeangliae* (Cetacea, Mysticeti) on the northern coast of Bahia, Brazil. *Revista Brasileira de Zoociências*, 21(1), 1-12.

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

WHITEHEAD HP (1985) Why whales leap. Scientific American 252, 84-93.

ZERBINI AN et al. (2004) Winter distribution and abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off Northeastern Brazil. Journal of Cetacean Research Manager, v. 6, n. 1, p. 101–107.

ZERBINI AN, ANDRIOLO A, HEIDE-JØRGENSEN MP, PIZZORNO JL, MAIA YG, VANBLARICOM GR, DEMASTER DP, SIMÕES-LOPES PC, MOREIRA S, BETHLEM C (2006) Satellite-monitored movements of humpback whales *Megaptera novaeangliae* in the Southwest Atlantic Ocean. Marine Ecology Progress Series 313, 295-304.

3. CONCLUSÕES GERAIS

A partir dos resultados deste estudo e da literatura consultada, pode-se inferir que comportamentos aéreos percussivos são um tipo de comunicação empregada pelas baleias-jubarte, que possuem diversas funções e estão presentes em diferentes tipos de interações, podendo ser intermediadores de fissões e fusões de grupos e também sinais de comunicação entre grupos, como os saltos. Os adultos solitários foram os que apresentaram maior média de taxa de comportamentos aéreos percussivos, o que mostra o importante papel de comunicação entre grupos que os comportamentos aéreos percussivos possuem. As fêmeas com filhotes apresentaram a segunda maior média de taxa de comportamentos aéreos percussivos, e usam da região de Serra Grande para descansar, amamentar e também para fazer comportamentos aéreos percussivos, atividade importante para o desenvolvimento dos filhotes.

Segundo os resultados, a abundância relativa de baleias-jubarte apresenta uma relação inversa com as taxas de comportamentos aéreos percussivos, pois à medida que a abundância relativa aumentou a taxa de comportamentos aéreos percussivos diminuiu. Foi encontrada também uma relação inversa entre os comportamentos aéreos percussivos e as atividades vocais, analisadas a partir do estudo de Campelo (2020), feito durante os mesmos anos e na mesma região. Assim, estes comportamentos poderiam ser um tipo de sinal secundário ou comportamento de sinalização, que desempenha a mesma função do sinal primário, a vocalização, mas que é mais empregado conforme a necessidade do cenário em que os animais se encontram. E, por isso, ao longo dos anos de monitoramento, as taxas dos cinco tipos de comportamentos aéreos percussivos registrados, saltos, saltos de caudal, batida de peitoral, batida de cabeça e batida de caudal, mostraram variações, pois estão atrelados as interações sociais e ao ambiente, como foi o caso da batida de caudal que apresentou diferenças significativas em diferentes níveis da escala Beaufort, usada para medir o estado do mar, apresentando maiores médias durante Beaufort 3 e 4, quando há maior perturbação sonora no ambiente, o que pode ter levado as baleias-jubarte a usarem deste comportamento aéreo percussivos como um sinal secundário para conseguir passar o sinal necessário para os possíveis receptores.

Todos os cinco tipos de comportamentos aéreos percussivos foram registrados em todos os cinco tipos de composição de grupo, adultos solitários, duplas, múltiplos, FEFIs e

FEFIEP/+, o que pode sugerir que cada um deles possua funções variadas e possam ser usados em situações diferentes e até por classes diferentes, já que tanto os adultos quanto os filhotes executam esses comportamentos.

Os resultados e análises do presente estudo corroboram com a literatura ao entender os comportamentos aéreos percussivos como parte essencial do repertório de comunicação entre grupos e dentro de grupos das baleias-jubarte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALLEN, J., WEINRICH, M., HOPPITT, W., RENDELL, L. **Network-based diffusion analysis reveals cultural transmission of lobtailing in humpback whales**. *Science*, 340(6131), 485-488. 2013.

ANDRADE, L., SICILIANO, S., CAPISTRANO, L. **Movimentos e atividades do boto *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) na Baía de Guanabara – Rio de Janeiro**. In: Reunião de trabalho de especialistas em mamíferos aquáticos da América do Sul, 2. Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, Rio de Janeiro, pp 49-55. 1987.

ANDRIOLO, A., MARTINS, C.C.A., ENGEL, M.H., PIZZORNO, J.L., MÁSROSA, S., FREITAS, A.C., MORETE, M.E., KINAS, P.G. **The first aerial survey of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to estimate abundance in the breeding ground off Brazil (Breeding Stock A)**. *Journal of Cetacean Research and Management* 8, 307-311. 2006.

