



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA  
BIODIVERSIDADE**

**Estimativa do risco de colisão entre embarcações e baleias-jubarte numa  
área reprodutiva no Sul da Bahia frente à implantação de um complexo  
portuário**

**Orientador/e-mail:** Renata Sousa Lima / [sousalima.renata@gmail.com](mailto:sousalima.renata@gmail.com)

**Coorientador/e-mail:** Maria Isabel Gonçalves / [misabelcgoncalves@gmail.com](mailto:misabelcgoncalves@gmail.com)

**Nome do Candidato/e-mail:** Bruna Nascimento Moreira Pio Teixeira /  
[bruna.moreira.pio@gmail.com](mailto:bruna.moreira.pio@gmail.com)

**Nível/Ano de ingresso:** Mestrado / 2024

**Ilhéus 01/11/2024**

## RESUMO.

Entre os cetáceos ameaçados por colisões com embarcações, a baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) se destaca devido à sua vulnerabilidade pela utilização de águas mais costeiras para reprodução, que as tornam mais suscetível a interações com embarcações por causa dos padrões globais de comércio e transporte marítimo. No Hemisfério Sul, a população designada como “estoque A” se reproduz ao longo da costa brasileira, com o Sul da Bahia desempenhando um papel vital no ciclo reprodutivo. Esta região oferece um ambiente favorável para o acasalamento e cuidados iniciais com os filhotes. A futura implantação do complexo portuário no Sul da Bahia, em Ilhéus, pode intensificar a problemática das colisões entre as baleias-jubarte e embarcações, em decorrência do aumento do tráfego marítimo. Os objetivos do estudo englobam a estimativa do risco de colisão entre embarcações e baleias-jubarte na região Norte de Ilhéus em diferentes cenários, e a proposição de rotas alternativas que minimizem a sobreposição de embarcações com a população de baleias-jubarte. A metodologia adotada incorpora dados sobre a densidade populacional de baleias-jubarte, obtidos por meio de monitoramento embarcado, enquanto a caracterização do tráfego marítimo, incluindo sua distribuição e intensidade, está sendo realizada com base em informações extraídas do website Marine Traffic com o plano “profissional”. A pesquisa visa fornecer recomendações de rotas alternativas como estratégia de mitigação que minimizem os riscos, favorecendo a conservação ambiental e o bem estar animal. Assegurando a reprodução e sobrevivência das baleias-jubarte.

**Palavras-chave:** cetáceos, mitigação; conservação, área de reocupação, estimativa de densidade; transporte marítimo.

## INTRODUÇÃO

A baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) enfrenta diversas ameaças globais, como colisões com embarcações, degradação do habitat, mudanças climáticas, que podem resultar em escassez de alimento e alterações na temperatura da água (Simmonds, 2009; Lammers, 2013). A colisão com embarcações é exacerbada pelo aumento do comércio e do transporte marítimo, que resulta em um incremento no tráfego marítimo. Tal crescimento não apenas intensifica as interações físicas entre as embarcações e as baleias, mas também contribui para a poluição sonora nos oceanos, interferindo na comunicação e nos comportamentos sociais dos cetáceos (Williams *et al.*, 2010; Brown; Sieswerda; Parsons, 2019; Mayaud *et al.*, 2022).

No Hemisfério Sul, existem sete populações nomeadas "estoques reprodutivos A-G", com o "estoque A" designado para a população ao longo da costa brasileira. O Sul da Bahia desempenha um papel crucial no ciclo reprodutivo desse estoque, funcionando como uma área onde fêmeas com filhotes buscam águas rasas e costeiras para descansar durante os primeiros estágios de vida dos filhotes (Gonçalves *et al.*, 2018a; Gonçalves *et al.*, 2018b). Além disso, a ocorrência do canto dos machos na região também é um dos indicativos do comportamento de acasalamento (Sousa-Lima *et al.*, 2018; Gonçalves *et al.*, 2021).

A atividade humana nas áreas costeiras intensifica as ameaças às baleias-jubarte devido ao

aumento das interações com embarcações, especialmente considerando a recuperação populacional estimada em 7,4% ao ano (Ward *et al.*, 2020). Considerando que se trata de uma espécie de longa vida e com baixas taxas de recrutamento, a presença de áreas favoráveis é crucial para sua sobrevivência (Chittleborough 1965; Clapham 1992). Essa situação se torna preocupante em virtude do aumento da probabilidade de colisões entre embarcações e baleias adultas, assim como com seus filhotes, que apresentam velocidade de natação reduzida e permanecem mais tempo na superfície (Laist *et al.*, 2001; Lammers *et al.*, 2013; Currie, 2017; Bejder *et al.*, 2019). A combinação de maior velocidade das embarcações e maior potência dos motores intensifica significativamente o risco de colisões fatais (Dolman *et al.*, 2009). A probabilidade de tais colisões serem letais é proporcional ao comprimento e à velocidade das embarcações, uma vez que embarcações maiores e mais rápidas geram impactos mais devastadores (Laist *et al.*, 2001; Panigada *et al.*, 2006; Silber *et al.*, 2010; Vanderlaan; Taggart, 2007).

Atualmente, a pesquisa sobre colisões entre baleias-jubarte e embarcações está em ascensão, especialmente em regiões com intensa atividade marítima (Bezamat; Wedekin; Simões-Lopes, 2015; Schoeman; Patterson-Abrolat; Plön, 2020). Esses trabalhos concentram-se em mapear os padrões de movimentação e identificar áreas de alto risco de colisões nas principais zonas de concentração, como no extremo sul da Bahia. Além disso, visam elencar os principais riscos de colisão, incluindo falhas de detecção e de prevenção, e estabelecer métodos para avaliar a eficácia das medidas mitigatórias (Dienstmann, 2015; Sêbe; Christos; Pendleton, 2019). Contudo, persistem lacunas no entendimento dos impactos de empreendimentos nas áreas reprodutivas, especialmente em regiões de reocupação, frente ao crescente tráfego marítimo.

A proposta de um novo porto na região costeira no norte de Ilhéus (Sul da Bahia), denominado Porto Sul, juntamente com as atividades do Porto de Malhado, suscita preocupações quanto ao impacto das colisões com embarcações na região, causado pelo aumento do tráfego de embarcações que irá ocorrer com a construção do Porto Sul. Essa situação eleva o risco de colisão e interferências acústicas (Richardson; Würsig, 1997; Hydros; Orienta, 2011). Este trabalho visa contribuir com a base de conhecimento científico e auxiliar no desenvolvimento de estratégias de conservação.

## **OBJETIVOS**

O objetivo geral é estimar o risco de colisão entre embarcações e baleias-jubarte na região Norte de Ilhéus no Sul da Bahia, com os seguintes objetivos específicos:

- Estimar e mapear a distribuição da densidade de abundância das baleias-jubarte;
- Caracterizar o tráfego marítimo e estimar a intensidade de tráfego na região de Ilhéus;
- Avaliar o risco de colisão entre baleias-jubarte e embarcações no momento atual e com as futuras projeções de intensificação de tráfego marítimo;
- Mapear eventuais áreas mais susceptíveis ao risco de colisão entre embarcações e baleias-jubarte;
- Recomendar medidas mitigadoras e estratégias para a implantação do novo porto, visando à proteção das baleias-jubarte.