ANDRIOLO, A., ENGEL, M.H., KINAS, P., MARTINS, C.C.A. **Humpback whales within the Brazilian breeding ground: distribution and population size estimate**. *Endangered Species Research* 11, 233-243. 2010.

AU, W.W.L. **Hearing in whales and dolphins: An overview**. In: Au, W.L.A., Popper, N.A. & Fay, R.R. (Eds.). *Hearing by Whales and Dolphins*. New York: Springer, 2000, 1-42. 2000.

BAKER, C. S., HERMAN, L. M. **Aggressive behavior between humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) wintering in Hawaiian waters**. *Canadian Journal of Zoology*, 62, 1922-1937. <http://dx.doi.org/10.1139/z84-282>. 1984.

BALCOMB, K. C., BORAN, J. R., OSBORNE, R. W., HAENEL, N. J. **Observations of killer whales (*Orcinus orca*) in greater Puget Sound, State of Washington**. U.S. Dep. Commer. NTIS PB90-224728. 1980.

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

CARTWRIGHT, R., NEWTON, C., WEST, K. M., RICE, J., NIEMEYER, M., BUREK, K., WILSON, A., WALL, A. N., REMONIDA-BENNETT, J., TEJEDA, A., MESSI, S., MARCIAL-HERNANDEZ, L. **Tracking the development of muscular myoglobin stores in mysticete calves.** Plos One 11: e0145893. 2016.

CLAPHAM, P.J. **The Humpback Whale: Seasonal Feeding and Breeding in a Baleen Whale.** In: Mann, J., Connor, R.C., Tyack, P.L. & Whitehead, H. (Eds) Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales. Chicago: The University of Chicago Press, 173-196. 2000.

CLARK, C.W. **Acoustic communication and behavior of the southern right whale (*Eubalaena australis*).** Communication and behavior of whales, 163-198. 1983.

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

CROLL, D.A., CLARK, C.W., ACEVEDO, A., TERSHY, B., FLORES, S., GEDAMKE, J., URBAN, J. **Bioacoustics: Only male fin whales sing loud songs.** Nature 417(6891), 809. 2002.

CUMMINGS, W.C., THOMPSON, P.O. **Underwater sounds from the blue whale, *Balaenoptera musculus*.** The journal of the Acoustical Society of America 50(4B), 1193-1198. 1971.

DEAKOS, M. H. **Humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) communication: The context and potential functions of pec-slapping behavior on the Hawaiian wintering grounds** (Master of Science dissertation). University of Hawaii at Manoa. 2002.

DUARTE, C.M., CHAPUIS, L., COLLIN, S.P., COSTA, D.P., DEVASSY, R.P., EGUILUZ, V.M., ERBE, C., GORDON, T.A., HALPERN, B.S., HARDING, H.R. and HAVLIK, M.N., **The soundscape of the Anthropocene ocean.** *Science*, 371(6529). 2021.

DUDZINSKI, K. M., GREGG, J. D. Communication, Editor(s): Bernd Würsig, J.G.M. Thewissen, Kit M. Kovacs. **Encyclopedia of Marine Mammals** (Third Edition), Academic Press, Pages 210-215. doi.org/10.1016/B978-0-12-804327-1.00096-0. . 2018.

DUNLOP, R.A., NOAD, M.J., CATO, D.H., STOKES, D. **The social vocalization repertoire of east Australian migrating humpback whales (*Megaptera novaeangliae*).** The Journal of the Acoustical Society of America 122(5), 2893. 2007.

DUNLOP, R.A., CATO, D.H., NOAD, M.J. **Non-song acoustic communication in migrating humpback whales (*Megaptera novaeangliae*).** Marine Mammal Science, 24(3), pp.613-629. 2008

DUNLOP, R.A., CATO, D.H. & NOAD, M.J. **Your attention please: increasing ambient noise levels elicits a change in communication behavior in humpback whales (*Megaptera novaeangliae*).** Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 277(1693), 2521-2529. 2010.

EDDS, P. L. & MACFARLANE, J. A. F. **Occurrence and general behavior of balaenopterid cetaceans summering in the St. Lawrence Estuary, Canada.** Can. J. Zool. 65. 1363-1376. 1987.

FELIX, F. **Assessment of the level of surface activity in humpback whales during the breeding season.** Latin American Journal of Aquatic Mammals, 25-36. 2004.