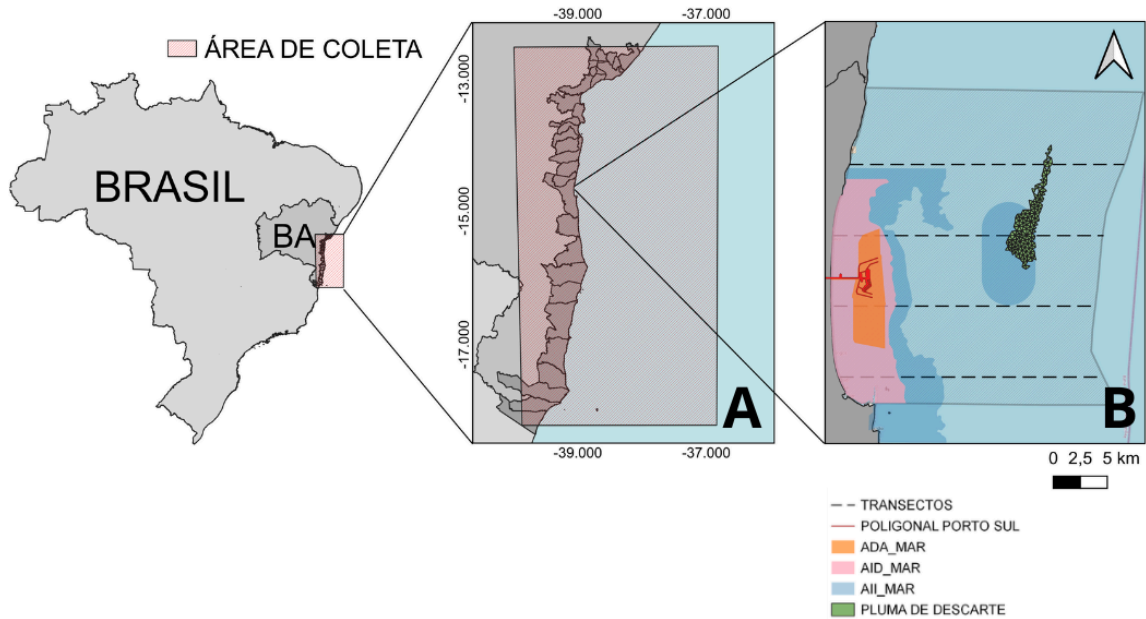
## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

A área de estudo abrange a região costeira do norte de Ilhéus (Sul da Bahia). A plataforma exhibe um estreitamento acentuado, com aproximadamente 14 km de largura onde se encontra os 100 m máximos de profundidade (IBGE, 2011).

A localização prevista para o Porto Sul de Ilhéus, situado na localidade de Aritaguá e, com diversas áreas de influência que desempenham papéis específicos no contexto do empreendimento foram definidas e consideradas para nossa área de estudo. Essas áreas são classificadas como: Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII). A Área de Diretos Ambientais (ADA) refere-se à região diretamente afetada pelo empreendimento, na qual são previstos impactos socioambientais imediatos decorrentes das fases de implantação (construção) e operação (funcionamento). Dentre os impactos previstos, destacam-se a perda de vegetação e a relocação de comunidades. A Área de Influência Direta (AID) corresponde à região adjacente à ADA, onde também são esperados impactos diretos, como a contaminação de mananciais e o aumento da demanda por serviços de saneamento básico. Esses efeitos são provenientes das atividades realizadas tanto na ADA quanto em suas áreas circunvizinhas. Por sua vez, a Área de Influência Indireta (AII) abrange a região que circunda a AID, onde são aguardados impactos indiretos, relacionados à implantação e operação do empreendimento. Esta zona abrange um contexto mais amplo, no qual podem ocorrer efeitos secundários, como o aumento dos fluxos migratórios provenientes de outros municípios e alterações no uso das águas.

A área de estudo para as embarcações foi delimitada entre Salvador e o arquipélago de Abrolhos, com o objetivo de garantir a coleta abrangente de informações sobre as rotas de navegação, sendo definida uma área extensa de modo a evitar a possível perda de dados relevantes. Para a análise dos dados, foi realizado um recorte específico na região de Ilhéus, sobrepondo com a área de estudo considerada para os dados referente à densidade populacional das baleias-jubarte (poligonal porto sul).



**Figura 1** - A) Mapa da área de caracterização do tráfego marítimo e B) área para avaliação de densidade de baleias na região costeira do Norte de Ilhéus, na região Sul da Bahia, Brasil.

### Estimativa de densidade da baleia-jubarte

Dados sobre a densidade populacional de baleias-jubarte para a poligonal do porto sul foram coletados entre junho e outubro de 2022 com a realização de duas campanhas por mês (oito campanhas) a partir do monitoramento embarcado, implementando uma malha amostral específica para a região em estudo. A malha amostral consistiu em transecções lineares perpendiculares à costa, com um espaçamento regular de 7,41 km, delimitando a área de estudo até a isóbata de 1.000 m a leste, totalizando uma extensão de 598,94 km<sup>2</sup>. Essa área abrange a ADA, a AID, a AII) do empreendimento Porto Sul, e a pluma de descarte. O pacote DSSim do software R será empregado para assegurar que o desenho amostral proporcionasse uma amostragem homogênea e satisfatória, com quatro transecções lineares sendo executadas (Marshall, 2016). A distância total percorrida durante esses transectos foi de 94,86 km, possibilitando a amostragem de 62,83% da área, considerando uma distância de detecção de 2 km.