FÉLIX, F., BEARSON, B., FALCONÍ, J. **Epizoic barnacles removed from the skin of a humpback whale after a period of intense surface activity.** Marine Mammal Science 22: 979-984. . 2006.

FÉLIX, F., BOTERO-ACOSTA, N. **Evaluating humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) social behaviour through sexing active individuals.** Aquatic Mammals, 38(3), p.311. 2012.

FORDYCE, R. E. 2018. Cetacean Evolution, Editor(s): Bernd Würsig, J.G.M. Thewissen, Kit M. Kovacs, Encyclopedia of Marine Mammals (Third Edition), Academic Press, Pages 180-185, ISBN 9780128043271. 2012.

GEDAMKE, J., COSTA, D.P., DUNSTAN, A. **Localization and visual verification of a complex minke whale vocalization.** The Journal of the Acoustical Society of America 109(6), 3038-3047. 2001.

GERHARDT, H.C., HUBER, F. **Acoustic Communication in Insects and Anurans: Common Problems and Diverse Solutions.** The University of Chicago Press, 531. 2002.

GONÇALVES, M.I.C., SOUSA-LIMA, R., TEIXEIRA, N.N., CARVALHO, G.H., SCHIAVON, D.D. & BAUMGARTEN, J. **Movement patterns of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) reoccupying a Brazilian breeding ground.** Biota Neotropica 18, e20180567. 2018.

HERMAN, L.M. 2016. **The multiple functions of male song within the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) mating system: review, evaluation, and synthesis.** Biological Reviews 92(3), 1795-1818. 2016.

IUCN. **The IUCN Red List of Threatened Species.** Version 2013.1. Geneva: IUCN. 2013.

JONES, M. L.; SWARTZ, S. L. **Gray Whale *Eschrichtius robustus*.** In: PERRIN, W. F.; WURSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. (Ed.). Encyclopedia of Marine Mammals. Amsterdam: Elsevier. p. 503-511. 2009.

KAVANAGH, A.S., OWEN, K., WILLIAMSON, M.J., BLOMBERG, S.P., NOAD, M.J., GOLDIZEN, A.W., KNIEST, E., CATO, D.H. & DUNLOP, R.A. **Evidence for the functions of surface-active behaviors in humpback whales (*Megaptera novaeangliae*).** Marine Mammal Science 33(1), 313–334. 2016.

KREBS, J.R., DAVIES, N.B. **Introdução à ecologia comportamental.** Atheneu, Editora. São Paulo, Brasil. 1996.

- LAMMERS, M.O., SCHOTTEN, M., AU, W.W.L. **The spatial context of free-ranging Hawaiian spinner dolphins (*Stenella longirostris*) producing acoustic signals.** The Journal of the Acoustical Society of America 119(2), 1244–1250. 2006.
- MARTINS, C.C.A., MORETE, M.E., ENGEL, M.H., FREITAS, A.C., SECCHI, E.R., KINAS, P.G. **Aspects of habitat use patterns of humpback whales in the Abrolhos Bank, Brazil, breeding ground.** Memoirs of the Queensland Museum 47, 563-570. 2001.
- MINTON, G.T.J.Q., COLLINS, T.J.Q., POMILLA, C., FINDLAY, K., ROSENBAUM, H.C., BALDWIN, R., BROWNELL Jr, R.L., ***Megaptera novaeangliae* (Arabian Sea subpopulation).** IUCN Red List of Threatened Species. 2008.
- MOBLEY, J.R., HERMAN, L.M., FRANKEL, A.S. **Responses of wintering humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to playback of recordings of winter and summer vocalizations and of synthetic sounds.** Behavioral. Ecology and Sociobiology 23, 211-223. 1988.
- MORETE, M.E., BISI, T.L., 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 88(6), 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, (Coastal Research Library). ISBN 978-3-319-56984-0. 2017.
- NORRIS, K. S., VILLA-RAMIREZ, B., NICHOLS, G., WURSIG, B., MILLER, K. **Lagoon entrance and other aggregations of gray whales. In Communication and behavior of whales.** Edited by R. S. Payne. Westview Press, Boulder, CO. pp. 259-294. 1983.
- NORRIS, K.S., WÜRSIG, B., WELLS, R.S. **Aerial behavior.** In: Norris, K.S., Würsig, B., Wells, R.S. & Würsig M. (Eds). The Hawaiian Spinner Dolphin. California: The Regents of the University of California, 103-121. 1994.
- OLESON, E.M., CALAMBOKIDIS, J., BURGESS, W.C., MCDONALD, M.A., LEDUC, C. A., HILDEBRAND, J.A. **Behavioral context of call production by eastern North Pacific blue whales.** Marine Ecology Progress Series 330, 269-284. 2007.
- OWEN, K., A. S. KAVANAGH, J. D. WARREN, M. J. NOAD, D. DONNELLY, A. W. GOLDIZEN, R. A. DUNLOP. **Potential energy gain by whales outside of the Antarctic: Prey preferences and consumption rates of migrating humpback whales (*Megaptera novaeangliae*).** Polar Biology (2016). doi:10.1007/s00300-016-1951-9. 2016.
- PALSBOLL, P.J., ALLEN, J., BERUBE, M., CLAPHAM, P.J., FEDDERSEN, T.P., HAMMOND, P.S., HUDSON, R.R., JORGENSEN, H., KATONA, S., LARSEN, A.H., LARSEN, F. **Genetic tagging of humpback whales.** Nature, 388(6644), pp.767-769. 1997.