A coleta de dados foi realizada por meio de embarques que viabilizaram o monitoramento visual ao longo das transecções, utilizando a técnica de amostragem de distâncias (Distance Sampling) com o modo de aproximação (Buckland *et al.*, 2001; Dawson *et al.*, 2008). A amostragem de distância permite o cálculo da densidade e abundância de cetáceos através da contagem do número de animais observados ao longo dos transectos (Buckland *et al.*, 2001). A utilização de uma embarcação conferiu a vantagem de possibilitar a aproximação aos animais, facilitando a identificação da espécie, estimativa do tamanho do grupo e coleta

de outros dados (Dawson *et al.*, 2008).

A velocidade de navegação durante a coleta de dados ficou entre 8 e 10 nós e desse modo, as campanhas foram programadas para ocorrerem ao longo de dois dias. Condições meteorológicas e oceanográficas propícias à avistagem (variando entre 0 e 3 na escala Beaufort) foram necessárias para percorrer a malha amostral delineada. Condições adversas, como neblina, chuva e swell acima de 1,3 m, que prejudicam a visibilidade, resultaram na interrupção do monitoramento.

O monitoramento visual envolveu quatro observadores que revezaram posições, com três deles sempre trabalhando simultaneamente. Dois observadores posicionados no bombordo e boreste procuraram ativamente por animais, enquanto um terceiro foi responsável pelo registro dos dados (anotador), e um quarto permaneceu em descanso e em prontidão para possíveis detecções e aproximação para a coleta de dados. A busca ativa foi realizada a olho nu e com o auxílio de binóculos reticulados 7x50. Cada observador cobriu a área do través (90°) até à proa, com uma sobreposição de observação de 20° na proa para garantir a detecção de todos os grupos na linha do transecto ou próximos. Grupos entre os 90° do través e a popa não foram considerados. A cada meia hora, os observadores trocavam de posição para evitar fadiga e garantir a coleta correta dos dados, alternando a posição de observação a boreste para o descanso, depois para a observação a bombordo e, por fim, para o registro dos dados. Para cada 1 hora e meia de trabalho, cada observador teve 30 minutos de descanso.

Os observadores permaneceram em uma plataforma alta na embarcação, de pelo menos 4 m acima da superfície da água. Assegurando uma maior visibilidade, reduzindo a probabilidade de reações responsivas por parte do grupo em relação à embarcação, o qual resulta em melhor detectabilidade e possibilita uma estimativa mais precisa da distância aos grupos (melhor medida dos ângulos) (Dawson *et al.*, 2008). Ao avistar um grupo, foram realizadas duas medições na linha de transcrição: a contagem de retículos entre o horizonte e o grupo, utilizando um binóculo reticulado, e a medição do ângulo entre o grupo e o rumo da embarcação, por meio de um angle board instalado na proa. Este instrumento foi utilizado para determinar o ângulo entre o rumo da embarcação e a direção de objetos ou pontos de interesse. Ao alinhar sua linha de referência com o rumo da embarcação, o angle board permite a leitura do ângulo formado entre a embarcação e o ponto observado, contribuindo para a determinação da posição relativa (Buckland *et al.*, 2001). Após isso, a embarcação saiu da linha para realizar a aproximação ao grupo. Os dados relativos à avistagem foram anotados, incluindo número da avistagem, hora, coordenada geográfica, espécie, tamanho do grupo, presença de filhotes, possível direção do grupo, eventos e estados comportamentais, informações sobre o observador, método de detecção (olho nu ou binóculo). Toda a navegação e o monitoramento visual, em esforço (ON) durante os transectos ou fora de esforço (OFF), foram registrados no software Wincruz (NOAA, USA) com o auxílio de um receptor GPS, assim como todos os dados coletados. Um grupo foi definido como um indivíduo solitário ou a associação de indivíduos a uma distância de até 100 m um do outro, movendo-se geralmente na mesma direção e de maneira coordenada (Whitehead, 1983).

### **Caracterização do tráfego marítimo: distribuição e intensidade do tráfego**

Os dados sobre a caracterização do tráfego marítimo e rotas dos navios foram coletados por

meio do website Marine Traffic (<http://www.marinetraffic.com/ais>) com o plano mensal “Profissional”, o qual fornece informações em tempo real sobre os movimentos de navios em todo o mundo, sendo que os dados são baseados no Sistema de Identificação Automática (AIS), contendo dados de posição, velocidade e rumo. Os dados das embarcações foram coletados com um intervalo de 6 horas (00h, 06h, 12h, 18h) entre o período de 23/08/2024 e 23/09/2024. Através do sistema, os dados referente ao mês anterior de 23/06/2024 e 23/07/2024 foram obtidos pelo histórico de posição disponibilizado pelo plano.

## **ANÁLISE DOS DADOS**

### **Estimativa de densidade da baleia-jubarte**

Para as estimativas de densidade e abundância através de transecções lineares com amostragem de distâncias é necessário que três premissas sejam cumpridas: (1) todos os animais que se encontram no transecto ou próximos devem ser detectados, (2) os animais não se deslocam devido à plataforma de observação, e os binóculos são usados para monitorar a distância, e (3) as distâncias aos grupos são estimadas com precisão através das medidas dos retículos e ângulo horizontal das observações (Buckland *et al.*, 2001). O número de retículos entre o grupo e o horizonte e a altura de observação são usados para calcular a distância radial de cada grupo, considerando a curvatura da terra. A distância perpendicular de cada detecção é calculada usando a distância radial e o ângulo entre a linha de transecção e o grupo (Lerczak; Hobbs, 1998). Buckland *et al.* (2001) recomenda um mínimo de 10–20 réplicas para permitir uma estimativa confiável da variação da taxa de encontro, e sugere que pelo menos 60-80 animais (ou grupos de animais) devem ser detectados para uma estimativa confiável da função de detecção (ou DF), possibilitando desta maneira dados mais confiáveis de densidade e abundância. As análises de abundância e densidade serão realizadas no R Studio, através da análise de kernel .

### **Caracterização do tráfego**

Com a construção do Porto Sul, a projeção do aumento do tráfego levará em conta os dados apresentados no documento do Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (Hydros; Orienta, 2011). Esse documento contém estimativas numéricas sobre o incremento do número de embarcações na região, tanto nos períodos anteriores quanto posteriores à implantação do porto. Durante a fase de implementação, espera-se que um ou dois barcos realizem o trajeto para o Porto do Malhado de três a quatro vezes por dia. Para a draga, está prevista uma movimentação de até oito vezes ao dia na região do Porto Sul, além de uma operação mensal direcionada ao Porto do Malhado. Na fase de operação, projeta-se que, na fase um, cerca de quarenta e cinco embarcações estarão ativas mensalmente, enquanto na fase dois esse número deverá aumentar para aproximadamente sessenta embarcações.

### **Estimativa do potencial de colisão**

Para realizar a avaliação do potencial de colisão (atual e futuro), optamos pela aplicação do modelo elaborado por Tregenza (2000). Este modelo espacial pressupõe que: (i) a representação do corpo da baleia na superfície do mar assemelha-se a uma linha com o mesmo comprimento da própria baleia; (ii) a orientação da baleia em relação à direção de deslocamento da embarcação é aleatória; (iii) a baleia não manifesta uma propensão a

desviar-se da trajetória da embarcação; e (iv) os navios não adotam medidas para evitar colisões com as baleias.

Utilizando-se da fórmula:

$$N = (W + 0.64L) * D / 1000 * T * P * Y / 10$$

Tendo N como número esperado de colisões por ano, W como largura da embarcação, L como comprimento do corpo da baleia, D como comprimento das rotas da embarcação em quilômetros, T como a porcentagem do tempo da baleia perto da superfície, P como número médio de baleias por km<sup>2</sup> e Y como número de rotas de viagens das embarcações em um determinado período.