- PARKS, S. E., CLARK, C. W., TYACK, P. L. **Short- and long-term changes in right whale calling behavior: the potential effects of noise on acoustic communication.** J. Acoustic. Soc. Am. 122, 3725–3731. . 2007
- PAYNE, R.S., MCVAY, S. **Songs of humpback whales.** Science 173, 585– 597. 1971.
- PAYNE, R.S. **Behavior of southern right whales (*Eubalaena australis*).** University of Chicago Press, Chicago. In press. 1990.
- PRATES, A. P. L.; GONÇALVES, M. A.; ROSA, M. R. **Panorama da Conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil.** Brasília: MMA. 2012.
- RAMOS, R. SICILIANO, S. RIBEIRO, R. **Monitoramento da Biota Marinha em Navios de Sísmica: Seis Anos de Pesquisa (2001-2007).** Vitória. Everest Tecnologia em Serviços. 2010.
- REEVES, R.R., STEWART, B.S., CLAPHAM, P.J., POWELL, J.A. **Guide to marine mammals of the world.** National Audubon Society. New York: Chanticleer Press, pp 528. 2002.
- RICHARDSON, W.J., GREENE, C.R.J., MALME, C.I., THOMPSON, D.H. **Marine Mammals and Noise.** Academic Press, 576. 1995.
- ROSSI-SANTOS, M. R. **Comportamento e ecologia acústica da baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) na região Nordeste do Brasil.** 173 f. Tese (Doutorado). Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2012.
- ROSSI-SANTOS, M. R. **Oil Industry and Noise Pollution in the Humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) Soundscape Ecology of the Southwestern Atlantic Breeding Ground.** Journal of Coastal Research, v. 31, n. 1, p. 184–195. 2015.
- SEBEOK, T.A. **Animal Communication: A communication network model for languages is applied to signaling behavior in animals.** Science 147(3661), 1006-1014. 1965.
- SHARPE, F.A., DILL, L.M., BEAVER, V., SPELLMAN, B. **Killing me softly: feeding calls of the Alaskan humpback whale.** Abstracts of the World Marine Mammal Science Conference. Monaco, pp 20-24. 1998.
- SHAUB, A., OSTWALD, J., SIEMERS, B. M. **Foraging bats avoid noise.** J. Exp. Biol. 211, 3174–3180. 2008.
- SMITH, J.N., GOLDIZEN, A.W., DUNLOP, R.A., NOAD, M.J. **Songs of male humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, are involved in intersexual interactions.** Animal Behaviour 76(2), 467-477. 2008.

SOUSA-LIMA, R.S., ENGEL, M.H., SÁBATO, V., LIMA, B.R., QUEIRÓZ, T.S., BRITO, M.R., FERNANDES, D.P., MARTINS, C.A.C., HATUM, O.S., CASAGRANDE, T., HONDA, R.K., GONÇALVES, M.I.C., BAUMGARTEN, J.E., ANDRIOLO, A., RIBEIRO, M.C. & CLARK, C.W. **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*, 23-40. 2018.

SMM. The Society of Marine Mammalogy. **List of marine mammal species and subspecies.** Disponível em: <https://marinemammalscience.org/science-and-publications/list-marine-mammal-species-subspecies/>. Acesso em: 10 de outubro de 2021.