O comprimento da baleia-jubarte adotado foi de 14 m (Clapham; Mead, 1999), enquanto a proporção de tempo perto da superfície foi de 30%, conforme determinado em estudo realizado no Banco de Abrolhos (Bezamat *et al.*, 2015).

### **Avaliação das áreas de risco**

Visando à identificação das áreas com maior potencial de risco relativo de colisão entre embarcações e baleias-jubarte, será realizada a plotagem individual dos pontos de ocorrência da espécie por meio do software QGIS. Além disso, será gerado um mapa de calor (Kernel), que permitirá a visualização das regiões com maior densidade desses pontos. Em uma etapa subsequente, proceder-se-á à sobreposição das rotas de tráfego marítimo nos diferentes cenários (atual e futuro), com o intuito de identificar as áreas com maior interseção, o que indicará as regiões com maior risco associado ao encontro entre embarcações e baleias-jubarte, auxiliando na proposição de novas rotas e soluções para tais regiões.

## **IMPACTOS DO ESTUDO PARA A CONSERVAÇÃO**

Este projeto de pesquisa se propõe a investigar o tráfego marítimo e a avaliar os riscos de colisão entre a baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) na região de Ilhéus, Bahia.

A região de Ilhéus é vital como habitat de reocupação para as jubartes, especialmente durante os períodos de reprodução e cuidado com os filhotes (Gonçalves *et al.*, 2018a; Gonçalves *et al.*, 2018b). Durante essas fases, os cetáceos buscam águas quentes e rasas para descansar, procurar alimentos, amamentar e socializar, atividades que podem deixá-los mais suscetíveis à aproximação de embarcações (Laist *et al.*, 2001; Lammers *et al.*, 2013; Currie, 2017; Bejder *et al.*, 2019). O fenômeno do "efeito espelho de Lloyd" pode impedir que os animais ouçam navios se aproximando quando estão próximos à superfície, aumentando assim o risco de colisões, o qual pode reduzir ou até eliminar a propagação de sons de baixa frequência próximos à superfície, devido à interferência entre ondas sonoras emitidas e refletidas com fases opostas. O efeito resulta na criação de uma área na superfície da coluna d'água onde o ruído é consideravelmente atenuado, dificultando sua detecção (Gerstein *et al.*, 2005; Erbe *et al.*, 2016).

Com a construção do Porto Sul, espera-se um aumento significativo no tráfego de embarcações, o que pode alterar o comportamento e os padrões de movimento das jubartes, elevando o risco de colisões, um fenômeno já bem documentado em regiões com intenso

tráfego marítimo (Bezamat, 2015; Brown, 2019). Este projeto não apenas visa quantificar esse risco, mas também propor medidas ou sugestões alternativas de navegação, minimizando a sobreposição entre o tráfego e as áreas críticas de habitat das jubartes.

As questões serão abordadas por meio da análise de dados sobre o tráfego marítimo e a identificação de potenciais áreas de alto risco. As informações coletadas serão utilizadas para desenvolver recomendações que visem a mitigação dos impactos, como a implementação de zonas para a redução de velocidade durante os períodos críticos para as jubartes.

As questões respondidas por esta pesquisa poderão contribuir para a conservação e bem estar da espécie localmente ao oferecer uma base científica para a tomada de decisões. As recomendações geradas poderão ajudar na conservação das baleias-jubarte, que podem ser afetadas pelo aumento do tráfego. Assim, esse estudo ajudará a promover o equilíbrio entre desenvolvimento econômico e conservação ambiental, assegurando a proteção deste ecossistema marinho e contribuindo para a proteção das baleias-jubarte na região Norte de Ilhéus.

## REFERÊNCIAS

BEJDER, L., VIDESEN, S., HERMANNSEN, L., SIMON, M., HANF, D., & MADSEN, P. T. Low energy expenditure and resting behaviour of humpback whale mother-calf pairs highlights conservation importance of sheltered breeding areas. *Scientific Reports*, v. 9, n. 1, p. 771, 2019.