STAMATION, K. A., CROFT, P. D., SHAUGHNESSY, WAPLES, K. A. **Observations of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) feeding during their southward migration along the coast of southeastern New South Wales, Australia: Identification of a possible supplemental feeding ground.** *Aquatic Mammals* 33:165-174. 2007.

TERVO, O.M., PARKS, S.E., MILLER, L.A. **Seasonal changes in the vocal behavior of bowhead whales (*Balaena mysticetus*) in Disko Bay, Western-Greenland.** *The Journal of the Acoustical Society of America* 126(3), 1570-1580. 2009.

WATERS, S., WHITEHEAD, H., **Aerial behaviour in sperm whales.** *Canadian Journal of Zoology*, 68(10), pp.2076-2082. 1990.

WATKINS, W.A., TYACK, P., MOORE, K.E., BIRD, J.E. **The 20-Hz signals of finback whales (*Balaenoptera physalus*).** *The Journal of the Acoustical Society of America* 82(6), 1901–1912. 1987.

WEINRICH, M.T., SCHILLING, M.R. & BELT, C.R. **Evidence for acquisition of a novel feeding behaviour: lobtail feeding in humpback whales, *Megaptera novaeangliae*.** *Animal behaviour*, 44(6), pp.1059-1072. 1992.

WHITEHEAD, H.P. **Why whales leap.** *Scientific American* 252, 84-93. 1985.

WHITEHEAD, H. **Culture and Social Learning**, Editor(s): Bernd Würsig, J.G.M. Thewissen, Kit M. Kovacs, *Encyclopedia of Marine Mammals (Third Edition)*, Academic Press, Pages 232-234. 2018.

WHITEHEAD, H., RENDELL, L. **The Cultural Lives of Whales and Dolphins.** Chicago: University of Chicago Press. 2021.

WILSON, D.E., REEDER, D.M. **Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference.** The Johns Hopkins University Press. 2005.

WINN, H.E., BEAMISH, P., PERKINS, P.J. **Sounds of two entrapped humpback whales *Megaptera novaeangliae* in Newfoundland.** *Marine Biology* 55, 151–155. 1979.

WÜRSIG, B., WÜRSIG, M. **Behavior and ecology of the dusky dolphin, *Lagenorhynchus obscurus*, in the South Atlantic.** Fish. Bull. 77, 871–890. 1980.

WÜRSIG, B., DORSEY, E. M., RICHARDSON, W. J., WELLS, R. S. **Feeding, aerial and play behavior of the bowhead whale, *Balaena mysticetus*, summering in the Beaufort Sea.** Aquatic Mammals. 15(1):27-37. 1989.

WÜRSIG, B., WHITEHEAD, H. **Aerial Behavior**, pp.5-11. *In*: PERRIN, W. F.: WÜRSIG, B., THEWISSEN, J. G. M. (EDS.). Encyclopedia of Marine Mammals, 2 ed. San Diego, Academic Press. 1352p. 2009.

WÜRSIG, B.; CIPRIANO, F.; WÜRSIG, M. **Dolphin Movement Patterns: Information from Radio and Theodolite Tracking Studies.** *In*: PRYOR, K.; NORRIS, K. S. (Ed.). Dolphin Societies - Discoveries and Puzzles. Berkeley: University of California Press, 1991. p. 79- 111. 1991.

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

ANEXO

Normas de formatação:

The copyediting instructions below represent a concise summary of the journal's formatting requirements. The instructions are intended for use by the authors during preparation of the final revised versions of their manuscripts, technical editors, copy editors and typesetters.

Author names

- Omit titles, degrees, etc.

- Provide ORCID if available Affiliation (Department,) Institution, City, Country

Article title Title of article: Subtitle of article

- Title: Sentence case

- Colon between title and subtitle (if any)

- No footnotes

• No bold (use when needed sub-/superscript, and/or italics only for the terms in Latin)

• Higher taxa within the title should be separated with commas and not with a semicolon Running head

• A short version of title up to 50 characters (including spaces); normally the short title should have been suggested by the authors and checked for clarity by the copy editor

Abstract

- No references to tables, figures, etc., no footnotes

• No citations (preferably) o If citations unavoidable: Complete citations, allowing unambiguous identification of cited publication!

- Should be written consistently in either third or first person

• Note: The abstract has to be a stand-alone entity, to present a really well written and concise summary of the article! A special care for copy editors to check!

- Designations of nomenclatural novelties should be in bold and spelled in the way suggested (sp. nov., gen. nov., comb. nov.) Keywords (up to 8 words) keyword a, keyword b, keyword n

- Do not repeat words from the title
- Listed in alphabetical order and separated by commas
- Lowercase letters, except proper names
- No bold font
- Without any punctuation marks after last keyword
- Table caption: Start with label "Table N." in bold. Sentence case, i.e.: o Table 2.

Table caption text.

- Numbered consecutively with Arabic numerals
- Heading for every column (including the leftmost!)
- No shading of cells, rows, columns; no colored fonts
- No horizontal or vertical lines in table body
- Same number of decimal places for same statistics (usually within same column)
- Text formatting in the cell without paragraph and line break
- Table must be in an editable format (.docx, .xlsx, etc., not as images)
- Caption and footnotes as texts (not as part of a table)

- Figure caption: Start with label "Figure N." in bold. Sentence case, i.e.: o Figure 6.

Figure caption text.

- Numbered consecutively with Arabic numerals
- Figure parts: Use capital letters in bold. No punctuation separator, i.e.: o Figure 1.

Figure general caption text. A part caption text B part caption text N part caption text.

- If abbreviations are used, these are placed after the parts with a colon, i.e.:

Abbreviations: xxxx

- If there are scale bars on the figure parts, reference to them is last and in the format: Scale bars: 20 μm (D, N, O, Q); 50 μm (F, K); 10 μm (G, P); 5 μm (H); 100 μm (M).
- High quality (at least 300 dpi)
- Text sharp and readable (e.g., no overlap of text and graphical elements like lines)
- White or transparent background
- No image border
- Caption as text (not as part of the image) Capitalization
- Article title: Sentence case
- Running head: Sentence case
- Section and subsection titles:
 - o For separated titles (usually H1-H3): Sentence case
 - o For paragraph titles (usually H4): Sentence case
- Table captions: Sentence case
- Headings of table rows and columns:
 - o Sentence case or lower case (check for consistency only!)
- Figure captions: Sentence case
- In text body: Nouns followed by numerals/letters (citations of figures, tables, appendices and supplementary files) e.g.:
 - o Fig. 4; Figs 1, 2; Table 2; Appendix 1
- In text body: Titles of articles, book chapters, books, tests
- In references: Sentence case Equations and statistical symbols
- Typeface
 - o standard typeface for Greek letters, sub-/superscripts, and abbreviations that are not variables
 - o italic typeface for all other statistical symbols
- Space before and after equal/inequality signs
- Same number of decimal places for decimal values
- Omit the zero before a decimal fraction, when the statistic cannot exceed 1, e.g., $p = .34$
 - o Alternative A: Omit the zero before a decimal fraction only for the following

statistics: p , r , R (and R^2), α (Cronbach's α), η^2 (Eta-Square, also ηp^2).
 B: If zero is omitted before a decimal fraction, this should be done consistently for the respective statistic.

- Standard formats for common statistics, e.g., $t(23) = 3.51$, $p = .002$ o commas (not semicolons!) between test statistics and p values o exact p values, if p not less than .001

Text body

- Regular font usage: o Main text o Abbreviations e.g., i.e., et al., etc., cf., vs. o Greek letter e.g., α , β , γ , δ , ϵ , σ , φ , χ , ω

- Italic font usage: o Scientific names of taxa of species and genera (authorities in regular font, not in italics) o Long direct quotations o Symbols for variables and constants, such as p , F , U , T , N , r , but not for SD (standard deviation), SE (standard error), DF (degrees of freedom), and NS (non significant). These symbols in illustrations and equations should be in italics to match the text. o Do not use italics for emphasis

- No underlining

- Bold font usage: o Subheadings, sections and subsections o Figure captions – For the label and designation of figure's parts:

- ♣ Figure 1. Figure general caption text. A part caption text B part caption text N part caption text. o Table captions – For the label:

- ♣ Table 1. Table caption text. o In systematic sections for specimen designation such us: holotype, paratype, syntype, lectotype, isotype, etc. o Abbreviations of institutions or morphological characters or indices listed alphabetically in the section Materials and methods, i.e.:

- ♣ NHML Natural History Museum, London

- ♣ MW Naturhistorisches Museum, Vienna

- ♣ EL length of elytra

- ♣ EW maximum width of elytra

- ♣ TL total length (PL+EL) o In species descriptions – designation of main anatomical structures followed by a colon mark, i.e. Head:..., Thorax:..., Legs:...,

Abdomen:..., etc., in this case these should be followed by a section describing other anatomical organs and structures attached to these. o Subsection "Specimens examined" - the preferred order is as follows, HOWEVER THESE FINE-GRAINED FORMATTING GUIDELINES ARE NOT COMPULSORY. Authors who follow the guidelines will benefit from the submission of their specimen records to GBIF after publication. The records on GBIF will bear the article citation details contributing to a wider dissemination and re-use of the published data.