BEZAMAT, C.; WEDEKIN, L. L.; SIMÕES-LOPES, P. C. Potential ship strikes and density of humpback whales in the Abrolhos Bank breeding ground, Brazil: POTENTIAL SHIP STRIKES OF HUMPBACK WHALES OFF BRAZIL. *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems*, v. 25, n. 5, p. 712–725, 2015.

BROWN, D. M.; SIESWERDA, P. L.; PARSONS, E. C. M. Potential encounters between humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) and vessels in the New York Bight apex, USA. *Marine policy*, v. 106, n. 103527, p. 103527, 2019.

BUCKLAND, S. T.; ANDERSON, D. R.; BURNHAM, K. P.; LAAKE, J. L.; BORCHERS, D. L.; THOMAS, L. Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations. Oxford university press, 2001.

CHITTLEBOROUGH, R. G. Dynamics of two populations of the humpback whale, *Megaptera novaeangliae* (Borowski). *Marine and Freshwater Research*, v. 16, n. 1, p. 33-128, 1965.

CLAPHAM, P. J. Age at attainment of sexual maturity in humpback whales, *Megaptera novaeangliae*. *Canadian Journal of Zoology*, v. 70, n. 7, p. 1470-1472, 1992.

CLAPHAM, P. J.; MEAD, J. G. *Megaptera novaeangliae*. *Mammalian Species*, n. 604, p.

1-9, 1999.

CURRIE, J. J.; STACK, S. H.; KAUFMANL, G. D. Modelling whale-vessel encounters: the role of speed in mitigating collisions with humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *J. Cetacean Res. Manage.*, v. 17, p. 57-63, 2017.

DAWSON, S.; WADE, P.; SLOOTEN, E.; BARLOW, J. A. Y. Design and field methods for sighting surveys of cetaceans in coastal and riverine habitats. *Mammal review*, v. 38, n. 1, p. 19–49, 2008.

DIENSTMANN, E. R. B. Colisão entre embarcações e baleias-jubarte: Estimativa e áreas de risco na região de reprodução no Brasil. Tese (Mestrado em Zoologia). Universidade Estadual de Santa Cruz, 2015.

DOLMAN, S. J.; WEIR, C. R.; JASNY, M. Comparative review of marine mammal guidance implemented during naval exercises. *Marine Pollution Bulletin*, v. 58, n. 4, p. 465-477, 2009.

ERBE, C.; REICHMUTH, C.; CUNNINGHAM, K.; LUCKE, K.; DOOLING, R. Communication masking in marine mammals: A review and research strategy. *Marine pollution bulletin*, v. 103, n. 1-2, p. 15-38, 2016.

GERSTEIN, E. R. Manatees, bioacoustics and boats: hearing tests, environmental measurements and acoustic phenomena may together explain why boats and animals collide. *American Scientist*, v. 90, n. 2, p. 154-163, 2002.

GONÇALVES, M. I. C.; DJOKIC, D.; BAUMGARTEN, J. E.; MARCONDES, M. C.; PADOVESE, L. R.; EUGENIO, L. D.; SOUSA-LIMA, R. S. Abrupt change in humpback whale song from Brazil suggests cultural revolutions may occur in the South Atlantic. *Marine Mammal Science*, 2021.

GONÇALVES, M. I. C.; DE SOUSA-LIMA, R. S.; TEIXEIRA, N. N.; MORETE, M. E.; DE CARVALHO, G. H.; FERREIRA, H. M.; BAUMGARTEN, J. E. Low latitude habitat use patterns of a recovering population of humpback whales. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. *Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 98, n. 5, p. 1087–1096, 2018a.

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

HYDROS; ORIENTA. Relatório de Impacto Ambiental Porto Sul, 2011. Disponível em: <[http://licenciamento.ibama.gov.br/Porto/Porto%20Sul%20-%20Bahia/RIMA/Rima-FINAL\\_06\\_09\\_2011\\_ITC.pdf](http://licenciamento.ibama.gov.br/Porto/Porto%20Sul%20-%20Bahia/RIMA/Rima-FINAL_06_09_2011_ITC.pdf)>. Acessado em 15 de janeiro de 2024.

International Whaling Commission. 1998. Report of the Scientific Committee. Rep. int.

Whal. Commn 48:53-118.