♣ COUNTRY

- specimens [e.g. 1 ♂, size]; geographic/locality data [from largest to smallest]; coordinates; altitude/elevation/depth [using alt./m a.s.l. etc.]; date [format: 16 Jan. 1998]; collector [followed by "leg."]; other collecting data [e.g. micro habitat/host/method of collecting]; barcodes/identifiers [e.g. GenBank: MG779236]; institution code and specimen code [e.g. CBF 06023]. For Example: Holotype: CHINA

- ♀; Sichuan, Kangding; 30.04°N, 101.57°E; 15.VI.2017; Yanzhou Zhang leg.; Hyp-2018-06, original number ZYZ-2017- 28. Paratypes: CHINA

- 1♀1♂; Sichuan, Kangding; 29.VI.2017; Yanzhou Zhang leg.; Hyp-2018-01, Hyp-2018-02, original number ZYZ-2017-08

- 1♀; Sichuan: Kangding; 2.VIII.2017; Yanzhou Zhang leg.; Hyp-2018-03, original number ZYZ-2017-20

- 1♂, Sichuan: Kangding; 29.VI.2017; Yanzhou Zhang leg.; Hyp-2018-08, original number ZYZ-2017-029.

♣ Punctuation: A bullet point "•" (unicode: 2022) is used to signify the beginning of a material citation. Within each citation, the different fields are delimited by a semicolon. A single field can be composed of several elements, which are separated by commas (e.g. the details region, area, town and street for the 'locality' field). Semicolons should not be used elsewhere in a material citation.

♣ Repetitive data: Authors can indicate repetitive data with indications such as "same data as for holotype", "same data as for preceding", "same locality", "ibid", etc. as long as the same method and wording are used consistently throughout the paper.

- ♣ 'Missing' elements: It is not necessary to include information such as "no date" or "no locality data"; just list the elements that are available.

- ♣ see more details here

- Quotation marks
 - o Avoid quotation marks except for direct quotations, words defined by the author, and words used in unusual contexts.
 - o Short quotations should be embedded in the text and enclosed in double quotation marks ("). Long quotations should be on a separate line, italicized, but without quotation marks.
 - o Single quotation marks are to be used only for a quotation that occurs within another quotation.

- Hyphen and dash characters
 - o Consistent use of (-, –, —).
 - o In contrast to parentheses an em-dash can be used alone.
 - o En-dashes and em-dashes should not be spaced.

- ♣ Hyphens (-) are used to:

- ♣ link words such as personal names, some prefixes and compound adjectives (the last of which vary depending on the style manual in use)

- ♣ En-dash (–) or en-rule (the length of an 'n') is used to:

- ♣ link spans.

- ♣ link numerals, sizes, dates and page numbers (e.g., 1977–1981; figs 5–7; pp. 237–258)

- ♣ geographic or name associations (e.g., Murray–Darling River; a Federal–State agreement)

- ♣ character states combinations (e.g., long–pubescent or red–purple).

- ♣ Em-dash (—) or em-rule (the length of an 'm') should be used rarely:

- ♣ only for introducing a subordinate clause in the text that is often used much as we use parentheses. Section hierarchy

- No more than 4 levels, from hierarchical level 1 (H1) to hierarchical level 4 (H4)

- Unambiguous hierarchy levels

- No numbering of hierarchical levels Section titles

- Capitalization:
 - o For separated titles (usually H1-H3): Sentence case
 - o For paragraph titles (usually H4): Sentence case

- Funding
 - o If missing, add the following statement (depending on the number of authors):

- ♣ The author has no funding to report.

- ♣ The authors have no funding to report.

- Competing interests
 - o If missing, add the following statement (depending on the number of authors):

- ♣ The author has declared that no competing interests exist.

- ♣ The authors have declared that no competing interests exist.

- Acknowledgements (= non-financial support)
 - o If missing, add the following statement (depending on the number of authors):

- ♣ The author has no support to report.

- ♣ The authors have no support to report.