LAIST, D. W. et al. Collisions between ships and whales. *Marine Mammal Science*, v. 17, n. 1, p. 35-75, 2001.

LAIST, D. W.; KNOWLTON, A. R.; PENDLETON, D. Effectiveness of mandatory vessel speed limits for protecting North Atlantic right whales. *Endangered Species Research*, v. 23, n. 2, p. 133-147, 2014.

LAMMERS, M. O. et al. Trends in collisions between vessels and North Pacific humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Hawaiian waters (1975–2011). *J. Cetacean Res. Manage.*, v. 13, n. 1, p. 73-80, 2013.

LERCZAK, J. A.; HOBBS, R. C. Calculating sighting distances from angular readings during shipboard, aerial, and shore-based marine mammal surveys. *Marine Mammal Science*, v. 14, n. 3, p. 590–598, 1998.

MARSHALL, L. DSsim: Distance Sampling Simulations, 2016. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/package=DSsim>>.

MAYAUD, R.; CASTRILLON, J.; WILSON, C.; PEEL, D.; SMITH, J. N.; DALLE LUCHE, G.; NASH, S. B. Traffic in a nursery: Ship strike risk from commercial vessels to migrating humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in a rapidly developing Australian urban embayment. *Marine policy*, v. 146, n. 105332, p. 105332, 2022.

PANIGADA, S.; PESANTE, G.; ZANARDELLI, M.; CAPOULADE, F.; GANNIER, A.; WEINRICH, M. T. Mediterranean fin whales at risk from fatal ship strikes. *Marine Pollution Bulletin*, v. 52, n. 10, p. 1287-1298, 2006.

R Core Team (2024). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RICHARDSON, W. J.; WÜRSIG, B. Influences of man-made noise and other human actions on cetacean behavior. *Marine and freshwater behavior and physiology*, v. 29, n. 1–4, p. 183–209, 1997.

SCHOEMAN, R. P.; PATTERSON-ABROLAT, C.; PLÖN, S. A global review of vessel collisions with marine animals. *Frontiers in marine science*, v. 7, 2020.

SÈBE, M.; KONTOVAS, C. A.; PENDLETON, L. A decision-making framework to reduce the risk of collisions between ships and whales. *Marine policy*, v. 109, n. 103697, p. 103697, 2019.

SILBER, G. K.; SLUTSKY, J.; BETTRIDGE, S. Hydrodynamics of a ship/whale collision. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 391, n. 1-2, p. 10-19, 2010.

SIMMONDS, M. P.; ELIOTT, W. J. Climate change and cetaceans: concerns and recent developments. *Journal of the Marine biological Association of the United Kingdom*, v. 89,

n. 1, p. 203-210, 2009.

SOUSA-LIMA, R. S.; ENGEL, M. H.; SÁBATO, V.; LIMA, B. R.; QUEIRÓZ, T. S.; BRITOO, M. R.; 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*, p. 23-40, 2018.

TREGENZA, N.; AGUILAR, N.; CARRILLO, M.; DELGADO, I.; DÍAZ, F.; BRITO, A.; MARTIN, V. Potential impact of fast ferries on whale populations: a simple model with examples from the Canary Islands. *European Research on Cetaceans*, v. 14, p. 195-197, 2000.

VANDERLAAN, A. S. M.; TAGGART, C. T. Vessel collisions with whales: the probability of lethal injury based on vessel speed. *Marine mammal science*, v. 23, n. 1, p. 144-156, 2007.

WARD, E.; ZERBINI, A. N.; KINAS, P. G.; ENGEL, M. H.; AANDIOLO, A. Estimates of population growth rates of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the wintering grounds off the coast of Brazil (Breeding Stock A). *J. Journal of Cetacean Research and Management.*, p. 145-149, 2020.

WHITEHEAD, H. Structure and stability of humpback whale groups off Newfoundland. *Canadian journal of zoology*, v. 61, n. 6, p. 1391–1397, 1983.

WILLIAMS, R.; O'HARA, P. Modelling ship strike risk to fin, humpback and killer whales in British Columbia, Canada. *Journal of Cetacean Research and Management.*, v. 11, n. 1, p. 1-8, 2010.