- Data Resources (mandatory for empirical articles) Geographical coordinates One of the following formats should be used:

- Degrees, Minutes and Seconds (DMS), i.e.:
 - o $36^{\circ}31'21''\text{N}$; $114^{\circ}09'50''\text{W}$
- Degrees and Decimal Minutes (DDM), i.e.:
 - o $36^{\circ}31.46'\text{N}$; $114^{\circ}09.84'\text{W}$

- Decimal Degrees (DD), i.e.:
 - o 36.5243°S ; 114.1641°W
 - o -36.5243 ; -114.1641
 (using minus to indicate southern and western hemispheres)

- References
 - o 1-2 authors

- ♣ Jackson and Miller (2012) found out that...

- ♣ A recent study (Jackson and Miller 2012) confirmed that...
 - o 3 or more authors

- ♣ Jackson et al. (2012) found out that...

- ♣ A recent study (Jackson et al. 2012) confirmed that...
 - o Multiple sources in chronological order:

- ♣ same authors different years - separated by a comma:
- ♣ Jackson and Miller (2012, 2015) found out that...
- ♣ Recent studies (Jackson et al. 2012, 2015) confirmed that...
- ♣ different authors - separated by a semicolon:
- ♣ (Smith et al. 1998, 2000, 2016; Brock and Gunderson 2001; Felt 2006)
- ♣ two or more fully identical citations (the same authors and years) are distinguished by adding the letters 'a', 'b', 'c', etc. after the year:
 - ♣ Jackson 2008a, 2008b
 - ♣ Jackson and Miller 2014a, 2014b
 - ♣ Reyes-Velasco et al. 2018a, 2018b o Sources with page numbers
 - ♣ Jackson and Miller (2012: 120–121) found out that
 - ♣ A recent study (Jackson and Miller 2012: 120) confirmed that
 - Figures: o Fig. 1 o Fig. 1A, B o Fig. 1A–D o Figs 1, 2 o Figs 1–3 o Figs 1A, B, 3F, G, 7A
 - Tables: o Table 1 o Tables 1, 2 o Tables 1–3
 - Appendixes: o Appendix 1 o Appendices 1, 2 o Appendices 1–4
 - Referenced materials from other sources: o All figures, tables, etc., from other sources should be written with small letters i.e.: see fig. 2 in Author (Year) ... References
 - Author names: surname first; all given names abbreviated, no full stops, commas or spaces, i.e.: o Lyal CHC o van Tol J o de Albuquerque PRA
 - Different authors separated by comma
 - Year in brackets; no comma or full stop after it
 - No italics (except for Latin terms)

Published papers: Polaszek A, Alonso-Zarazaga M, Bouchet P, Brothers DJ, Evenhuis NL, Krell FT, Lyal CHC, Minelli A, Pyle RL, Robinson N, Thompson FC, van Tol

J (2005) ZooBank: The openaccess register for zoological taxonomy: Technical Discussion Paper. *Bulletin of Zoological Nomenclature* 62: 210–220.

Accepted papers: Same as above, but "in press" appears instead of the year in parentheses.

Electronic journal articles: Mallet J, Willmott K (2002) Taxonomy: Renaissance or Tower of Babel? *Trends in Ecology and Evolution* 18(2): 57–59. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(02\)00061-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(02)00061-7)

Paper within conference proceedings: Orr AG (2006) Odonata in Bornean tropical rain forest formations: Diversity, endemism and applications for conservation management. In: Cordero Rivera A (Ed.) *Forest and Dragonflies. Fourth WDA International Symposium of Odonatology, Pontevedra (Spain), July 2005*. Pensoft Publishers, Sofia-Moscow, 51–78.

Book chapters: Mayr E (2000) The biological species concept. In: Wheeler QD, Meier R (Eds) *Species concepts and phylogenetic theory: A debate*. Columbia University Press, New York, 17–29.

Books: Goix N, Klimaszewski J (2007) *Catalogue of Aleocharine Rove Beetles of Canada and Alaska*. Pensoft Publishers, Sofia-Moscow, 166 pp.

Book with institutional author: ICZN [International Commission on Zoological Nomenclature] (1999) *International code of zoological nomenclature. Fourth Edition*. The International Trust for Zoological Nomenclature, London. PhD thesis: Dalebout ML (2002) *Species identity, genetic diversity and molecular systematic relationships among the Ziphiidae (beaked whales)*.

PhD Thesis, University of Auckland, Auckland, ## pp.

Link/URL: BBC News (2012) Island leopard deemed new species <http://news.bbc.co.uk/> [Accessed on dd.mm.yyyy]